



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

**La utilización de la experimentación mental en la construcción de conocimiento
a partir de la orientación de procesos de medición de distancias astronómicas**

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

ELMER ALEJANDRO PÉREZ GARCÍA

Asesor(a)

YANETH LILIANA GIRALDO SUAREZ

Medellín

2017

Agradecimientos

Le agradezco de todo corazón a mi profesora y asesora del presente trabajo de grado **Yaneth Liliana Giraldo Suarez**, quien siempre estuvo pendiente en todo momento a lo largo del año y medio que duro el proceso del trabajo. Por su paciencia y sabios consejos, que siempre fueron pertinentes y acertados.

Dispongo unas humildes lineas para agradecer a las profesoras **Rocío Castro, Esther Julia y Yaneth Gonzáles** quienes confiaron siempre en mí, brindandome la oportunidad de presentarme a la Universidad, de iniciar y culminar mi pregrado de manera satisfactoria. Siempre han sido y seran “esa mano divina” intermediaria de Dios para socorrerme en los momentos de serias dificultades. Muchas Gracias, que el Señor las bendiga.

Quiero agradecer de manera especial a mi novia **Paula Ruiz**, quien siempre me apoya y cuida de mí cuando más lo he necesitado. Y a mis amigos **Jaime Restrepo y Juan García** con quienes inicie esta aventura de 5 años y me brindaron su ayuda en algún momento del presente trabajo.

A la **Universidad de Antioquía** y a la **Facultad de Educación**, donde llevé a cabo mi preparación como Licenciado y un especial agradecimiento a todos los maestros de planta y de cátedra de la facultad que tuvieron que ver con dicha formación.

A la **Institución Educativa Finca La Mesa**, que me abrió las puertas y me brindó la posibilidad y los espacios para mis prácticas pedagógicas y llevar a cabo la presente investigación.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Dedicatoria

Este trabajo y mi título de Licenciado en Matemáticas y Física, se lo dedico con todo mi ser a mi mamá, **Margarita García**, quien siempre ha luchado por sus hijos para que no les falte nada. Gracias a ella y a la educación y ejemplo que me dió cuando niño hoy puedo decir que soy una persona de bien, sin vicios y agradecido con Dios por esa madre maravillosa que me brindó.

Quiero que las presentes líneas sirvan de inspiración para mis sobrinos **Estiven, Ian y Kevín**, y que este sea el primero de muchos trabajos académicos de la familia García.

A mis hermanos **Edwin, Diego y Yulieth** que siempre estuvieron atentos y preocupados por mi, y que se alegraron ante mis éxitos. Hoy quiero que sepan, que el graduarme de la Universidad es un logro de todos, un logro de toda la familia García. **!LO LOGRAMOS FAMILIA;**

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Resumen

El presente trabajo plantea una propuesta didáctica para la enseñanza de la física, a partir de la utilización de la experimentación mental como herramienta que contribuye a la construcción de conocimiento en el aula de clase.

La propuesta fue implementada en la Institución Educativa Finca La Mesa de la ciudad de Medellín (Antioquia) en el grado décimo uno (10º1) a partir de la realización de 4 actividades que promueven la reflexión y el análisis por parte de los estudiantes en pro de la construcción de conocimiento.

La investigación duró año y medio, en donde se registró la información a través de audios, videos, diarios de campo, documentos escritos. Desde los seminarios de práctica I y II se llevó a cabo una revisión bibliográfica, sustento, tanto para el marco teórico como para las categorías y subcategorías planteadas además de sus respectivos análisis.

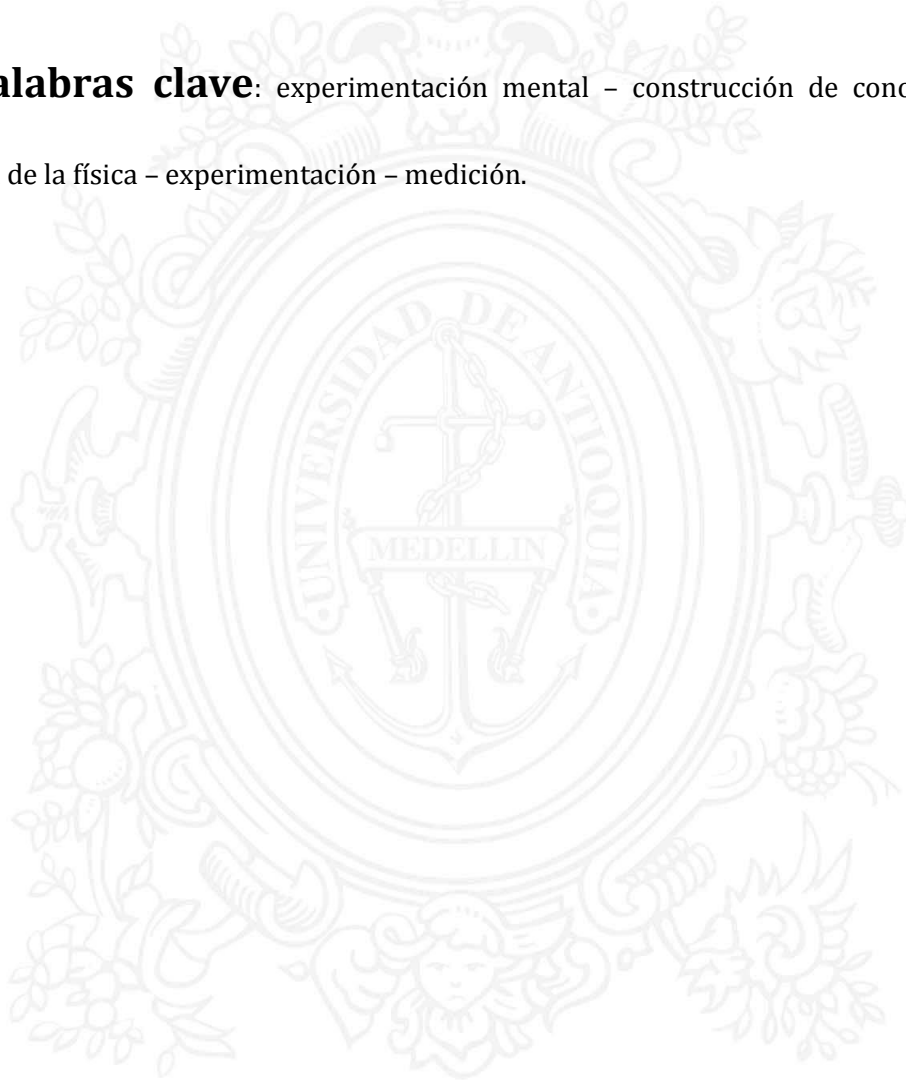
Dichos análisis, se centran en la interpretación del investigador de la información registrada, a partir de los métodos de triangulación fuente de datos y metodológica, para darle validación a los hallazgos y análisis que arrojaran la investigación.

La experimentación mental en el aula de clase de física, promueve la construcción de conocimiento, puesto que relaciona las experiencias y vivencias del sujeto con el mundo que le rodea, permitiendo el fácil acceso de esta a los sujetos, así como la posibilidad sencilla de permitir la variación o cambios en una actividad determinada.

Se puede concluir que la enseñanza de la física en las aulas de clase, puede ser a través de actividades que promuevan la discusión y la reflexión entre los estudiantes, dado que dichas discusiones, brindan la oportunidad a los estudiantes de ampliar sus experiencias con los demás, promoviendo de dicha manera la construcción de conocimiento en la enseñanza de la

física, las mismas discusiones se prestan para que los estudiantes debatan con respecto a las temáticas en específico adquiriendo además, capacidad de argumentación.

Palabras clave: experimentación mental - construcción de conocimiento - enseñanza de la física - experimentación - medición.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Tabla de contenido

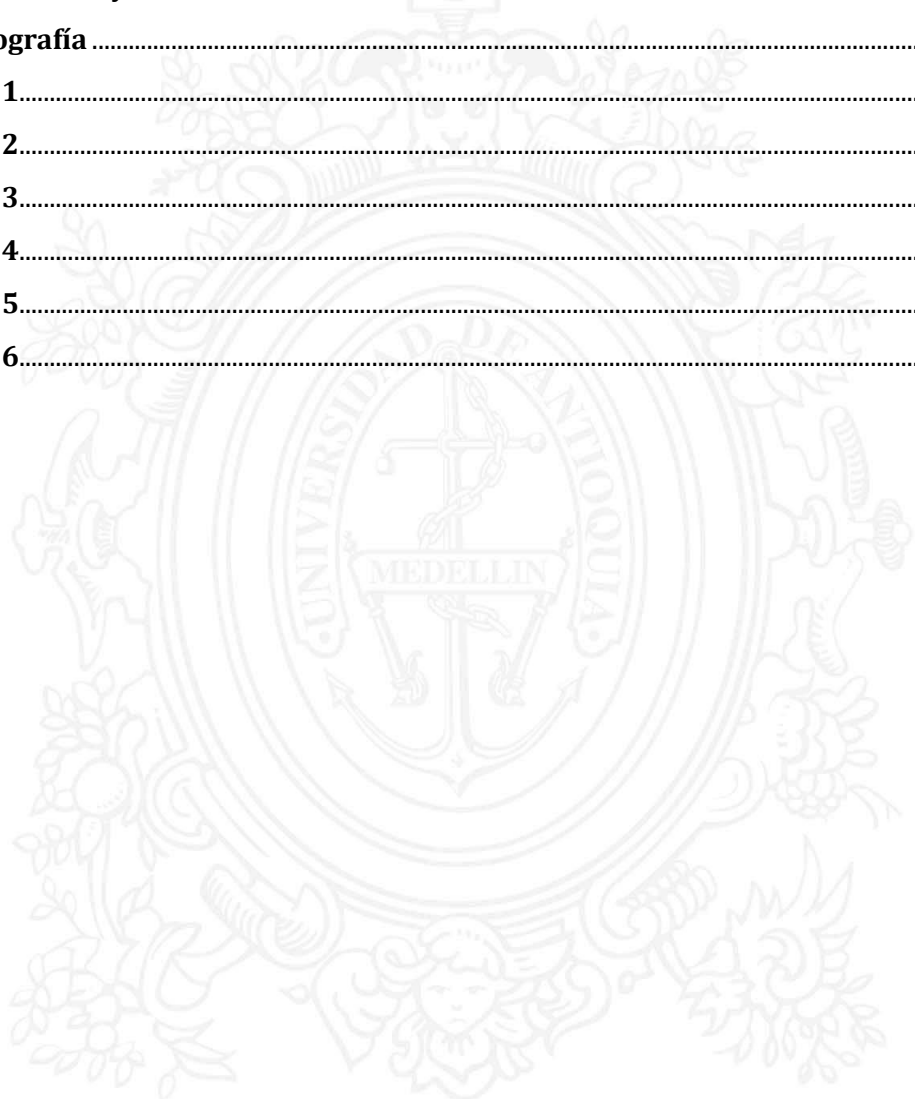
Introducción	8
1. Planteamiento del problema	10
2. Objetivos.....	12
2.1. Objetivo general	12
2.2. Objetivos específicos	13
3. Consideraciones teóricas	13
3.1. Construcción de conocimiento en la ciencia.....	14
3.2. El conocimiento desde lo histórico-epistemológico.....	15
3.3. El papel de la experimentación en la construcción de conocimiento	17
3.4. Procesos de medición en la experimentación	18
3.5. Construcción de conocimiento en los procesos de enseñanza de la Física	20
3.6. Experimentación mental y Construcción de conocimiento	23
3.6.1. La experimentación mental.	23
3.6.2. Construcción de conocimiento a través de la experimentación mental.	25
4. Diseño metodológico.....	26
4.1. Enfoque y tipo de estudio.....	26
4.2. Caso y contexto.....	27
4.3. Propuesta didáctica y registro de la información	29
4.3.1. Propuesta didáctica.....	29
4.3.2. Registro de la información.	32
4.4. Categorías y subcategorías de análisis	34
4.5. Plan de análisis	38
5. Hallazgos y Análisis.....	40
5.1. La enseñanza de la física.....	40
5.1.1. Construcción de conocimiento.....	40
5.1.2. La experimentación mental como herramienta para la construcción de conocimiento.....	43
5.2. La experimentación.....	45
5.2.1. Experimentación en la enseñanza de la física.	46



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

5.2.2. Procesos de medición en la experimentación.....	48
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	50
7. Bibliografía.....	52
Apéndice 1.....	55
Apéndice 2.....	56
Apéndice 3.....	58
Apéndice 4.....	59
Apéndice 5.....	60
Apéndice 6.....	62



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Introducción

La enseñanza de la física en la escuela tiene un carácter de verticalidad, donde, el docente es quien tiene el conocimiento y lo transmite a los estudiantes, haciendo uso limitado de herramientas como el tablero y la solución sin sentido de ejercicios de aplicación.

En el presente trabajo de investigación, se pretende recuperar aquella reflexión del mundo, propia de los sujetos, reflexión de mundo que siempre ha sido fundamental dentro de la investigación, que ha impulsado a la humanidad a una superación constante.

