



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Diseño, construcción y prueba de dos modelos físicos de experimentación activa para la enseñanza aprendizaje de algunos fenómenos de física, en estudiantes de 10° grado**

**Cesar Augusto Medina Mosquera**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería y Administración  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Palmira, Valle del Cauca, Colombia

2019



# **Diseño, construcción y prueba de dos modelos físicos de experimentación activa para la enseñanza aprendizaje de algunos fenómenos de física, en estudiantes de 10° grado**

**Cesar Augusto Medina Mosquera**

Trabajo Final presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas**

Director: Oscar Chaparro Anaya

PhD. Mecanización Agrícola

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería y Administración

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Palmira, Valle del Cauca, Colombia

2019



## **Dedicatoria**

*A mi Dios que fue mi guía y me dio fuerzas para culminar este trabajo.*

*A mis padres que por ellos soy lo que soy.*

*A mi señora María Eugenia por su compañía y aliento en mi vida.*

*A Mis Hijos: la médica Laura y el Ing. civil Juan Manuel por ser mi motor e inspiración siempre*



## Agradecimientos

- Gracias al Señor Todopoderoso que me brindo una vida y un espíritu con capacidades de amar, aprender y compartir con mis seres queridos.
- Gracias, muchas gracias a mi director de tesis Doctor Oscar Chaparro Anaya, por su profesionalismo, sabiduría, paciencia, motivación, orientaciones y aliento para terminar este este logro académico profesional.
- Gracias al Profesor Oscar Alonso Herrera por su invaluable colaboración en este trabajo y en mi vida personal.
- A la Universidad Nacional por la oportunidad de desarrollar mi vida laboral, profesional y personal.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron un apoyo para el logro de mis objetivos.





## Resumen

En el Laboratorio de Mecanización Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, se diseñaron y construyeron dos modelos físicos didácticos destinados a la enseñanza de los fenómenos físicos dilatación térmica de metales y magnetismo y fuerzas magnéticas, mediante la metodología de experimentación activa; con la finalidad de hacer apreciables a la vista de los estudiantes los dos fenómenos, con fundamento en la Teoría de los Inobservables (Bunge, 2004; Carnap, 1969). Finalmente lograron obtenerse dos (2) prototipos operativos y funcionales de los modelos, que cumplieran con la meta establecida de visualizar los fenómenos en cuestión; para lo cual los modelos se sometieron a una prueba piloto con estudiantes de 10° de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, en el laboratorio de química, utilizando la metodología de enseñanza del laboratorio de experimentación activa. Los prototipos de los dos modelos diseñados se mostraron funcionales para visualizar fenómenos físicos inobservables, en este caso, dilatación térmica, y magnetismo y fuerzas magnéticas, lo cual se evidenció en la prueba piloto con estudiantes de 10°; vislumbrándose como modelos promisorios para la enseñanza aprendizaje de los mencionados fenómenos físicos.

**Palabras clave:** dilatación térmica lineal; magnetismo y fuerzas magnéticas; modelos físicos didácticos; aprendizaje por experimentación activa.

## Abstract

In the laboratory of agricultural mechanization of the Universidad Nacional de Colombia host Palmira, were designed and built two educational physical models for the teaching of physical phenomena thermal expansion of metals and magnetism and forces magnetic, through the methodology of experimental active; in order to make significant in view of the students the two phenomena, based on the theory of the Inobservables (Bunge, 2004; Carnap, 1969). They were finally able to obtain two (2) operational and functional prototypes of models, fulfilling the target set to visualize the phenomena in question; for which models were subjected to a pilot test with students from 10 ° of the Técnico Ambiental Fernández of Santander de Quilichao, Department of Cauca, in the chemistry lab, using the methodology of teaching of the Active experimentation lab. Two models designed prototypes were functional to visualize physical unobservable phenomena, in this case, thermal expansion, and magnetism and magnetic forces, which was evident in the pilot test with students from 10 °; glimpsing promising models for teaching learning of physical phenomena mentioned.

**Keywords:** linear thermal expansion; magnetism and magnetic forces; teaching physical models; learning by active experimentation.

# Contenido

	Pág.
<b>1. Antecedentes del problema.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Planteamiento del problema.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>13</b>
3.1. Objetivo general .....	13
3.2. Objetivos específicos .....	13
<b>4. Marco teórico.....</b>	<b>15</b>
4.1. Diseño e implementación de objetos físicos para la educación .....	15
4.2. Ambientes para el aprendizaje activo .....	17
4.3. El Desarrollo Cognitivo .....	18
<b>5. Metodología.....</b>	<b>23</b>
5.1. Tipo de investigación.....	23
5.2. Fases del trabajo de campo .....	24
5.2.1. Fase de Diseño.....	24
5.2.2. Fase de Implementación .....	24
5.2.3. Fase de Evaluación .....	25
<b>6. Resultados y discusión .....</b>	<b>27</b>
6.1. Diseño y construcción de los modelos físicos.....	27
6.1.1. El dilatómetro .....	27
6.1.2. Equipo de Magnetismo .....	29
6.2. Realización de la prueba piloto .....	31
6.2.1. Prueba piloto sobre dilatación térmica lineal de los metales .....	31
6.2.2. Prueba piloto sobre magnetismo .....	34
6.3. Evaluación de los resultados de la prueba piloto con los modelos físicos de experimentación activa .....	40
6.3.1. Resultados de la prueba piloto con el dilatómetro .....	40
6.4. Discusión de resultados .....	50
<b>7. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>53</b>
7.1. Conclusiones .....	53
7.2. Recomendaciones.....	54
<b>8. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>55</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>59</b>

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1. Porcentaje de estudiantes con el desempeño más alto y más bajo.....	8
Figura 4-1. Esquema de relacion del objeto didáctico .....	16
Figura 6-1 Dilatómetro lineal .....	28
Figura 6-2. Dilatómetro Lineal con sus probetas.....	29
Figura 6-3. Juego de tabletas de materiales y objetos magnéticos y no Magnéticos y el Lapizman. ....	30
Figura 6-4. Descubriendo con el lapizman los objetos y materiales magnéticos y no magnéticos .....	30
Figura 6-5. Laberinto con materiales magnéticos y no magnéticos.....	31
Figura 6-6. Dilataciones en las losas de cemento .....	32
Figura 6-7. Bancas de madera en la iglesia.....	32
Figura 6-8. Presentación de la prueba al grupo de estudiantes del grado 10° de la Institución educativa Técnica y Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao Cauca.....	36
Figura 6-9. Entrega de la prueba saberes previos .....	36
Figura 6-10. Recolección de la Prueba Saberes previos.....	37
Figura 6-11. Prueba con el imán para mostrar las líneas de la fuerza magnética del imán .....	37
Figura 6-12. Prueba Post saber.....	38
Figura 6-13. Contestando la prueba pre saber.....	38
Figura 6-14. Leyendo prueba post saber.....	39
Figura 6-15. Contestando la prueba pos saber.....	39
Figura 6-16. Analizando la fuerza magnética de dos imanes.....	40
Figura 6-17. Resultados a la pregunta 1 Presaberes de la prueba 1: Por qué cree usted que entre las placas de cemento de los andenes se colocan unos separadores de madera .....	42
Figura 6-18. <i>Resultados de la pregunta 3 de la Prueba Presaberes de la prueba 1: El fenómeno que usted identificó en la pregunta anterior lo ocasiona.</i> ....	42
Figura 6-19. Resultados de la prueba 1 los pre-test Pregunta 1: ¿Qué esperará que suceda cuando se caliente la varilla metálica? .....	44
Figura 6-20. Resultados de la prueba 1 los pre-test Pregunta 2: Si las seis varillas son de metales diferentes, usted espera que. ....	44
Figura 6-21. Resultado de la prueba 1 el post test Pregunta 1: Al someter a calentamiento las diferentes varillas, éstas se... ..	47

---

**Figura 6-22. Resultado de la prueba 1 el post test Pregunta 2: Al ser sometidas al calor, las diferentes varillan respondieron así..... 48**

## Lista de tablas

Pág.