De igual manera, se plantea el reto de abrir un poco más las puertas de la escuela a aquellos conocimientos de la física moderna, no se trata de que la escuela deje de lado la física denominada clásica, sino, que también se empiecen a tomar contenidos de aquella física que se empezó a abrir campo en nuestro mundo, y que, al día de hoy, esa la física que gobierna mucha de nuestra tecnología, gobierna los nuevos campos de investigación del conocimiento.

Como herramienta en pro de la reflexión por parte del hombre hacia el mundo que le rodea, se propone retomar aquella forma de experimentación que siempre ha generado la movilización del pensamiento. La experimentación mental siempre ha estado como mecanismo de reflexión que relaciona al sujeto y el mundo que le rodea.

El desarrollo de la ciencia, en particular de la física es una construcción humana y como tal se encuentra en constante cambio, por lo que la enseñanza y el aprendizaje de la misma también deben estar ceñidas a la construcción social de conocimientos y como tal al cambio.

Por tal motivo, se propone la implementación de la experimentación mental en la enseñanza de la física, como herramienta que contribuye a la construcción de conocimiento de los estudiantes en el aula de clase, promoviendo la reflexión y el análisis a partir de las vivencias y experiencias propias de los sujetos.

Dicha propuesta, fue implementada en la Institución Educativa Finca La Mesa de la ciudad de Medellín (Antioquía) en un grupo de once (11) estudiantes del grado décimo uno (10º1), en la cual se llevaron a cabo las actividades realizadas por parte de los estudiantes dejando registros de la información tanto en audios, videos, documentos escritos y diarios de campo.

La validación de los análisis de la información registrada se llevó a cabo desde los métodos de triangulación fuente de datos y triangulación metodológica, centrando la atención de dichos análisis en la interpretación del investigador.

1. Planteamiento del problema

Usualmente en la enseñanza de la física, se asume que la ciencia es un cúmulo de conocimiento ya terminado e irrefutable, en consecuencia es tomada en cuenta la experimentación como una herramienta para comprobar la teoría establecida previamente.

Esta visión de la ciencia es una concepción heredada del positivismo lógico (Iglesias, 2004), por lo cual la experimentación es asumida como subsidiaria de la teoría (García, 2011), lo cual hace que se deje de lado la construcción de conocimiento propia de los estudiantes acerca de los fenómenos estudiados en el aula de clase, dicha forma de ver la física y en especial, la experimentación, promueve como lo sugiere Fleck (1986) una “actitud pasiva” ante el mundo que nos rodea, ante lo cotidiano, dando por sentado el hecho.

De igual manera, Descartes en su obra *El Mundo. Tratado de la Luz*. Menciona que: “El calor de nuestro corazón es elevado, pero no lo sentimos porque es habitual. El peso de nuestro cuerpo no es pequeño, pero no nos incomoda en absoluto; ni siquiera sentimos el de nuestros vestidos porque estamos acostumbrados a llevarlos”. (Descartes. 1989). Se puede ver, de tal manera, la importancia de las concepciones que se pueden tener, derivadas de la experiencia propia con el entorno y de las relaciones con el mundo.

Reconociendo de esta manera, que los estudiantes no son unos recipientes los cuales hay que llenar, como unas tabulas rasa, en las que no importa su pasado, sus experiencias y vivencias. Sino más bien, saber que las construcciones de conocimiento son a partir de las experiencias y del contacto con el mundo físico, por lo cual, reitero en ello, los estudiantes no llegan con las manos vacías al salón de clase. (Flores, Méndez, González, García y Arcos, 2010)

A parte de esto, la experimentación mental no es tomada como posibilidad de construcción del conocimiento, es más, ni siquiera dicha forma de pensar o ver la experimentación es tomada en cuenta, como si en la física la experimentación mental nunca hubiese sido trabajada. En muchas ocasiones, se desconocen o son muy poco tenidos en cuenta

en la escuela, las construcciones mentales elaboradas por muchos físicos a la hora de construir su propia teoría, a la hora de explicar un fenómeno determinado, desconociendo, por ende, que muchos de los grandes físicos y pensadores de la historia, han recurrido a las visualizaciones o experimentos mentales, así como: Galileo, Descartes, Newton, Einstein, Lorenz y muchos más. (Aguilar y Romero, 2011).

A lo anterior, cabe agregar, que, en los maestros en formación de física, hay un desconocimiento alrededor de la experimentación mental en relación a sus alcances científicos y la importancia que ésta ha tenido en el desarrollo de la ciencia. (Macías, 2014).

Es importante que en los colegios se trabaje de igual manera con la experimentación mental, así como con la experimentación ordinaria o real, puesto que, no se puede ignorar que la física en general, se ha servido mucho de la experimentación mental, sin embargo, este tipo de experimentos no son usados cotidianamente en la enseñanza de la misma. (Aguilar y Romero, 2011).

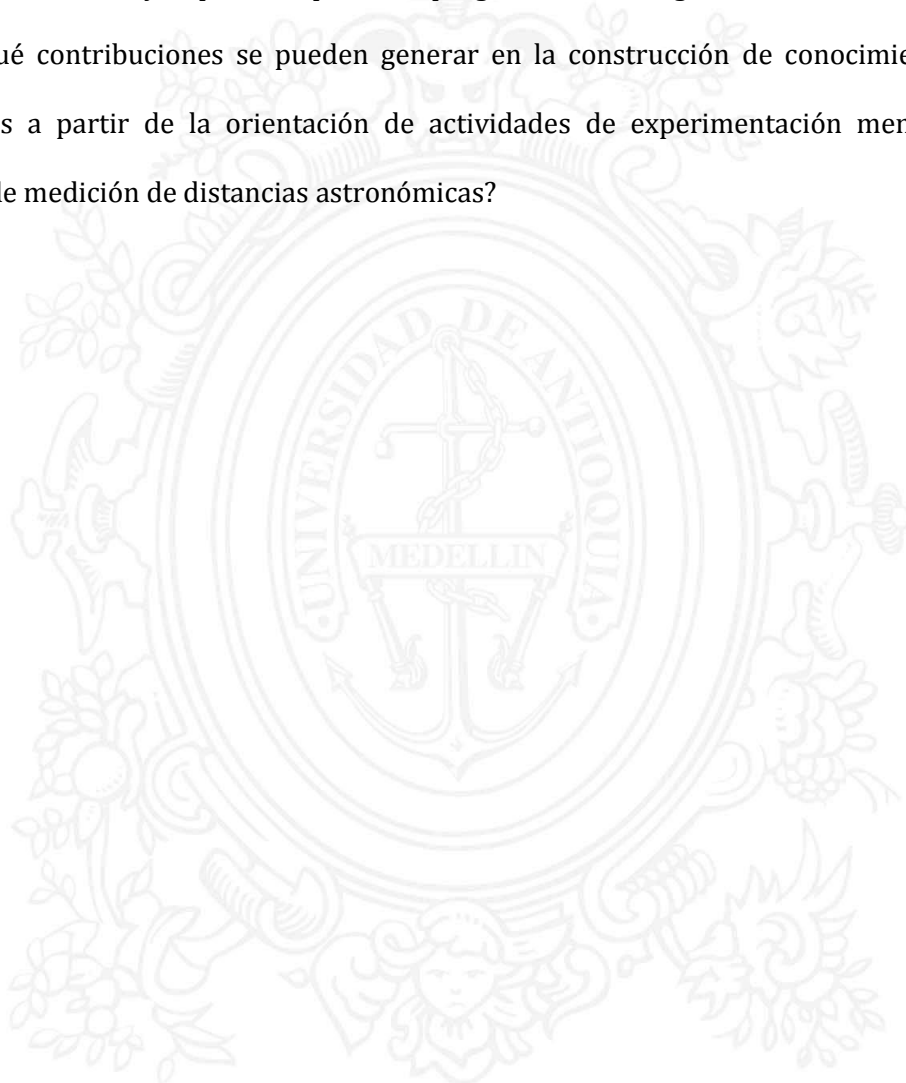
Una forma de incentivar un pensamiento crítico, de salirnos de esa “pasividad cognitiva” como lo denomina Fleck (1986), es a través de la experimentación mental, con la que se pueden construir escenarios hipotéticos donde cobran gran relevancia la experiencia, el recuerdo y el lenguaje.

Se evidencia de ésta manera, que la experimentación mental cobra gran relevancia en la enseñanza de la física, puesto que valora y le da significado a la experiencia, a la vivencia de los mismos estudiantes. (Aguilar y Romero, 2011).

La inquietud de la presente investigación ha surgido a partir de una experiencia de investigación anterior, donde se concluyó que la experimentación mental se puede convertir en una herramienta útil en la enseñanza de la física, ya que ayuda en la construcción de conocimiento, siendo una estrategia didáctica para el maestro de física. (Macías, 2014).

Así pues, la experimentación mental es aplicable y puede ser utilizada para la enseñanza de la física y es por eso, que dicha pregunta de investigación es:

¿Qué contribuciones se pueden generar en la construcción de conocimiento de los estudiantes a partir de la orientación de actividades de experimentación mental, en los procesos de medición de distancias astronómicas?



2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar las contribuciones al proceso de construcción de conocimiento de los estudiantes de física de la media escolar, al hacer uso de la experimentación mental en actividades orientadas a los procesos de medición de distancias astronómicas.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar el proceso de construcción de conocimiento por parte de los estudiantes cuando se les orienta actividades que resaltan la experimentación mental como una actitud propia de los sujetos.
- Evaluar los procesos de medición derivados de la experimentación mental llevada a cabo por los estudiantes, que posibilitan la comprensión del significado de las escalas y datos de medición en las distancias astronómicas.

3. Consideraciones teóricas

A lo largo de la presente investigación, se considera que la ciencia se define como un proceso de construcción de conocimiento, al igual que el tratamiento de la experimentación como actividad intrínseca del ser humano (Mach 1948), la cual le ayuda al hombre a reconocer, estudiar, analizar y reflexionar sobre su entorno, a partir de sus propias experiencias.

Dichas consideraciones son tratadas en este apartado, configurando de cada uno, dos aspectos importantes, como lo son: El papel de la experimentación en la construcción de conocimiento y la Construcción de conocimiento en la experimentación mental, para ese primer ítem que es la construcción del conocimiento, y que de igual manera, para esa segunda característica le corresponde los siguientes dos apartados: El conocimiento desde lo histórico-epistemológico y La actividad intrínseca: en pro del pensamiento crítico; dichos apartados serán abordados a continuación.

3.1. Construcción de conocimiento en la ciencia

En la ciencia, no se pueden dar o asegurar una “verdad” de manera absolutista (Fleck, 1986), sin margen de debate o discusión, puesto que la ciencia como proceso de construcción del hombre se encuentra en constante cambio, en el que dicho cambio depende en gran medida del hombre mismo, de las influencias sociales y culturales, en su forma de pensar y ver su entorno, de sus experiencias. De igual manera, catalogar de falso o erróneo una proposición científica de un modo absoluto, es no reconocer este constante cambio propio de las ciencias.

De tal manera que el factor social en la construcción de conocimiento es muy relevante, puesto que en la ciencia, los conceptos, ideas, hipótesis, teorías, ejemplos, y contraejemplos, no se generan a partir de una sola persona y de forma espontánea, sino que siempre habrá todo un rastro al cual se les puede seguir. Habrá inmerso siempre un contexto ya sea social o cultural, de anteriores ideas o “preideas”, como lo denomina Fleck (1986), ya sean estas aceptadas o desechadas en su momento.

Además, Mach (1948), sostiene que varios de los conceptos en ciencias, surgen de las constantes correcciones y discusiones intelectuales que se dan entorno, o alrededor de un tema en específico, dichas correcciones, ejemplos, contraejemplos y cavilaciones en muchas ocasiones vienen desde otros lugares o personas diferentes a quienes las postulan.

Por otra parte, Iglesias (2004), menciona que la producción de conocimiento se encuentra enmarcado bajo un contexto de descubrimiento, el cual a su vez viene dado de manera inseparable con una serie de consideraciones sociológicas, psicológicas, históricas y experienciales, es decir, la construcción de conocimiento, se encuentra enmarcado bajo un contexto experiencial y sensorial de los sujetos.

Con respecto a todo lo anterior, Carlos Solís (1994) coincide tanto con Ludwik Fleck (1986), como con Mercedes Iglesias (2004) en que es el contexto sociológico, en mayor medida, quien determina el valor de verdad de una idea o hipótesis, es decir, lo que antes era sociológicamente una verdad inescrutable, hoy puede ser una idea catalogada como falsa (Solís, 1994), de igual manera, lo que antes ni siquiera era tomado en cuenta, porque existía cierta sospecha de su veracidad, hoy, puede que sea considerada una verdad a ojos vistos, demostrando así, la influencia del factor sociológico en la construcción del conocimiento.

Por otra parte, Albert Einstein (1936) hace referencia a los conceptos físicos, mencionando que estos se deben a las experiencias sensoriales con los cuales se puedan relacionar es decir, la construcción de conceptos está ligado a las experiencias y a las sensaciones con las que un sujeto interactúa con el mundo, provocando de esta manera cierto enlace entre la experiencia sensorial y la construcción de nuevo conocimiento.