<b>Tabla 6-1. Respuestas a la pregunta 2 de la Prueba 1 Presaberes: El fenómeno que usted identificó en la pregunta anterior que hace necesario colocar el listón de madera en medio de las placas de cemento del andén se denomina. ....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 6-2. Respuestas de la pregunta 3 de la Prueba 1 pre test: Pregunta 3: Explique su respuesta a la pregunta anterior .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 6-3. Respuestas de la pregunta 3 de la Prueba 1 post test: Explique su respuesta a la pregunta anterior .....</b>	<b>49</b>

# Introducción

Frente a las inmensas carencias de la educación escolar, reiteradamente diagnosticadas en diversos estudios e informes de expertos, urge al sistema educativo del país introducir en el trabajo de aula metodologías de enseñanza aprendizaje innovadoras. Es así como cobran importancia metodologías como el laboratorio de experimentación activa unido al empleo de objetos físicos didácticos como mediadores del aprendizaje activo.

Por otra parte, en su paso por las asignaturas Taller Experimental y Diseño y Desarrollo de Objetos Físicos, de la Maestría en Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, el autor vislumbró la posibilidad de contribuir a la enseñanza aprendizaje en el área del currículo escolar de ciencias-física, utilizando los mediadores físicos antes mencionados.

En este orden de ideas, y con fundamento en las concepciones de la Teoría de los Inobservables (Bunge, 2004); del aprendizaje significativo (Ausubel 1963); los objetos como mediadores del aprendizaje (Rabardel, 1995); del aprendizaje activo basado en la experimentación (May, s.f.; Kepler, s. f; y Castañeda, s. f.); el presente Trabajo Final se propuso diseñar y construir dos (2) modelos físicos de experimentación activa, con la finalidad de visualizar fenómenos físicos inobservables a simple vista, para lo cual se implementó una prueba piloto de los modelos en estudiantes de 10° de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca.

Se empleó una metodología de investigación cualitativa de carácter descriptivo-reflexivo, de acuerdo con los enfoques de Mendoza (s. f.) y de Martínez (2006). Y el paradigma pedagógico estuvo orientado por el aprendizaje experimental, y específicamente, el laboratorio de aprendizaje activo.

Se espera que los modelos físicos de experimentación activa diseñados puedan ser incorporados a la enseñanza de las ciencias-física en los ambientes de aprendizaje escolares.



# 1. Antecedentes del problema

El primer interés por el campo problemático del diseño de objetos didácticos físicos surge en la asignatura Taller Experimental de la Maestría en Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira; curso en el que se trabajó acerca de la manera de implementar laboratorios en temas de física, tanto en el proyecto que se asignó como en el trabajo final del curso, en el que se construyó un modelo de dilatación térmica lineal donde el generador de temperatura era con alcohol como combustible que para el modelo actual se cambió a gas por tener un mejor control de la temperatura aportada a la varilla.

Así mismo, en otras actividades de la asignatura, como en una visita que se hizo a la Institución educativa Santo Tomas Sede CASD en Cali (Centros Auxiliares de Servicios Docentes) se hicieron diversas actividades experimentales demostrativas sobre la misma temática que explicaban en prácticas de laboratorio con modelos físicos en la enseñanza en temas de ciencias-física, en el que cautivó la atención del autor la demostración con un equipo que permitía visualizar el fenómeno de la dilatación térmica lineal, al punto que lo condujo a construir un equipo similar como trabajo final de la asignatura.

De igual manera, en la asignatura Diseño y Desarrollo de Objetos Físicos para la enseñanza, el autor trabajó en la construcción modelos didácticos para explicar el fenómeno del magnetismo. Se construyeron tres ayudas didácticas consistentes en juegos sobre el tema del magnetismo, se construyeron en materiales muy

débiles que no aguantaron mucho el manipuleo y de acuerdo a este inconveniente los modelos nuevos que se construyeron fueron en materiales más resistentes como el acrílico. Con el tema de aprendizaje Activo (Bonwell & Eison, (1991) Como un proceso que compenetra a los estudiantes a realizar cosas y a pensar en esas cosas que realizan, el diseño de estos juegos mantiene a los estudiantes en una concentración que le permite compenetrarse en el tema estudiado., teniendo un gran incremento en la retención del contenido el interés y la motivación.

Ahora bien, desde la perspectiva teórica, el presente trabajo final se fundamenta en la Teoría de los inobservables, según el filósofo de las ciencias Bunge (2004) y Carnap (1969) el término inobservables ha generado una polémica y discrepancia entre el campo de las ciencias naturales y exactas y la filosofía que se refiere a la presencia de en el mundo físico de fenómenos cuya observancia es muy difícil a simple vista por lo que en su enseñanza se debe acudir al uso de elementos simples que permitan su visualización a los estudiantes.