De tal manera, se presenta en esta investigación el conocimiento científico como construcción que surge producto de las interacciones tanto sociales como contextuales de los sujetos así como de las experiencias y relaciones con el entorno, por lo tanto, la propuesta de intervención en el aula consiste en actividades que generan y permiten el dialogo entre los estudiantes y sus experiencias y sensaciones con respecto a un fenómeno específico.

3.2. El conocimiento desde lo histórico-epistemológico

Se ha mencionado, que la construcción de conocimiento si bien inicia con la relación entre el individuo y su entorno, las conceptualizaciones, organización o formalización se dan



entre personas, es decir, partiendo de las experiencias individuales, se llega a consensos socialmente establecidos. Así, cuando Fleck (1986) menciona las ideas previas o preideas, hace referencia a esas concepciones ya sea por cuenta de la experiencia individual o colectiva, pero que implican una transformación cada vez que existen interacciones de pensamientos con las demás personas, puesto que siempre surgirán nuevos pensamientos a partir de aquellos que ya han sido establecidos, y que podrían ser denominados como preideas.

Por lo tanto, ni siquiera la ciencia es ahistórica, sino, que más bien “la ciencia es histórica” (Iglesias, 2004, p. 102), ya que está en constante transformación, transformación que se encuentra ligada a las personas y a los contextos en el que esta se da, por lo que luego, los contextos también cambian conforme lo hagan las formas de pensar de las personas, dichas dinámicas arrastran así con ello un cambio en la ciencia del momento gracias a esas preideas que siempre van a existir y a permitir la transformación del pensamiento, provocando así, la transformación de la ciencia como proceso de las interacciones de las personas. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013)

En muchas ocasiones, se desconocen o son muy poco tenidos en cuenta, en la ciencia en general y en la física en particular, las construcciones mentales elaboradas por muchos físicos a la hora de construir su propia teoría, a la hora de explicar un fenómeno determinado; desde Aristarco hasta Einstein; el primero hacía representaciones en la arena, de los astros que observaba en el cielo, mientras que el segundo se imaginó la observación del mundo montado en un haz de luz, siendo así de gran importancia la observación, la experiencia y la imaginación. Así como Aristarco, se puede decir que el trabajo de Aristóteles en la física, en su mayor parte eran experimentos mentales, en los cuales cobraban gran valor la experiencia, los sentidos, el análisis y la reflexión. (Mach 1948)

El no reconocer las construcciones mentales elaboradas por muchos físicos a la hora de construir y elaborar sus ideas y relaciones entre las observaciones hechas en su entorno, al

momento de explicar un fenómeno determinado, significa desconocer, por ende, que muchos de los grandes físicos y pensadores de la historia, han recurrido a los experimentos mentales para explicar algún fenómeno, así como: Galileo, Descartes, Newton, Einstein, Lorenz y muchos más. (Aguilar y Romero, 2011)

3.3. El papel de la experimentación en la construcción de conocimiento

Según Malagón, Ayala y Sandoval, (2013) la experimentación como tal favorece a la construcción de conocimiento, puesto que permite de cierta manera ampliar las experiencias que tiene el hombre con su entorno inmediato, dicha ampliación es en sí una manipulación de la naturaleza por parte del hombre, quien por medio de la experimentación busca controlar en la medida de lo posible estas experiencias (Mach, 1948).

Como tal, dicha manipulación o ampliación de las experiencias tienen como objetivo claro, el de organizar estas experiencias, siendo además de la organización, la conceptualización un propósito siempre a buscar en la experimentación. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013)

La búsqueda de esta ampliación de las experiencias, así como la organización de las mismas y la conceptualización, son siempre pensadas en pro de una formalización científica de los hombres, llegando a consensos con respecto a esas posibles explicaciones que se le podrían dar a las experiencias iniciales y que fueron las que iniciaron todo este proceso.

Al respecto, autores como Malagón, Ayala y Sandoval (2013) mencionan que: “Se presenta la actividad experimental, en términos generales, como un espacio donde se establece una relación íntima y dinámica entre la construcción de fenomenologías y el desarrollo de procesos de formalización” (p. 87-88).

De dichas construcciones de fenomenologías y de las formalizaciones desarrolladas, surge a manera de relación, el conocimiento, marcado tanto en un inicio, por un aspecto

individual, experiencial y personal; así como por un segundo aspecto, el cual es un poco más comunicativo y sociable. En el primero, se evidencia la interacción existente entre el sujeto y el mundo, desarrollada a través de experiencias y sensaciones tanto personales como individuales. Ya en el segundo aspecto, dichas experiencias y sensaciones personales e individuales son conversadas, comparadas o contrarrestadas con las de otras personas, enriqueciendo de dicha manera aquellas experiencias, surgiendo por ende una especie de grupo o comunidad con el fin de llegar a esas construcciones conceptuales en las que dicho grupo social queda de acuerdo.

Además de lo anteriormente mencionado la experimentación es en sí, un mecanismo para crear de igual manera fenómenos que pueden ser no detectados en la experiencia con el mundo. (Iglesias, 2004)

3.4. Procesos de medición en la experimentación

Hablar de un fenómeno en particular, implica la construcción de un lenguaje igualmente particular, una forma de referirse exclusivamente al fenómeno y todas sus implicaciones, convirtiéndose este lenguaje en un primer momento en busca de una formalización de dicho fenómeno (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013), por lo tanto, hablar de un fenómeno es construir lenguaje que ayude a mostrar aquellos procesos de diferenciación entre cualidades así como de orden.

De tal manera Malagón, Ayala y Sandoval (2013), mencionan que un fenómeno se puede estabilizar en tanto se cuente con cierto lenguaje prefijado que ayude a marcar aquellas cualidades del fenómeno, así como sus diferencias. Un lenguaje que permita llevar a cabo clasificaciones de orden, medidas y en especial relaciones entre esos distintos aspectos derivados del fenómeno y que como tal permiten hablar del mismo.

A partir de esas relaciones establecidas entre cualidades, se puede hablar de escalas, de medidas, del establecimiento de magnitudes que permitan llevar a cabo comparaciones y relaciones de orden, identificando de esta manera cualidades con un orden de magnitud mayor, igual o menor con respecto a otras. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013).

Según lo anterior, es clara la estrecha relación existente entre la medida y un instrumento que la lleve a cabo, que realice dichas comparaciones, dichos ordenes de magnitudes, pero que, y como lo mencionan Malagón, Ayala y Sandoval (2013) es el fenómeno mismo y su respectiva organización, la que marca las pautas de la construcción de dicho aparato de medición, a partir de ese primer momento de formalización, como lo es el lenguaje.

Pero en esos primeros momentos, de construcción de lenguaje propio del fenómeno, se busca ante todo entenderlo, poder llevar a cabo las relaciones entre cualidades y hacer comparaciones de magnitudes, por lo tanto, con la obtención del aparato de medida, no se busca la medición de manera exacta, sino, la argumentación lógica y coherente con respecto al funcionamiento de dicho aparato a la hora de hablar del fenómeno. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013).

En este punto, se debe considerar el doble carácter que tiene toda magnitud; uno cualitativo y otro cuantitativo. El primero hace referencia a las cualidades del sistema analizado o estudiado, mientras que el segundo, se refiere a la posibilidad que tiene dicha cualidad de ser cuantificada, medida o detectada bajo un procedimiento o aparato (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013) el cual es construido a partir de la organización misma del fenómeno y por lo tanto es exclusivo de este, es decir, que su elaboración fue pensada desde el fenómeno y para el fenómeno mismo exclusivamente. (Iglesias, 2004)

Con la introducción del aparato de medida en el fenómeno, surgen como ya se mencionó aquellas relaciones de orden, de clasificación y de medición de magnitudes, lo cual trae consigo

su propio lenguaje, dicho lenguaje es el algebraico, el cual hace acto de presencia siempre que una cualidad o atributo de un fenómeno en estudio se deje comparar, siendo el lenguaje algebraico quien le dará un orden necesario para hablar de dicho fenómeno. (Duhem, 2003)

Pero el solo lenguaje algebraico no basta para llevar a cabo dicho ordenamiento en el fenómeno, es decir, solo un número no significa nada sino trae consigo el conocimiento de ese lenguaje que anteriormente se denominó prefijado, no se puede hablar de una magnitud por sí sola, sin saber a qué cualidad se hace referencia y de igual manera ya no bastaría con saber cuál es la cualidad sin la posibilidad de traer consigo una magnitud que la identifique, por tal motivo se vuelven dos procesos únicos siendo que inicialmente eran separados. (Duhem, 2003)

Por tal motivo, se puede considerar que aquellos aparatos de medición son responsables de una ampliación de nuestra forma de pensar, puesto que exige la superposición del lenguaje como de la matemática para poder hacer referencia a un fenómeno en específico, siendo así, el aparato de medición una extensión del cuerpo humano en busca de una mejor comprensión del mundo. (Iglesias, 2004)

Con respecto a lo anterior, Malagón, Ayala y Sandoval (2013) muestran como eje importante y fundamental la orientación de procesos cognitivos en el contexto escolar, a partir de la construcción de fenomenologías que lleven a los estudiantes a tener que analizar y argumentar con respecto a un fenómeno, promoviendo modos de hablar con respecto a la experiencia que ello implica.

3.5. Construcción de conocimiento en los procesos de enseñanza de la Física

Es importante resaltar, que la enseñanza de la ciencia debe romper dogmatismos, cuestionar las certezas, promover una autonomía intelectual a la hora en que el sujeto deba tomar decisiones. Favorecer la reflexión por parte del estudiante con respecto a sus saberes, a

sus relaciones con el entorno, que incentive una actitud crítica del estudiante en lo que tiene que ver con su entorno, sus saberes y sus decisiones. (Henao y Palacio, 2013)

Se piensa que la física es un área disciplinar en la que todo se encuentra perfectamente ordenado según el porvenir histórico de la actividad científica marcada por los conceptos, teorías, leyes, etc., y por lo tanto, se piensa que la enseñanza de la física debe estar centrada en la asimilación y uso adecuado de dicha disciplina. Por el contrario, se debe superar esa concepción que se ha convertido en un obstáculo en la enseñanza de la física, (Ayala, 2006)

No obstante, no se puede negar que es realmente importante la enseñanza de aquellos conocimientos disciplinares propios de la física, aquellos conceptos y teorías que el docente como tal debe manejar. Pero todo ello, enfocado en estrategias que promuevan en el estudiante la reflexión y en términos de Guidoni, Arcà, y Mazzoli (1990) la “colonización cognitiva”, que consiste en hacer consciente aquellos conocimientos que ya se tienen para luego buscar comprender aquellos que son nuevos conocimientos.

De igual manera, se considera que en la clase de física, no se están preparando ni técnicos, ni científicos; el objetivo es promover una formación para el conocimiento, enfocada en la reflexión y análisis del mundo que lo rodea y así adquirir mayores herramientas para la toma de decisiones. (Henao y Palacio, 2013; Guidoni, Arcà, y Mazzoli, 1990)

El objetivo no es enseñar siempre cosas nuevas, eso vendrá después de hacer consciente el conocimiento ya adquirido vía sensorial. Sino por el contrario, buscar hacer consciente el conocimiento ya adquirido. En la escuela se debe problematizar más los modos de vivir y de pensar, llevar a los estudiantes a procesos de reflexión, más que solo buscar cambios en los modos de hablar. (Guidoni, Arcà, y Mazzoli, 1990)

Así, la construcción de conocimiento en el aula, es hacer consciente nuestra relación con el mundo, nuestro modo de ser y de pensar, actividad articulada en busca de una reflexión sobre el saber. Lo anterior es factible, dado a que los estudiantes, llegan a la escuela ya con un sin

número de significados, todos ellos marcados por su propia experiencia, por su propia interacción con el mundo, es labor de la escuela, reflexionar y hacer conscientes dichas relaciones. (Guidoni, Arcá, y Mazzoli, 1990)

Cuando se habla de construcción de conocimiento en la escuela, se hace referencia a la capacidad del estudiante que tiene de modificar, elaborar y estructurar sus experiencias sensoriales por medio de la reflexión e interacción con los otros buscando una mayor comprensión sobre aquella realidad que le rodea. (Ayala, 2006)

En donde, hacer consiente aquellos saberes ya obtenidos, es reconocer que a partir de aquellas experiencias sensoriales, el estudiante por medio de la reflexión y el análisis puede modificar sus modos de acción y de pensar, construyendo así un campo fenomenológico con respecto a la articulación de dichas experiencias. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013)

Por tal motivo, el hacer consiente las interacciones con el mundo es entender que toda acción contiene inmerso pensamiento y que toda forma de pensar conlleva en si misma las acciones de manera implícita. (Iglesias, 2004)

De lo anterior, es evidente la interacción existente entre las experiencias, el lenguaje y el conocimiento. Siendo dicha interacción el punto de partida de un proceso de comprensión. A partir de la experiencia y por medio del lenguaje se construye conocimiento, es allí en donde se puede representar la experiencia, explicitar, describir y comunicar a otras personas y de allí, se puede modificar, extender, en fin, sufrir todo tipo de variaciones gracias a esas interacciones con el otro. (Guidoni, Arcá, y Mazzoli, 1990)

Recurriendo por tal motivo a esta interacción que se da entre las experiencias, el lenguaje y el conocimiento, es pertinente decir, que dicha interacción debe ser parte de una estrategia empleada en la escuela para generar esa reflexión anteriormente mencionada. Esto por medio de la creación de actividades, que logren activar dicha interacción, que a partir de

secuencias permita al estudiante relacionar dicha actividad con sus experiencias y sensaciones ya vividas. (Guidoni, Arcá, y Mazzoli, 1990)

En el aula de clase de física, la actividad experimental, es la que debe buscar activar esa relación existente entre la experiencia, el lenguaje y el conocimiento, facilitando de tal manera una relación estrecha entre la construcción de fenomenologías y el proceso de formalización, en donde se promueve la constante reflexión en pro de la construcción de conocimiento. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013)

En donde la formalización, es aquello que a partir de las experiencias sensoriales e interacciones con los otros se construyen ideas, conceptos, salen a flote relaciones, cualidades, etc. y todo aquello que permite empezar a hablar de un fenómeno o situación en particular. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2014)

3.6. Experimentación mental y Construcción de conocimiento

3.6.1. La experimentación mental.

Existen algunos problemas o planteamientos que no son posible de resolverse sin recurrir a la experimentación mental (Mach 1948), planteamientos por ejemplo como; hacer cruzar por un río en una pequeña barcaza a un hombre con un bulto de pasto, una vaca y un lobo, sabiendo que la barcaza solo tiene dos puestos, uno lo ocupa el hombre que es quien conduce quedando un solo lugar para el pasto, la vaca o el lobo, de igual manera ya se sabe que no se pueden dejar solo a la vaca con el pasto o al lobo con la vaca, ¿cómo lograr entonces que el hombre termine al otro lado del río con el pasto, la vaca y el lobo sanos y salvos?

Otro ejemplo de un planteamiento que para lograr resolverse se requiere de la experimentación mental, es presentado por Mach (1948) el cual consiste en “colocar al mismo tiempo a un hombre de pie y tumbado” (p. 147) y que para dicha solución se requiere de un pensamiento abstracto alejado además de todo absolutismo.

Los dos ejemplos anteriores, son una clara muestra que para llegar a su solución se requiere de la experimentación mental, esto es, quien pretenda resolverlos tiene que recurrir a sus experiencias y vivencias, así como a los conocimientos previos. La experimentación mental es una actividad intelectual muy usada en la ciencia, puesto que es capaz de crear relaciones y enlaces entre estas experiencias, vivencias y aquellos conocimientos previos resultando de esta manera en ideas catalogadas como nuevas y que en realidad son un compendio de las propias experiencias y conocimientos que ya se poseían.

A dichas experiencias, vivencias, conocimientos ya establecidos Mach (1948), los denomina “pensamientos particulares” y cuya conjugación entre estos pensamientos particulares en la actividad intelectual denominada experimentación mental se convierten en “pensamientos generales”, es decir, la experimentación mental se puede ver como un proceso en el cual aquellos pensamientos particulares y cotidianos convergen sacando a flote nuevas formas de pensar.

Por tal motivo, siguiendo a Mach (1948) la experimentación mental parte de lo cotidiano, de lo particular para llegar a formas de pensar más amplias, más generales. Teniendo en cuenta, que dichos pensamientos particulares están permeados de absolutismos y que la experimentación mental consiste en el desprendimiento de dichos absolutos dando cabida a nuevas formas de pensamiento.

De lo anterior, se puede ver que la materia prima de esta actividad intelectual denominada experimentación mental son aquellos “pensamientos particulares”, es decir, aquellas vivencias, sensaciones y experiencias que el sujeto adquiere en su constante relación con el entorno y con el mundo mismo, para luego producir nuevos pensamientos y estos a su vez pueden seguir siendo impulsores de nuevas formas de pensar. Convirtiéndose en tal medida la experimentación mental como una actividad innata y propia de los sujetos. (Mach 1948)

De esta manera, la experimentación mental, como es de esperar depende en gran medida de esa materia prima anteriormente mencionada, es decir, de aquellas experiencias y conocimientos que el sujeto pensante tenga en el momento de resolver un planteamiento particular (Mach 1948)

3.6.2. Construcción de conocimiento a través de la experimentación mental.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, acerca de la experimentación, se asume en esta investigación que la experimentación mental permite de igual manera la ampliación de las experiencias, así como la manipulación, formalización y construcción de concepciones; agregándole además, que por medio de la enseñanza de la física a partir de la experimentación mental, se podría generar o impulsar la física moderna en las aulas de clase de los colegios. (Macías, 2014)

De igual manera, Aguilar y Romero (2011) consideran que: “la experimentación mental (...) es un mecanismo apto tanto para la profundización, la aclaración, la visualización o construcción de ideas, planteamientos o teorías.” (p. 172). Siendo este tipo de experimentación de igual valor que la experimentación real, se podría mencionar, que la experimentación mental posee un plus, en pro de la construcción de conocimiento, y es que la experimentación mental puede ser usada ya sea de manera Heurística; es decir, puede crear nuevas experiencias, o de manera crítica; la cual conlleva a analizar y reflexionar sobre una teoría ya expuesta; otro de los usos que se le pueden dar a la experimentación metal corresponde a un énfasis apologético, es decir, buscando argumentos que sustenten o comprueben una teoría dada. (Macías, 2014)

Además, la experimentación mental siempre está al alcance de todos, puesto que su base primordial son las experiencias propias de cada individuo, pudiéndolas llevar a representaciones mentales, haciendo de esta una forma de experimentación más asequible

para todos los individuos, puesto que pueden existir elementos en la experimentación física o real que o no son simples de conseguir o cuya manipulación no es del todo viable. (Mach 1948)

Es necesario mostrar a grandes rasgos, en que consiste la experimentación mental. La experimentación mental, permite reflexionar sobre las experiencias directas dadas en la relación con el mundo. Pero dicha ampliación de las experiencias se da a partir de las visualizaciones mentales o imaginarias, en donde se puede llevar a cabo una manipulación de las variables a intervenir, permitiendo, primero que todo, una interpretación para luego llevar a cabo un análisis de los posibles resultados de dicha manipulación.

Ahora bien, contrario a lo que se podría creer, la experimentación mental, debe responder a ciertas reglas que permitan darle validez. Esto es, por ejemplo, no debe contradecir las formalizaciones conceptuales ya establecidas y lo más importante, es que se pueda imaginar, es decir, si mentalmente es imposible de visualizar, dicho experimento ha de ser desechado inmediatamente. (Aguilar y Romero, 2011)

4. Diseño metodológico

4.1. Enfoque y tipo de estudio

Este trabajo se encuentra enmarcado bajo el paradigma constructivista, de manera que es fundamental la construcción teórica por parte del investigador a partir de la interpretación y rastreo bibliográfico (Stake, 2007) realizado tanto en los seminarios de practica I, así como en los de practica II. De igual manera, el trabajo se centra en la interpretación y análisis de toda aquella información que se pudo obtener por parte de los estudiantes por medio del desarrollo

de las actividades planteadas en la propuesta. Por tal motivo la presente investigación tiene un enfoque de carácter cualitativo.

En esta investigación se utiliza el método de casos único, puesto que se centra en estudiar lo complejo y particular de un grupo de estudiantes de decimo de bachillerato, buscando comprender cómo se puede enseñar física a partir de la experimentación mental como mecanismo para la construcción de conocimiento.

Se trata de un estudio de casos único e instrumental. Único, puesto que no se basa en la conformación de múltiples casos, sino que es un solo caso en particular el cual está conformado por un grupo pequeño de estudiantes. Es instrumental, ya que el estudio de casos es en este sentido, un instrumento para buscar comprender la situación planteada y así llegar a posibles generalizaciones a partir de lo particular del caso. (Stake, 2007)

En la presente investigación los temas de importancia o principales son: la enseñanza de las ciencias, la construcción de conocimiento, el papel de la experimentación en el aula de clase, la experimentación mental. Dichos temas no son de ninguna manera simples o fáciles de abordar, por el contrario, estos temas se encuentran en estrecha relación entre si y entre algunos aspectos psicosociales de los individuos mismos.

Por lo tanto, en este como en cualquier estudio cualitativo es importante el lenguaje y las expresiones de los participantes a la hora de describir, así como la interpretación del investigador. (Stake, 2007)

4.2. Caso y contexto

Como ya se mencionó, La presente investigación se enmarca en una investigación de estudio de caso único e instrumental, puesto que busca la comprensión de un caso particular a la hora de buscar la implementación de la experimentación mental como herramienta para construir conocimiento en el aula de clase, teniendo en cuenta la reflexión propia de las experiencias que se enmarcan en la vida cotidiana de los estudiantes.

El caso estuvo conformado por 11 estudiantes del grado decimo de bachillerato, 8 mujeres y 3 hombres, quienes se encontraban en edades entre los 15 y los 17 años de edad, provenientes de los barrios populares aledaños a la Institución Educativa Finca La Mesa, en el grado decimo, más precisamente en el grupo de 10^º1. Dicha institución educativa se encuentra en la comuna 2 de Medellín (ver [Apéndice 6](#)), gozando de gran centralidad urbana, lo cual le permite recibir estudiantes de 4 de los barrios que la rodean: La Frontera, Pablo VI, El Playón y La Isla. Además, las actividades planteadas en la propuesta de aula, se llevaron a cabo durante el segundo semestre de prácticas pedagógicas por parte del investigador.

Dado que se realizó la investigación con los mismos estudiantes del curso de física del grado decimo, con el que se desarrollaron las practicas pedagógicas I y II, la selección inicialmente es a priori, luego, en un primer momento, buscando la participación de los estudiantes de manera libre en las actividades propuestas, se les pidió a todos diligenciar un protocolo ético (ver [Apéndice 1](#)) en el cual, daban además su consentimiento con respecto al registro de la información así como video y audio.

Luego de un plazo de una semana, de treinta y cinco (35) estudiantes, solo once de ellos presentaron el protocolo ético debidamente diligenciado, demostrando así, su interés en participar de las actividades propuestas y garantizando además una disposición por parte de los participantes a la hora de dar sus impresiones y opiniones con respecto a las temáticas abordadas en la propuesta (Stake, 2007), convirtiéndose este en un proceso de auto-selección en el cual queda en evidencia la disposición de dichas personas en participar de la propuesta.

De estos once estudiantes disponibles para realizar las actividades propuestas por el investigador, tres son hombres y 8 son mujeres, se resalta que el 80% de las actividades realizadas fueron llevadas a cabo en época de fin de año escolar, es decir, los encuentros se llevaron a cabo cuando el periodo escolar estaba prácticamente terminando, demostrando de

igual manera, que la presencia de dichos estudiantes a los encuentros fue por la motivación e interés hacia la temática abordada.

4.3. Propuesta didáctica y registro de la información

4.3.1. Propuesta didáctica.

La propuesta de la investigación aquí presentada, consiste en un total de 4 actividades que se llevaron a cabo en la Institución Educativa Finca La Mesa, afinales de año, con un grupo de 11 estudiantes de decimo de bachillerato y cuya información fue registrada a partir de audios, videos y trabajos escritos. Dichas actividades serán expuestas a continuación.

Dicha propuesta tiene como objetivo, identificar las contribuciones de la experimentación mental a la construcción de conocimiento en el aula de clase por parte de los estudiantes, a través de actividades planteadas, donde en forma general se incentiva la reflexión y el análisis de los estudiantes, acerca de situaciones particulares presentes en su entorno.

Para la realización de cada una de las actividades propuestas se conformaron pequeños grupos de trabajo entre los estudiantes participantes, a los cuales se les entregaba cada guía de trabajo con un tiempo prudente para responder a los cuestionamientos y situaciones planteadas allí, para luego pasar a realizar una socialización entre todos los estudiantes en pleno en la cual se generaban discusiones con respecto a las formas de pensar de todos los participantes. A continuación, en la tabla 1, se presentan dichas actividades con su respectivo título y objetivo.

Actividad	Título	Objetivo
#1	Pensando un poco lo cotidiano	Promover la reflexión de aquellas situaciones denominadas comunes en la vía diaria
#2	¿Cómo puedo medir?	Que los estudiantes construyan nuevas formas para medir una superficie y encuentren la necesidad de consensos.
#3	Puntos de vista diferentes	Que los estudiantes argumenten y expliquen de manera coherente los resultados de cada una de las actividades aquí planteadas.

#4	Una forma de medir en astronomía	Poner en juego las experiencias y conocimientos ya adquiridos dando solución a la presente actividad.
----	----------------------------------	---

Tabla 1: Lista de actividades de la propuesta implementada.

4.3.1.1. Breve descripción de las actividades.

Actividad #1: Se plantean dos situaciones que buscan promover en el estudiante la reflexión y el análisis con respecto al mundo que les rodea. En la primera situación se plantea la necesidad de contestar a cuestionamientos como: qué forma tiene la tierra, donde se exige a los estudiantes dar diferentes tipos de argumentos que sustenten sus respuestas. En la otra situación se plantea un caso hipotético de una mosca que va adentro del vagón de un tren, de igual manera se solicita responder que ocurre con la mosca a medida que van variando las condiciones planteadas. Claro está, dicha respuesta con su respectiva justificación.