Como dice Bunge (2004 p. 30)

Ahora bien, los enunciados verificables son de muchas clases. Hay proposiciones singulares tales como "este trozo de hierro está caliente"; particulares o existenciales, tales como "algunos trozos de hierro están calientes" (que es verificablemente falsa). Hay, además, enunciados de leyes, tales como "todos los metales se dilatan con el calor" (o mejor, "para todo x, si x es un trozo de metal que se calienta, entonces x se dilata"). Las proposiciones singulares y particulares pueden verificarse a menudo de manera inmediata, con la sola ayuda de los sentidos o eventualmente, con el auxilio de instrumentos que amplíen su alcance; pero otras veces exigen operaciones complejas que implican enunciados de leyes y cálculos matemáticos, como es el caso de "la distancia media entre la Tierra y el Sol es de unos 1.500 millones de kilómetros".

Cuando un enunciado verificable posee un grado de generalidad suficiente, habitualmente se lo llama hipótesis científica. O, lo que es equivalente, cuando una proposición general (particular o universal) puede verificarse sólo de manera indirecta —esto es, por el examen

de algunas de sus consecuencias— es conveniente llamarla "hipótesis científica". Por ejemplo, "todos los trozos de hierro se dilatan con el calor", y a fortiori, "todos los metales se dilatan con el calor", son hipótesis científicas: son puntos de partida de raciocinios y, por ser generales, sólo pueden ser confirmados poniendo a prueba sus consecuencias particulares, esto es, probando enunciados referentes a muestras específicas de metal.

De lo anterior surgió la idea de construir un equipo que mostrara un fenómeno físico que no se podía observar a simple vista, como la dilatación de los materiales por efecto del cambio de temperatura.



## 2. Planteamiento del problema

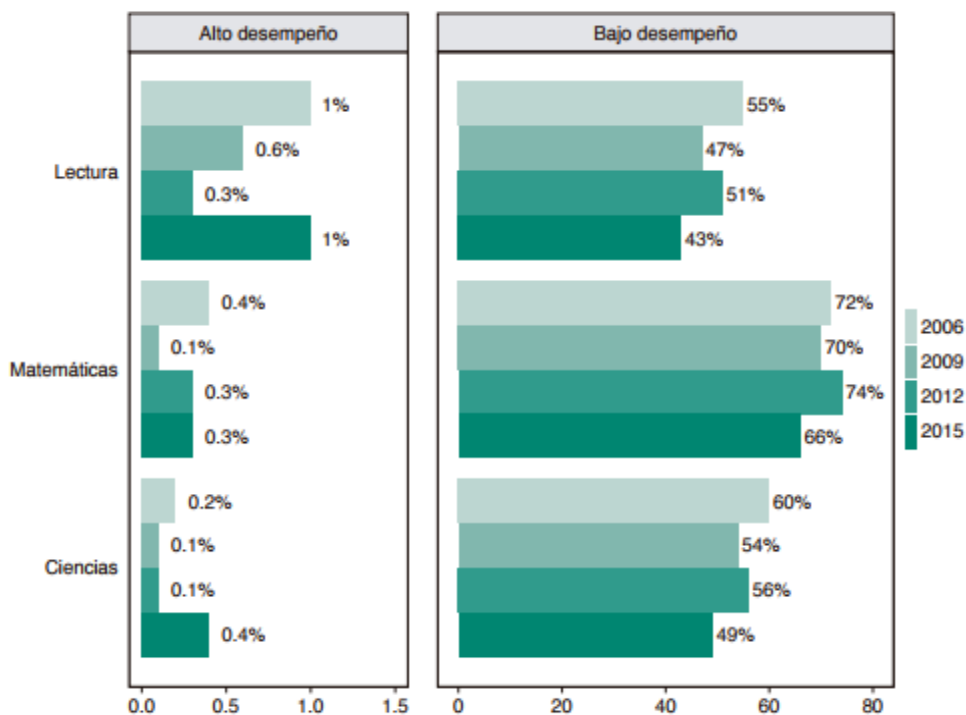
El precario nivel de las competencias de los escolares colombianos en las áreas de ciencias, matemáticas, lectura-comunicación, y ciudadanía, está suficientemente diagnosticado y evidenciado en los resultados de pruebas estándar, tanto nacionales como internacionales, en las que Colombia ha participado con sus escolares, en las dos primeras décadas del presente siglo.