Esta actividad se planeó y construyó basándose en los constructos teóricos sobre: la experimentación mental, lo histórico-epistemológico, la construcción de conocimiento.

Actividad #2: En esta actividad, se plantean situaciones en las que los estudiantes deben construir otra forma de medir el salón de clases en la cual no podían utilizar el instrumento convencional para éste tipo de labores, pasando luego a plantearles la situación de cómo poder medir la distancia entre dos ciudades para finalmente llegar a analizar la dificultad que puede presentarse para medir distancias en el ámbito astronómico, todo ello, a partir de lo que conocen llevándolos a darse cuenta de la necesidad de formas de medir establecidas por el grupo, es decir, llegar a consensos.

Esta actividad se planeó y construyó basándose en los constructos teóricos sobre: la experimentación, la medición, lo histórico-epistemológico, construcción de conocimiento.

Actividad #3: Se hace un acercamiento más próximo con respecto a la medición de distancias astronómicas, planteando uno de los métodos empleados para dicho fin, pero a menor escala, con el fin de ir subiendo el nivel de dificultad a la hora de realizar la actividad.

Uno de los métodos empleados para medir distancias astronómicas se denomina paralaje, el cual consiste en comparaciones con respecto a la posición de un objeto con referencia en otros y observados desde puntos distintos.

Esta actividad se planeó y construyó basándose en los constructos teóricos sobre: la experimentación, la experimentación mental, la medición, construcción de conocimiento.

Actividad #4: En esta, se plantea la necesidad de medir distancias de objetos astronómicos, cuando éstos son plasmados en una hoja de papel, esto con el fin de traer aquellas experiencias que el estudiante ya posee y aquellas que de manera intencional se trabajaron en las tres actividades anteriores, dando herramientas suficientes a los estudiantes para buscar y hallar la solución con respecto a la distancia astronómica que se pedía.

De tal manera, se abordaron temáticas como: la construcción de conocimiento, la experimentación mental, la medición.

4.3.1.2. Surgimiento de la propuesta didáctica.

Esta propuesta para la enseñanza de la física, emerge luego de la observación llevada a cabo en la práctica pedagógica I. En dicha observación consignada en los diarios de campo que se emplearon como instrumento para el registro de dichas observaciones, se evidenció una verticalidad en la enseñanza de la física dentro del aula de clase, en donde el docente se dedicaba a la transmisión de contenidos disciplinares haciendo uso solo del tablero y los estudiantes solo respondían a dicha dinámica con memorización de ejercicios matemáticos, además del generalizado desprecio hacia la materia.

A partir de los referentes teóricos y bibliográficos consultados durante los seminarios de práctica pedagógica I y II se empieza a gestar la propuesta producto de la observación realizada en la institución, contrastada con dichos referentes bibliográficos. Luego se estudió con detenimiento los estándares curriculares que el ministerio de educación propone para los estudiantes de grado decimo, hallando que dichos estándares hacen referencia a los

conocimientos mínimos que deben adquirir los estudiantes de grado decimo, por ende, una propuesta de enseñanza no incurriría en ninguna falla en contra de los estándares ya mencionados.

Además y de forma paralela, se estudió el Proyecto Educativo Institucional (PEI) propio de la institución, y se encuentra que una propuesta de enseñanza a partir de la experimentación mental como mecanismo para la construcción de conocimiento era acorde con dicho Proyecto institucional, puesto que en este, la institución busca la formación de los jóvenes de manera integral, desarrollando una capacidad de reflexión y de pensamiento crítico que les ayude a la hora de tomar decisiones e influir en la construcción de país.

Es de resaltar que para el diseño y planteamiento de las actividades de la propuesta didáctica se tuvieron como fundamentos teóricos aquellos trabajados en los seminarios de practica I y II. De los cuales se empieza a construir todos los apartados que en este documento se encuentran.

Por tal motivo, las actividades resaltan mucho la experiencia de los participantes, sus vivencias y sensaciones a la hora de abordar una temática en específico. Se plantea para dicho fin, la experimentación mental, como aquella actividad intelectual propia de los sujetos y que por medio del análisis y la reflexión se haga consiente los saberes ya adquiridos y pueda dar paso a nuevas construcciones y formas de pensar.

4.3.2. Registro de la información.

El registro de la información, dio inicio inclusive desde antes de realizar la implementación de la propuesta, puesto que dicha información registrada parte desde la búsqueda de otras investigaciones “antecedentes” con respecto al tema o tópicos aquí tratados (Stake 2007), es decir, con respecto a la construcción del conocimiento desde la experimentación mental como herramienta que aprovecha las experiencias de los estudiantes para reflexionar el mundo que los rodea.

Luego, al momento de llevar a cabo la implementación de las actividades propuestas, se tuvieron en cuenta los siguientes mecanismos para registrar la información suministrada por los participantes, en donde cada uno de estos mecanismos utilizados tiene su respectiva justificación.

Audios: permiten un registro de manera exacta y precisa de las palabras (Stake, 2007) de los participantes a la hora de emitir un juicio u opinión en un tema determinado; Videos: además de permitir la exactitud de las palabras de los participantes, resalta las acciones llevadas a cabo por los participantes a la hora de realizar algunas de las actividades; trabajos escritos: algunas de las actividades permitían que los estudiantes plasmaran sus ideas u opiniones en palabras o dibujos en hojas de papel, las cuales son recogidas y tomadas como otra fuente de registro de la información suministrada por los estudiantes para su respectivo análisis; Diarios de campo: se dispuso de dicho instrumento cuando el investigador se encontraba en la práctica pedagógica I, siendo útil al momento de registrar formas de pensar y de concebir la física tanto por parte de los estudiantes como por el docente.

Las sesiones que se llevaron a cabo al momento de implementar la propuesta, fue dirigida por el investigador, donde en algunas ocasiones se hizo observación no participante y en otras dirigía y ordenaba la discusión que se daba entre los estudiantes. Dado que la interpretación y el análisis se centran en la información registrada, el investigador no debía predisponer a los estudiantes con comentarios o respuestas que guiaran a estos, sino que, las intervenciones de los estudiantes fuesen construcciones propias y que pudiesen dar sus ideas e impresiones.

Por lo tanto, durante la implementación de la propuesta de enseñanza, se realizó por parte del investigador, una observación no participante, en donde solo se limitaba en la dirección de las actividades, prestando mucha atención a los comentarios, a las acciones, gestos, tonos y formas en que los estudiantes decían o daban sus opiniones.

Ante la latente posibilidad de las preguntas por parte de los estudiantes hacia el profesor/investigador, este solo se limitaba a responder lo necesario o a devolver otra pregunta como respuesta, buscando siempre la movilización de los propios estudiantes en busca de resolver las actividades planteadas.

4.4. Categorías y subcategorías de análisis

Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías
¿Qué contribuciones se pueden generar en la construcción de conocimiento de los estudiantes a partir de la orientación de actividades de experimentación mental, en los procesos de medición de distancias astronómicas?	Analizar las contribuciones al proceso de construcción de conocimiento de los estudiantes de física de la media escolar, al hacer uso de la experimentación mental en actividades orientadas a los procesos de medición de distancias astronómicas.	Identificar el proceso de construcción de conocimiento por parte de los estudiantes cuando se les orienta actividades que resaltan la experimentación mental como una actitud propia de los sujetos	La enseñanza de la física	La construcción de conocimiento. <hr/> La experimentación mental como herramienta para construir conocimiento
		Evaluar los procesos de medición derivados de la experimentación mental llevada a cabo por los estudiantes, que posibilitan la comprensión del significado de las escalas y datos de medición en las distancias astronómicas.		La experimentación

Tabla 2: Categorías y subcategorías de análisis,

La primera categoría: La enseñanza de la física, se pregunta por cuál debería ser el enfoque de la enseñanza de la física con el fin de promover la reflexión y el análisis de los estudiantes. De dicha categoría surgen las siguientes dos subcategorías:

La construcción de conocimiento: La física es un constructo social en el que interviene el entorno, los conocimientos previos y las experiencias propias de los sujetos, así como las constantes interacciones entre los individuos.

Por tal motivo, la construcción de conocimiento en el aula de clase, implica que los estudiantes se apropien de sus saberes previos haciendo consientes aquellas experiencias y por medio de las interacciones y conversatorios promovidos en el aula los estudiantes alcancen y elaboren nuevos pensamientos.

Lo anterior se puede evidenciar cuando en un grupo de estudiantes, a la hora de resolver una situación problema planteado discuten en pro de la solución. Dicha discusión se puede dar con el ánimo de refutar o sustentar ideas, así como para complementarla, de tal manera, que de ese va y ven de ideas, de complementos, ejemplos y refutaciones surgen consensos, siendo estos, indicativos de que los estudiantes se encuentran en procesos de construcción del conocimiento.

La experimentación mental como herramienta para construir conocimiento: De la subcategoría anterior, la construcción de conocimiento implica la constante reflexión y análisis por parte de los estudiantes, así pues, la experimentación mental es una herramienta fundamental que contribuye enormemente a dicha reflexión, puesto que permite traer las experiencias y aquellos conocimientos previos del sujeto, generando relaciones y comparaciones entre lo conocido y lo que se está planteando en una actividad en específico.

Algunos de los indicios de lo anterior, es cuando los estudiantes logran realizar comparaciones abstractas entre lo planteado y lo que conocen, cuando la actividad mental promueve nuevas dificultades, preguntas y certezas las cuales son expresadas en el grupo, lo

cual aviva la discusión y argumentos en busca de las situaciones planteadas, generando de esta manera nuevos escenarios, modificaciones o variaciones que la experimentación mental permite que se efectúen para su posterior análisis.

La segunda categoría: La experimentación, busca responder la inquietud con respecto a cómo se pueden llevar a cabo actividades de experimentación en el aula de clase que incentiven la reflexión y análisis de los estudiantes buscando promover la construcción de conocimiento, por un lado, identificando aquellos procesos de medición inmersos en el análisis y construcción de fenómenos; y por el otro, como la implementación de la experimentación sea física o mental en el aula de clase incentiva la reflexión y el análisis por parte de los estudiantes. De tal categoría, igualmente surgen las siguientes dos subcategorías:

Experimentación en la enseñanza de la física: La actividad experimental en el aula de clases de física es de vital importancia tanto para la enseñanza de la disciplina como para promover en los estudiantes la reflexión del mundo que los rodea.

Actividades que fomentan el estudio de un fenómeno determinado y la capacidad de los estudiantes de representarlo, hablar de dicho fenómeno, de compararlo con sus experiencias, de crear argumentos que intentan dar explicaciones a dicho fenómeno, son indicios de que la experimentación como tal contribuye a la construcción de conocimiento.

Procesos de medición en la experimentación: El estudio o construcción de fenómenos por parte de los estudiantes, permite que sea el grupo de estudiantes quien tenga la necesidad de establecer consensos así como formas de hablar y de expresar cualidades propias de un fenómeno. Formas de hablar que son en principio concertadas a partir de la argumentación y análisis grupal.

El diseño de actividades que conlleven al estudiante a tener que plantearse o preguntarse por las cualidades de un fenómeno, así como por su respectiva organización y

ordenación, de donde tales intentos de explicación, de organización y ordenación son indicativos de una construcción consiente del conocimiento por parte de los estudiantes.

4.5. Plan de análisis

En primer lugar, se realizan las transcripciones respectivas, revisando de manera pormenorizada la información registrada pensando en aquellas interpretaciones que dicho primer análisis podrían saltar a la vista, observando de igual manera relaciones entre los objetivos trazados inicialmente, las categorías y los indicios construidos para las subcategorías planteadas, al igual que todo el marco teórico tanto disciplinar como pedagógico poniéndolo a conversar con lo encontrado en la información registrada.

Por tal motivo, la presente investigación se centra en la interpretación y análisis de la información registrada en todas las intervenciones realizadas por los estudiantes en el desarrollo de las actividades planteadas en la propuesta didáctica. Dicho análisis pretende dar sentido a los aportes o comentarios de los estudiantes al momento de realizar las actividades propuestas.

Los análisis, evidencian la relación existente entre las categorías de investigación planteadas y fundamentadas en el marco teórico, teniendo siempre presente que lo que se trata de comprender es el caso, por lo que se analiza episodios pensando en la correspondencia entre dicha información, las categorías y los objetivos planteados. (Stake 2007)

Para una interpretación más amplia se seleccionan solo partes de la información registrada que más interesa incluir en el informe. Para tal fin, primero se hace una selección de todo aquello que se cree se le puede dar un significado relevante para dar respuesta a la pregunta y que esté en vía de alcanzar los objetivos propuestos. Luego se debe depurar dicha información correlacionando dichos fragmentos tanto con las categorías como con la fundamentación teórica y los objetivos planteados.

Estrategia de triangulación.

Dado que la presente investigación es de un enfoque cualitativo, se recurre a la triangulación como estrategia que busca relacionar aquella información seleccionada para el análisis teniendo siempre presente las categorías, los referentes teóricos y los objetivos de la investigación. Por tal motivo, permite aclarar y analizar la información que a simple vista no es fácil de captar y que es necesaria dicha triangulación para efectuar y ver esas relaciones que el investigador hace entre la información recogida y seleccionada y las categorías de investigación. (Cisterna, 2005)

Por tal motivo, la triangulación es una estrategia de confiabilidad y validación con respecto a los análisis que se hacen dentro de la investigación de los apartes seleccionados de la información registrada, permitiendo además, la organización de la información de manera adecuada y coherente con las categorías formuladas y fundamentadas.

Para dicha confiabilidad y validez de la interpretación y análisis realizado en esta investigación, se emplearon dos estrategias de triangulación: triangulación fuente de datos y triangulación metodológica.

➤ **Triangulación fuente de datos:**

Los análisis realizados a partir de la información registrada y seleccionada, se encuentran relacionados y fundamentados por el marco teórico, actuando como fuente de datos confiable a la hora de analizar la información, como otra fuente de datos. Es decir, dichos análisis no surgen por capricho del investigador, sino, por la relación coherente que el investigador hace entre la información registrada y el marco teórico. (Stake 2007)

➤ **Triangulación metodológica:**

La investigación se centra en la interpretación del investigador con respecto a la información registrada, en donde la observación es complementada con los audios, videos, actividades escritas, manuales de campo, que sirven para estar en una constante búsqueda de

datos los cuales puedan ser llenados de significado a partir de las categorías planteadas y fundamentadas. (Stake, 2007).

Por tal motivo, con dicha estrategia de triangulación, se busca darle coherencia a todo el proceso de investigación, así como a los instrumentos empleados para el registro de la información, validando el análisis hecho a partir de la interpretación de toda esa información entrelazada con el marco teórico y que desde un principio fue planeada y planificada para dicho fin.

5. Hallazgos y Análisis

5.1. La enseñanza de la física

La primera categoría, denominada construcción de conocimiento, se plantea debido a que se pretende saber cómo se podría dar la construcción de conocimiento en el aula de clase, específicamente, en la enseñanza de la física, de igual manera se propone identificar las contribuciones a la construcción de conocimiento de la experimentación mental como mecanismo para la enseñanza de la física.

5.1.1. Construcción de conocimiento.

Según Fleck (1986), los conceptos e ideas no surgen de una manera instantánea en una persona, dichas ideas siempre están entrelazadas de alguna manera con el entorno en donde dicho concepto e idea no es en realidad creada por una sola persona, sino, que se trata de toda una construcción social. De igual manera, en el aula de clase las interacciones sociales no dejan de estar presentes, es decir, al encontrarse un grupo de estudio en contacto y pensando en la

solución a un planteamiento dado, las ideas fluyen, van y vienen dentro del grupo, se

presenta a continuación un pequeño fragmento de una conversación que evidencia lo anterior.

VC: *“cómo podemos medir esa distancia, no puede ser con cualquier co...” [La interrumpen]*

TM: *“con la velocidad” [todos la miran]*

SG: *“jajaja, no estamos en clase de física”*

MC: *“pero si, simplemente la persona tiene que ir a un ritmo constante”*

VC: *“no pero quien va a medir eso caminando”*

TM: *“con un carro, un carro es más rápido”*

YV: *“uno cómo mide la velocidad”*

MC: *“por ejemplo yo me voy trotando, pongamos un ejemplo chiquito, por ahí 10 horas...a pero cómo voy a calcular la aceleración”*

YV: *“por eso, uno cómo puede calcular la distancia.”*

MC: *“para la distancia, se necesita la velocidad”*

TM: *“pero el carro puede ir con la misma velocidad, y como dice MC, yo puedo ver cuánto se demora el carro”*

Esta conversación se da en la actividad número 2 ([Apéndice 3](#)), al dar respuesta a la pregunta 3, ¿Cómo se podría medir la distancia entre dos ciudades lejanas? Se puede notar en este fragmento de la conversación del grupo, que a medida que avanza la conversación van surgiendo ideas nuevas, que como lo sugiere Fleck (1986), en realidad surgen a partir de lo que los otros han dicho y de esas posibles relaciones con sus propias experiencias en otros momentos, es decir, luego de que alguien mencionara algo con respecto a la clase de física, la conversación fluyó en torno a ese punto, puesto que era común para todos.

Por otra parte, se puede ver como lo menciona Mach (1948), las ideas se van puliendo o corrigiendo gracias a esas interacciones con el otro, en donde las ideas surgen de las constantes correcciones, discusiones que se pueden dar alrededor de un tema en específico, tal como es el caso de la medición de la distancia entre dos ciudades, en donde la solución se fue abriendo paso a lo largo de la discusión grupal.

Con Mach (1948), se resalta de igual manera la importancia de la discusión grupal, cuando menciona que la mayoría de ejemplos, contraejemplos o correcciones vienen por lo general de personas distintas a quienes sugirieron una idea. Tal situación es muy marcada en

este fragmento, puesto que luego de que alguien expresara sus sugerencias frente a la situación planteada, la discusión la generaban los otros estudiantes, quienes al no estar de acuerdo formulaban argumentos que buscaban refutar o complementar aquellas sugerencias si por el contrario, las compartían.

Pero, para que haya construcción de conocimiento en la clase de física, es necesaria la implementación de actividades que muevan a los estudiantes, que los movilice hacia la reflexión y análisis (Guidoni, Arcá, y Mazzoli, 1990), por tal motivo, se presentan unas respuestas dadas por los estudiantes a la situación planteada en la actividad número 1 (Apéndice 2), ¿De qué forma es la tierra? Y ¿Cuáles serían los argumentos utilizados para convencer a otra persona de dicha forma de la tierra?

“La tierra es redonda por que ya han hecho investigaciones y han visto el planeta desde el espacio. Las personas han investigado muchos años atrás y los demás planetas son redondos también.” Grupo 1

“Las personas que están más seguras de esto son las que tienen más conocimiento de ello, y ese conocimiento se lo dan a las demás personas, por ende en realidad no sabemos, solo tenemos una teoría que nos dan, la teoría dice que la tierra es redonda.” Grupo 2

“Les mostramos a las demás personas que la tierra es redonda no con nuestros argumentos, sino con referencias históricas de estudios de dichos temas.” Grupo 3

Las anteriores, son algunas de las respuestas grupales más representativas, en este punto, no hubo ni se suscitó discusión alguna, en primer lugar, los estudiantes pasaron de largo por la primera cuestión, aquella que hace referencia a la forma de la tierra, la cual se asumía como redonda y en segundo lugar, la argumentación dada de manera general, radica en que los estudios e investigaciones ya están hechas.

La enseñanza de la ciencia, implica romper dogmatismos (Henao y Palacio, 2013; Ayala, 2006), quebrar esas estructuras teóricas que no permiten la reflexión por parte de los estudiantes respecto al mundo que les rodea y que puedan ser conscientes de los saberes ya adquiridos. (Guidoni, Arcá, y Mazzoli, 1990)

5.1.2. La experimentación mental como herramienta para la construcción de conocimiento.

La experimentación mental en la enseñanza de la física, moviliza el pensamiento y la reflexión en los estudiantes, resalta la importancia de las vivencias, sensaciones y experiencias de los estudiantes como sujetos en constante relación con el mundo. Por tal motivo, al momento de realizarse una actividad de experimentación mental, esta permite que dicha actividad se vea enriquecida con la inclusión de las diferentes experiencias y conocimientos previos a la actividad como tal.

En la segunda situación planteada de la primera actividad ([Apéndice 2](#)), se propone un experimento mental, en un viaje habitual en el metro, el cual lleva una velocidad promedio de 40 km/h, y suponiendo que una mosca pueda entrar a un vagón del metro, ¿qué pasa, si se pone a variar la velocidad de la mosca a dentro del vagón?

“Si la mosca tiene menor velocidad que la del metro esta va a chocar con la parte trasera del vagón. Si la velocidad del metro y la mosca es igual, estos no chocaran, la mosca no cambia de lugar en donde ha estado.” Grupo 2

Es evidente el nivel de manipulación que brinda la experimentación mental, permitiendo de alguna manera que los estudiantes se hagan con sus propias experiencias y a raíz de aquellas configuran y modifican el planteamiento inicial (Macías, 2014; Aguilar y Romero 2011), dado que los estudiantes intentan narrar a detalle lo que pudiese suceder según la velocidad propia de la mosca a dentro del vagón de tren. Como un segundo ejemplo de lo anterior, y que quizás pueda ser considerado como un nivel mayor de abstracción.

AT: *“Suponiendo que la mosca se queda ahí en el aire...”*

MC: *“noooo... vea, imagínate en un tren, cierto, y va en la mitad, y el tren avanza...” [La interrumpe]*

AT: *“yo entiendo, porque yo pensaba lo mismo, pero el aire del tren la puede empujar”*

MC: *“cómo, cómo no se va quedar atrás, algo que la tenga que sujetar para ir con el tren”*

SG: *“sería lo mismo que con un globo, porque si el gas dentro del globo, dependiendo de su densidad o flota o se...”*

AT: *“por eso, y la mosca tiene aire adelante y atrás...”*

MC: *“eso vea, usted lo dice, mientras el globo tiene aire adentro también.”*

En este fragmento, el estudiante hace un símil entre la mosca y un globo, dicha comparación que fomenta la discusión y un análisis más riguroso de la situación planteada, puesto que, al introducir un globo en el escenario hipotético, se visualizaron de manera inmediata otras variables que hasta el momento no habían sido tenidas en cuenta, tales como el propio aire a dentro del vagón, y preguntas como, si al vagón le entra o no aire mientras avanza.

De los nuevos objetos y variables que se hicieron presente en la actividad experimental, surgieron pequeñas variaciones con respecto a la situación inicial.

MC: *“ya ni siquiera esa es la cuestión, porque ya hay que tener en cuenta que si entra aire o si todo está cerrado y yo no entiendo eso de que si el aire entra o no sucedan cosas distintas.”*

MC: *“enserio si no entra aire al tren, la mosca se choca”, la verdad, no se hay en esas cuestiones como seria. Que si hay aire o no*

La estudiante manifiesta la necesidad de crear dos escenarios distintos, uno considerando el aire que entrara al vagón y otro que no lo hiciera, se puede observar en este punto, esa posibilidad de variación que posee la experimentación mental, tal como lo menciona (Macías, 2014) la experimentación mental permite la ampliación de las experiencias, la formulación, la manipulación, formalización y construcción de fenómenos.

Además, del fragmento anterior de la estudiante, se puede observar que a pesar de ser un experimento mental, a la estudiante hay algo que no la convence, expresa la confusión de que existan dos escenarios distintos con solo realizar un cambio dentro del vagón. Al respecto Mach (1948), afirma que el nivel de abstracción de la experimentación mental depende en gran medida de las experiencias y sensaciones de los sujetos con su entorno.

Muy acorde con lo anterior, Aguilar y Romero, (2011) sugieren ciertas reglas por las cuales se puede o no llevar a cabo la experimentación mental, una de las cuales hace referencia a la no contradicción de las conceptualizaciones ya formalizadas, esto es, como hemos visto con Mach (1948), dichas conceptualizaciones vienen dadas con la experiencia de cada sujeto. A continuación, se mostrará un posible ejemplo de dicha imposibilidad.

EM: “mejor, vamos al metro y consigamos una mosca.” [Causó risas en general]

La estudiante hizo el anterior comentario cuando se plantearon los distintos escenarios con respecto al aire y al globo dentro del vagón. Evidenciando una imposibilidad de visualización, posiblemente, por la falta de experiencias y sensaciones al respecto (Mach 1948), o dicha imposibilidad es producto de no hacer consiente los conocimientos adquiridos a través de la experiencia. (Malagón Ayala y Sandoval, 2013).

Sin embargo, la experimentación mental es un proceso de visualización que se encuentra al alcance de todos (Mach, 1948), y que, de igual manera, posibilita la ampliación de las experiencias puesto que dicha experimentación es otra forma de relacionarse el sujeto con el mundo (Macías, 2014).

5.2. La experimentación

Esta categoría; la experimentación en la enseñanza de la física, busca responder la inquietud con respecto a cómo se pueden llevar a cabo actividades de experimentación en el aula de clase que incentiven la reflexión y análisis de los estudiantes buscando promover la construcción de conocimiento, por un lado, identificando aquellos procesos de medición inmersos en el análisis y construcción de fenómenos; y por el otro, cómo la implementación de la experimentación sea física o mental en el aula de clase incentiva la reflexión y el análisis por parte de los estudiantes.

5.2.1. Experimentación en la enseñanza de la física.

Según Malagón, Ayala y Sandoval (2013), uno de los objetivos que tiene la experimentación, a partir de la manipulación, ampliación, formalización de las experiencias, es estar en busca siempre de la organización y conceptualización dichas experiencias.

En tal caso, en la situación planteada de la estrella de la actividad número 4 (Apéndice 5), que dice: Según cada una de las dos posiciones del observador, ¿cómo se vería la estrella observada? Y ¿Qué método se podría usar para calcular la distancia de esta estrella?; se encuentran indicios de lo anteriormente marcado.