El país viene participando cada tres años en las Pruebas Pisa, desde el año 2006. Y si bien, Colombia fue uno de los tres países que mejoró en las pruebas del año 2015, en las tres áreas: lectura (22 puntos), ciencias (17 puntos) y matemáticas (14 puntos), es preciso anotar que la situación de los escolares colombianos respecto a su desempeño en las áreas mencionadas sigue siendo muy preocupante, ya que en las pruebas del año 2015 la proporción de estudiantes con desempeño alto fue mínima, frente a una abrumadora mayoría con desempeño bajo (Infografías Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2017; Figura 2-1).

Frente a este panorama, por más que en los discursos se mencione la importancia de introducir en el trabajo de aula de las escuelas, metodologías innovadoras de enseñanza aprendizaje; en su práctica, la escuela insiste en el modelo convencional de enseñanza por transmisión recepción en todas las áreas; estrategia que evidentemente no responde a las demandas de los escolares en el mundo actual, como lo recalcan con asombrosa contundencia los resultados de las pruebas señaladas. Por supuesto, la enseñanza de la física en la escuela está signada por este mismo diagnóstico.

En consecuencia, las prácticas experimentales que actualmente se realizan en los cursos de Física en la escuela requieren acciones que potencialicen el aprendizaje autónomo del fenómeno físico por parte de los estudiantes, y no tanto, que insistan en el desarrollo memorístico de las habilidades para aplicar algoritmos matemáticos en la solución numérica de problemas arquetípicos de la disciplina.

**Figura 2-1. Porcentaje de estudiantes con el desempeño más alto y más bajo**



Fuente: Infografías Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2017

Toman importancia, entonces, actividades de enseñanza basadas en la experimentación mediante objetos didácticos, físicos o virtuales, configurando estrategias didácticas que potencien en los estudiantes la adquisición de capacidades para analizar y formular conjeturas que se sometan a contrastación mediante experimentación y que posteriormente posibiliten derivar los modelos matemáticos que determinan y explican el fenómeno físico.

Lo anterior, dado que se requiere innovar en la didáctica de la enseñanza de la física-mecánica proponiendo actividades diferentes a las que propone y practica el modelo tradicional transmisionista en la enseñanza de las ciencias físicas, que se imparte en las instituciones educativas de secundaria.

El trabajo pretende abordar el proceso enseñanza aprendizaje en el laboratorio de física, utilizando como mediadores *objetos físicos de aprendizaje que permitan la experimentación acerca de las leyes fundamentales de la mecánica, orientada por estrategias pedagógicas de aprendizaje activo* que posibiliten a los estudiantes apropiarse algunos conceptos de física mecánica.

El presente trabajo final propone fundamentar una estrategia didáctica en el proceso enseñanza aprendizaje en el aula de clase basado en el aprendizaje activo a partir de la experimentación proveniente de una de las corrientes de la teoría constructivista, específicamente en el *aprendizaje significativo de Ausubel (1963)*

Se espera que al aplicar nuevas corrientes pedagógicas - Aprendizaje significativo de Ausubel - que se distinguen de las tradicionales, por su carácter activo, en ser más eficaces para desarrollar competencias y lograr aprendizajes significativos, capaciten al estudiante para pensar críticamente; para ser autónomo en su aprendizaje; y que lo preparen para la vida; contrario a la enseñanza tradicional donde la pasividad del alumno es manifiesta.

Estas corrientes pedagógicas se han convertido en una alternativa para subsanar las *dificultades y pésimos resultados* del proceso enseñanza aprendizaje tradicional de la clase de física; esta nueva propuesta de desarrollo de la clase en el aula surge como una forma alternativa de impulsar nuevos procesos de

enseñanza-aprendizaje, en ella los estudiantes se comprometan en su propio aprendizaje participando activamente en él, recibiendo información, pero también buscándola, estudiando autónomamente y aplicando lo aprendido en la resolución de problemas de la vida real y aplicada a su perfil de ingeniero; la investigación en pedagogía ha mostrado que los procesos de enseñanza que se imparte con base en modelos constructivistas son más eficaces que los modelos pasivos-tradicionales- para desarrollar competencias, y lograr aprendizajes significativos y de alto nivel cognitivo.