VC: "A ver es como por ejemplo si usted ve la estrella ahí como... [Mueve la mano en el aire como señalando la estrella]

YV: "VC, sea usted la estrella y..." [Se pone de pie, haciendo que la compañera VC también lo haga, seguidas de los demás]

La estudiante VC, trataba de explicar con el movimiento de sus manos, la posición de la estrella, pero de manera inmediata, la estudiante YV, se pone de pie y le pide a su compañera que sea ella la estrella a observar, y de forma similar se pusieron de pie todos los demás. Luego de esto se organizaron conforme estaba planteado el esquema de la situación, donde cada estudiante representaba ya sea la estrella observada, los puntos de referencia o estrellas del fondo, las dos posiciones de la tierra diametralmente opuestas, simulando la órbita de esta con respecto al sol.

Los estudiantes se hicieron cargo de la actividad experimental, llevando a cabo variaciones, organizaciones, representaciones de lo que consistía la actividad y planteando las soluciones a partir de dicha movilización espontánea por parte de los estudiantes.

La actividad experimental, fomenta la dinámica, siendo esta un espacio que relaciona los procesos de construcción de fenomenologías y el desarrollo de procesos de formalización

(Malagón, Ayala y Sandoval, 2013; Iglesias, 2004) de la cual, se posibilitan los consensos con respecto a las explicaciones de un fenómeno.

De igual manera, la experimentación mental permite la manipulación, variación, organización y formalización a la hora de implementar un experimento de esta índole (Macías 2014), además de que dicha forma de experimentar, fomenta la constante relación entre los conocimientos ya adquiridos con las experiencias sensoriales propias del individuo para que por medio de dicha relación se puedan generar nuevos conocimientos. (Mach 1948)

Pero, aquellos conocimientos y experiencias con las que ya se cuenta, pueden convertirse al tiempo en obstáculos que no permitan la generación de nuevos pensamientos. Se presenta un fragmento que puede servir de ejemplo de lo anterior.

Volviendo a la primera situación planteada en la actividad número 1 ([Apéndice 2](#)), ¿De qué forma es la tierra? Y ¿Cuáles serían los argumentos utilizados para convencer a otra persona de dicha forma de la tierra? En esta ocasión se presenta la siguiente respuesta dada por de un estudiante.

SG: “Cuando el sol, la tierra y la luna se alinean se puede ver el reflejo de la tierra en la luna es redonda, por ende nuestra conclusión es que la tierra es una esfera.”

En la respuesta consignada en el anterior fragmento, se halla una carga teórica, en la que el estudiante habla de dicho reflejo de la sombra de la tierra cuando los tres astros se encuentran colinealmente ubicados, con un convencimiento, como si él hubiese presenciado dichos fenómeno, lo cual, le imposibilitó pensar en posibles argumentos para otras posibles formas de la tierra.

De acuerdo con Mach (1948), la experimentación mental moviliza el pensamiento, sacudiendo y poniendo en duda, al menos, aquellos conocimientos plagados de teorías absolutistas.

5.2.2. Procesos de medición en la experimentación.

Los procesos de medición, implican ante todo, el análisis y estudio de un fenómeno en específico, así como hablar de un fenómeno requiere construir un lenguaje que lo identifique (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013), para luego darle significado a través de un lenguaje algebraico que se complementa con los modos de identificación del fenómeno. (Duhem, 2003)

De la segunda actividad ([Apéndice 3](#)); Describa cómo se podría llevar a cabo una medida del salón de clases y según dicho procedimiento, a) ¿cuánto mide el salón de clases? b) De qué otra manera se podría medir el salón de clases, descríbala. Por lo cual, se dio la siguiente respuesta a dicha situación, luego de llegar a consensos en el grupo.

VC: *“no se puede saber cuánto mide, porque vea, para YV son 33 calzadas, pero para JA, ¡ja! Deben ser muchas más.*

TM: *“para medir, se debe buscar un estereotipo entre todos y mirar quienes tienen la misma medida.”*

La primera parte de este fragmento, muestra el dilema en el que se encontraban a la hora de medir el salón, puesto que no habían caído en la cuenta de la necesidad de un patrón de medida. En el segundo comentario, surge dicho patrón de medida, la estudiante quien hace la observación, sugiere encontrar un “estereotipo” (patrón) entre todos los presentes, proponiendo para tal fin, un mecanismo simple, medirse entre sí los pies y la mayor cantidad de medida iguales, esa sería el “estereotipo” elegido.

Dicho procedimiento se realizó tal cual, pero no con referencia a los pies, sino con respecto a la estatura, dado que, según ellos: *“somos más los que medimos casi iguales”* y así, fue que llegaron a elegir a YV como patrón de medida para medir el salón.

YV: *“es más fácil con la estatura, somos más los que medimos casi iguales”*

TM: *“si, YV será nuestro metro, tírese al piso para que midamos el salón.”*

MC: *“cuánto mide YV? [Responde: 1,68],*

VC: *“el salón mide 5 YV y una cabeza”*

Luego de elegir el patrón de medida, procedieron a medir el salón, al finalizar dicho procedimiento, gritaron la medida: “5 *YV* y una cabeza” ya, en este punto, había sido establecido el patrón de medida y hasta le asignaron significado a dicha medida. De esta manera se evidencia que le asignaron una especie de lenguaje propio a la situación planteada, siendo este, el primer paso en la construcción o estudio de fenomenologías. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013)

A partir de dicho lenguaje, se pueden identificar las cualidades del fenómeno, de igual manera generar magnitudes para llevar a cabo procesos de medición, de escalas y de orden. (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013). Esto ya con la implementación de un lenguaje algebraico entrelazado estrechamente con el lenguaje inicialmente usado para hablar del fenómeno. (Duhem, 2003)

Dicho lenguaje algebraico sirve, en este caso, para identificar de manera exacta la medida del salón, identificación solo válida para el grupo que realizó dicha medida, puede que personas externas al grupo no entiendan que significa “5 *YV* y una cabeza”, pero para el grupo en cuestión tiene mucho sentido.

De igual manera, si en el grupo solo se presenta el número, es decir la magnitud sin mencionar la cualidad que se está midiendo, si solo se dice que el salón mide 5, queda en el aire la pregunta ¿5 qué? lo anterior, con base en lo que expresa Duhem (2003), la medida tomada adquiere sentido para quienes se encuentran en el proceso de construcción de fenomenologías y que además, el número u orden de magnitud, no significa nada en absoluto si le falta aquel primer paso, un lenguaje que sirva para hablar del fenómeno.



6. Conclusiones y Recomendaciones

Al término del registro de la información, así como de la interpretación y análisis de la misma, se presentan dos categorías: construcción de conocimiento y la experimentación en el aula de clase. De estas categorías, se desprende de cada una dos subcategorías (ver [tabla 2](#)).

La enseñanza de la física en las aulas de clase, puede ser a través de actividades que promuevan la discusión y la reflexión entre los estudiantes, dado que dichas discusiones, brindan la oportunidad a los estudiantes de ampliar sus experiencias con la de los demás, promoviendo de dicha manera la construcción de conocimiento en la enseñanza de la física; ya que las mismas discusiones se prestan para que los estudiantes se corrijan y debatan con respecto a las temáticas en específico adquiriendo además, capacidad de argumentación.

Por tal motivo, se plantea que para poder hablar de construcción de conocimiento en la enseñanza de la física, se debe contar con espacios entonces de discusión, reflexión y análisis entre los estudiantes.

La experimentación mental contribuye en gran medida con la construcción de conocimiento en el aula de clase para la enseñanza de la física, dado que fomenta la discusión en los estudiantes a partir de actividades que incitan la movilización de los mismos. Es de gran importancia resaltar, que con la experimentación mental se pretende buscar hacer consientes aquellos conocimientos que el estudiante ya ha adquirido, con el fin de brindar nuevas formas de pensar, que abran espacios para nuevos conocimientos.

Además, en la experimentación mental, las experiencias y vivencias sensoriales de los sujetos cobra vital importancia, siendo éste una de las mayores contribuciones de la experimentación mental a la construcción de conocimiento, dado que parte desde las formas más particulares del individuo hasta llegar a formas de conocer más complejas o generales.

Las actividades pensadas en la construcción o estudio de fenomenologías, pueden permitir de igual manera la discusión y el descubrimiento por parte de los estudiantes con respecto a un fenómeno específico promoviendo por ende, la reflexión y el análisis, buscando siempre la construcción de conocimiento.

Para finalizar, en este trabajo se presenta la actividad experimental como herramienta que contribuye a la construcción de conocimiento en la enseñanza de la física. Además, pretende abrir un poco más las puertas de la escuela para la enseñanza de la física moderna.

Por lo que aún se necesitan más estudios que aborden la enseñanza de la física moderna en la escuela y que en este trabajo, encontrara una herramienta verdaderamente útil, como lo es la experimentación mental, para dicho fin.

De lo anterior, surgen preguntas como: Además de factores como la experimentación mental y el saber disciplinar propio del docente, ¿Qué otros factores se necesitarían para que la física moderna pueda ser enseñada en la escuela? ¿Si se enseñara física moderna en la escuela, esta desplazaría de alguna manera a la física que hoy día se enseña, es decir, a la física clásica? ¿No habría un punto de apoyo o complementariedad entre ambas?



7. Bibliografía

- Aguilar, Y., y Romero, A. (2011). A propósito de los experimentos mentales : una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias. *Revista Científica, extra*, pp. 169–174.
- Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la re contextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posições*, 17(1), pp. 19–37
- Cisterna, C. F. (2005). Categorización y Triangulación como procesos de validación del conocimiento en Investigación cualitativa. Categorization and Triangulation As Processes of Validation of Knowledge in Qualitative Investigations. *Theoria*, 14(1), pp. 61–71.
- Descartes. R. (1989). El mundo. Trotado de la luz. Traducción de S. Turró. *Editorial Anthropos-MEC. Barcelona*, pp. 255.
- Duhem, P. (2003). *La teoría física: su objeto y su estructura*. (Trad. Irazazábal, M. P). *Barcelona; Herder Editorial*, (pp. 444). (Obra original publicada en 1906)
- Einstein. A. (1936). Física y Realidad. En *Sobre la teoría de la relatividad*. (pp. 99-133)

- Fleck, L. (1986). Prólogo, y, Consecuencias epistemológicas de la historia del concepto de sífilis. En Alianza (ed.), *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (Vol. 50, pp. 43–44; 47-98).
- Flores, J. I. R., Méndez, A. E. L., González, P. C., García, M. J. M., y Arcos, D. P. (2010). La configuración de identidades en la experiencia escolar. Escenarios, sujetos y regulaciones. *Revista de Educación*, 353, pp. 187–209.
- García, E. (2011). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. Aportes de la filosofía historicista. *Educación científica*, (14), pp. 89–96.
- Henao, B. L., y Palacio, L. V. (2013). Formación Científica En Y Para La Civildad : Un Propósito Ineludible De La Educación En Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), pp. 134–161.
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia : Una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Opción*, 20(44), pp. 98–119.
- Mach, E. (1948). Adaptación de los pensamientos a los hechos y de los pensamientos entre sí, y, La experimentación mental. En S. A. Espasa-Calpe (Ed.), *Conocimiento y error* (pp. 141–158; 159-170). Buenos Aires.
- Macías, C. M. F. (2014). La experimentación mental en la formación de maestros de ciencias: Una alternativa para la enseñanza de la física moderna en la escuela. Medellín, pp. 89.
- Malagón, J. F. S., Ayala, M. M. M., y Sandoval, S. O. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias*. (Universidad Pedagógica Nacional, CIUP, Ed.) (1ra. ed). Bogotá. pp. 168
- Mapa ubicación Institución Educativa Finca La Mesa. (2016). “Escala indeterminada”, Elmer Pérez, “Google Maps”. Recuperado de: <<https://www.google.com/maps/@6.3032231,-75.5516964,15.75z>> (05 de Diciembre del 2016).

Sandoval, S. O., Malagón, J. F., y Ayala, M. M.M. (2014). Actividad experimental y construcción de fenomenologías: Construir una manera de referirse al fenómeno, el caso del efecto Volta. En III *Conferencia latinoamericana del international, history and philosophy of science teaching group ihpst*. 17- 19 de noviembre. Comunicación oral co35. pp. 277–287). Santiago de Chile.

Solis, C. (1994). La revolución kuhniana. En Paidós (Ed.), *Razones e Intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*. (Vol. 24, pp. 21–40). Barcelona.

Stake, R. E. (2007). Investigación con estudio de casos. *S. L. Morata, Ed.* (4ta edición). Madrid, pp. 160

Guidoni, P., Arcà, M., y Mazzoli, P. (1990). El desarrollo del proceso cognitivo como tarea de la educación. En Paidós. España (Ed.), *Enseñar Ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base* (1ra edición, pp. 208). Barcelona

Apéndice 1

PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS Y LAS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

Nombre de la Investigación: La utilización de la experimentación mental en la construcción de conceptos físicos y magnitudes físicas.

Investigador: Elmer Alejandro Pérez García

Presentamos ante ustedes nuestro compromiso ético. Entiendo como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de este trabajo, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en ciencias en los contextos de los casos elegidos para este estudio, así como contribuir con cuestiones teóricas y metodológicas a la línea de investigación.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de este trabajo investigativo, que se evitará la alusión a nombres propios y se valorará con respeto y responsabilidad los aportes de cada uno de los participantes. Los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a los participantes.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan al investigador para que las fuentes de información como escritos, videos, audios, entrevistas, foros de discusión, observaciones, etc.; se constituyan en bases de datos para dicha investigación. Al respecto, se solicita también a los firmantes de este documento anotar, algunas recomendaciones o sugerencias que consideren pertinentes en relación con la autorización que otorgan al investigador.

FIRMA ACUDIENTE

FIRMA DEL PROFESOR

FIRMA DEL ESTUDIANTE

Recomendaciones o sugerencias:

Apéndice 2

Actividad #1 Pensando un poco lo cotidiano

En grupos de a 4 o 5 estudiantes leer, analizar, reflexionar y contestar cada una de las situaciones propuestas, dichas situaciones tienen un pequeño párrafo denominado contextualización. A cada estudiante se le entregará una hoja en blanco para que allí sean asignadas las reflexiones y análisis de las situaciones planteadas y en caso de necesitar, pídale otra hoja al profesor.

Situación planteada 1

Contextualización:

Reflexionar y analizar el mundo que nos rodea es una actitud que promueve la construcción de conocimiento, reconociendo que la física como tal, permite preguntarnos por aquello que consideramos obvio o cotidiano. Un ejemplo de ello, nos lo da Rene Descartes en su obra *El Mundo. Tratado de la Luz*. En donde problematiza el calor generado por el corazón, así como el peso de nuestro cuerpo y de las prendas que vestimos.

“El calor de nuestro corazón es elevado, pero no lo sentimos porque es habitual. El peso de nuestro cuerpo no es pequeño, pero no nos incomoda en absoluto; ni siquiera sentimos el de nuestros vestidos porque estamos acostumbrados a llevarlos”. (Descartes. 1989).

- ¿De qué forma es la tierra? ¿Cuáles serían los argumentos utilizados para convencer a otra persona de dicha forma de la tierra?

Situación planteada 2

Contextualización:

Muchas de las construcciones teóricas de física han surgido gracias al análisis y reflexión del mundo, a partir de lo que se podría denominar “reflexión de lo cotidiano”. Dichas reflexiones, como se pudo haber notado en la situación planteada anterior, llevan de la mano construcciones mentales en pro del análisis y manipulación de la situación analizada.

Galileo atribuía la diferente velocidad de caída de los cuerpos pesados y de los livianos al efecto de la resistencia del aire, el liviano ofrece proporcionalmente más resistencia que el más pesado (por ejemplo una hoja y una moneda metálica), pero si se comparaba la caída de dos cuerpos suficientemente pesados, aunque no del mismo peso, se limita el efecto del roce y ambos caerán virtualmente al mismo tiempo. La leyenda cuenta que Galileo con un grupo de alumnos subió al tope de la torre inclinada de Pisa y lanzó dos bolas de cañón de diferente peso, ambas alcanzaron el suelo al mismo tiempo. Galileo también invitó a sus oponentes a

realizar un ‘experimento mental’, imaginar un ladrillo cayendo que choca con una arista de la torre y se rompe en dos pedazos, cada uno más liviano que el ladrillo entero, sería de esperar, siguiendo a Aristóteles, que la velocidad de estos pedazos se reduciría a la mitad, lo que obviamente no ocurre, ambos pedazos continúan la velocidad y aceleración que tenía el ladrillo entero. Galileo utilizó con frecuencia los ‘experimentos mentales’ en el desarrollo de sus teorías.

- En un viaje habitual en el metro, el cual lleva una velocidad promedio de 40 km/h, y suponiendo que una mosca pueda entrar a un vagón del metro, ¿qué pasa si?: (justifique su respuesta y haga un dibujo de cada una de las situaciones)
 - a) ¿La velocidad de la mosca a dentro del vagón es menor que la del metro?
 - b) ¿La velocidad de la mosca a dentro del vagón es igual que la del metro?
 - c) ¿La velocidad de la mosca a dentro del vagón es mayor que la del metro?
 - d) ¿Suponiendo que la mosca se pueda quedar suspendida en el aire, es decir, con velocidad cero a dentro del vagón?
 - e) ¿Suponiendo que la mosca se hace sobre una de las barras horizontales a dentro del vagón?

Apéndice 3

Actividad #2 ¿Cómo puedo medir?

En grupos de 4 o 5 personas, pensar y solucionar cada una de las situaciones planteadas.

Contextualización.

El hombre primitivo probablemente se preocupó, ante todo, sólo por medidas de longitud, y éstas las pudo fijar, aproximadamente, haciendo referencia a las medidas de su propio cuerpo. En efecto, muchas unidades de medida basadas en las dimensiones naturales del cuerpo humano fueron usadas más tarde por pueblos altamente civilizados. Algunas utilizadas en el antiguo Egipto se ven en el grabado; el dígito, o ancho de un dedo; el palmo, o ancho de la mano: el pie, o largo desde la punta del dedo gordo hasta el talón; el codo, o largo desde la punta del dedo del medio hasta el codo. Mucho más tarde, los romanos midieron largas distancias en unidades de mil pasos: la “milla” romana.

Actividades planteadas.

1. Si cada estudiante mide una región determinada del suelo con su mano, (haciendo cuartas), (ver figura 1)



Figura 1: una cuarta de mano

- a) ¿Todas las medidas son iguales? ¿Por qué?
 - b) ¿Que se podría hacer para unificar dichas medidas?
2. Describa como se podría llevar a cabo una medida del salón de clases y según dicho procedimiento;
- a) ¿cuánto mide el salón de clases?
 - b) De qué otra manera se podría medir el salón de clases, descríbala.
3. ¿Cómo se podría medir la distancia entre dos ciudades lejanas? Describa y especifique las formas por las cuales se podría medir la distancia entre dos ciudades.
4. de todas las posibles formas y herramientas utilizadas para llevar a cabo la medición de distancias, ¿cómo se podrían medir distancias en el espacio?

Apéndice 4

Actividad #3 Puntos de vista diferentes

En grupos de 4 o 5 personas, pensar y solucionar cada una de las situaciones planteadas.

1). Fijando la mirada en un punto de referencia, extienda su mano levantando el dedo índice, de modo que el dedo quede entre el objeto observado y su cara, mírelo sólo con un ojo. Luego cierre ese ojo y abra el otro. Haga eso intermitentemente varias veces. (Dibuje, describa y explique lo observado)

- ¿Qué pasa cada vez que cierra un ojo y abre el otro de manera intermitente?

2). Repita el procedimiento anterior, pero en esta ocasión, coloque su dedo un poco más cerca a usted (ya no con el brazo extendido, sino, con el codo flexionado un poco). (Dibuje, describa y explique lo observado)

- En esta ocasión, ¿Qué pasa?
- ¿en qué se diferencia este segundo ejercicio con el primero?

3). Para un tercer momento,

- ¿Qué pasa si se repite el mismo proceder, pero en esta última ocasión colocamos el dedo muy próximo (cerquita) a nuestra cara?
- Comparándolo con los otros dos ejercicios, qué se podría decir.

4) ¿Por qué, cuando viajamos en un auto por el campo y vemos que los árboles cercanos se mueven mucho, los más lejanos poco y los remotos o demasiado distantes parecen no moverse? ¿Cómo se podría relacionar este último ejercicio con los primeros tres?

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Apéndice 5

Actividad #4 Una forma de medir en astronomía

En grupos de 4 o 5 personas, pensar y solucionar cada una de las situaciones planteadas.

1). Dos personas separadas entre sí observan el mismo árbol (ver figura 1). Describa cual es la posición del árbol con respecto al señor de blanco y cual con respecto al señor de azul y responda justificando la respuesta:



Figura 1: dos personas observando el mismo árbol.

- ¿Cuáles serían las posibles diferencias desde cada una de las perspectivas?
- ¿Qué relación habría entre esta situación y las situaciones planteadas de la actividad 3?

2). Recrear la situación anterior, observando un mismo árbol desde varios puntos por varios de los integrantes, describir y ubicar el árbol según cada quien y luego compartir ideas, opiniones e impresiones.

- ¿Todas las observaciones coinciden? ¿Cuáles sí? ¿Cuáles no? Y ¿Por qué?

Contextualización.

Los astrónomos utilizan un método similar para medir la distancia al Sol, la Luna, los planetas y las estrellas más cercanas. Los observan desde dos posiciones separadas. Cuanto mayor sea la separación, más precisa será la medida. Para distancias cortas (Luna y Sol) se utilizan dos puntos de la superficie de la Tierra y para distancias más grandes, como es el caso de las estrellas, se utilizan dos puntos opuestos de la órbita de la Tierra, con el fin de que los "dos ojos" estén separados más de 300 millones de km. Así pues, para averiguar la distancia a un astro lejano, únicamente hay que medir el ángulo que forma la estrella observada y la Tierra en los dos puntos opuestos de la órbita terrestre.

3). Ahora bien. Imaginemos que ya no son personas, sino que cada persona es el planeta tierra separado seis meses en dos posiciones distintas de su trayectoria, digamos enero y julio y en dichas posiciones, se observa una estrella. (Ver figura 1)

- Según cada una de las dos posiciones del observador, ¿cómo se vería la estrella observada? (usando como puntos de referencia las estrellas del fondo)

- ¿Qué método se podría usar para calcular la distancia de esta estrella?

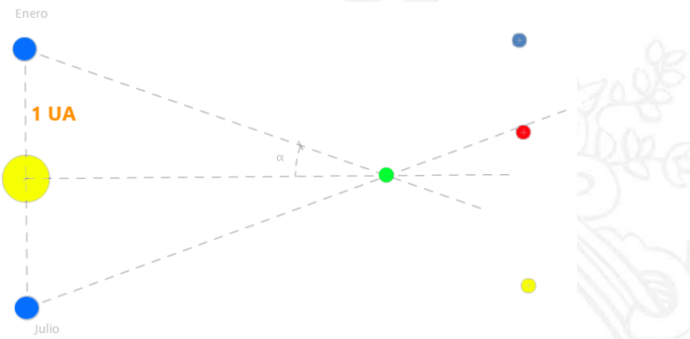


Figura 1: la medida de una estrella desde dos posiciones diferentes de la tierra



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Apéndice 6

Ubicación Institución Educativa Finca La Mesa.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Apéndice 7

Fotos actividad número 4.

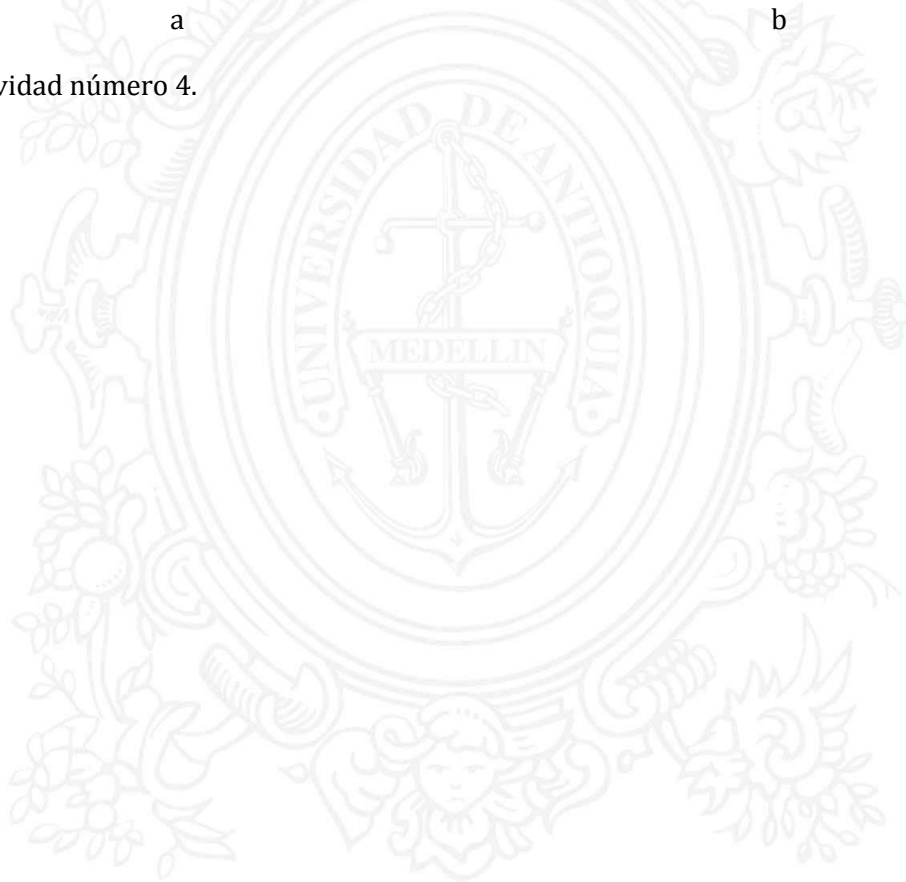


a



b

Fotos Actividad número 4.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3