Se espera como resultado que la aplicación de estas variables, *aprendizaje significativo de Ausubel, mediados por objetos físicos de experimentación* que el proceso enseñanza aprendizaje a nivel de aula de clase a nivel superior sea más efectivo y aportar con este proyecto a la enseñanza de las ciencias físicas, de modo que se alcance la interiorización de los conceptos y/o fenómenos físicos en los estudiantes de ingeniería para su futura aplicación en su campo profesional.

Es importante resaltar que los objetos como mediadores del aprendizaje tal como lo señala Rabardel (1995).

*“El descubrimiento progresivo que realizan los sujetos de las propiedades (intrínsecas) del artefacto se acompaña de la acomodación de sus esquemas, pero también, de cambios de significado del instrumento que resultan de la asociación del artefacto con nuevos esquemas.”*

Como elemento innovador en la estrategia didáctica propuesta es incorporar el denominado **Aprendizaje Experimental**, en él se busca que sea la evidencia experimental la autoridad del conocimiento y que su apropiación se logre mediante la aplicación del método científico promoviendo en los estudiantes las capacidades



cognitivas de observación, formulación de hipótesis, contratación, predicción, generalización, invención, experimentación.

En el aprendizaje experimental se construyen ambientes propicios para la investigación e interacción del conocimiento a partir de la planificación, organización y seguimiento de actividades como observación, experimentación, contrastación y síntesis tanto en campo como en laboratorio.

La estrategia metodológica se estructura en tres etapas; 1) predicción donde el estudiante manifiesta sus preconceptos frente a un fenómeno o experimento, 2) observación que se efectúa mediante la medición de las variables bióticas y abióticas asociadas al experimento; y 3) discusión y síntesis donde se confrontan los conocimientos previos con los resultados de la experimentación y se confirma o reconfigura un nuevo conocimiento del fenómeno estudiado, en cada una de las etapas se promueve el trabajo individual y grupal y se generan instrumentos de apoyo tales como hojas de predicciones, hojas de resultados individuales, grupales y documentos de síntesis entre otros.

En el orden de ideas anterior, se formuló la siguiente pregunta de investigación:

***¿Es posible hacer observables en los estudiantes los fenómenos dilatación térmica y fuerzas magnéticas, mediante el diseño de dos modelos físicos de aprendizaje por experimentación activa?***



## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo general**

Diseñar y construir dos (2) modelos físicos de experimentación activa, y someterlos a una prueba piloto con estudiantes de 10° grado, para hacer observables a los estudiantes los fenómenos físicos dilatación térmica y fuerzas magnéticas.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Diseñar y construir dos (2) modelos físicos de experimentación activa para la enseñanza aprendizaje de los fenómenos físicos dilatación térmica y fuerzas magnéticas.
- Realizar con los dos (2) modelos físicos de experimentación activa diseñados, una prueba preliminar piloto en estudiantes de 10° grado de secundaria.
- Evaluar los resultados de la prueba piloto realizada con los dos (2) modelos físicos de experimentación activa diseñados, en el sentido de hacer observables en los estudiantes de 10° grado, los fenómenos físicos dilatación térmica y fuerzas magnéticas, posibilitando su motivación, implicación, participación y logros cognitivos.



## 4. Marco teórico

### 4.1. Diseño e implementación de objetos físicos para la educación

La Maestría en Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales ofrece la asignatura, Diseño y Desarrollo de Objetos Físicos para la Enseñanza, en donde el diseño y desarrollo de objetos físicos para la enseñanza es el objeto de estudio ofreciendo a los estudiante un espacio sinérgico de análisis, discusión y desarrollo de propuestas objetuales desde la perspectiva de la didáctica, apoyadas en los conceptos del diseño y desarrollo de productos para apoyar la enseñanza de temas de las ciencias exactas y naturales; y suplir las necesidades del desarrollo de material didáctico apropiado a las condiciones de nuestras instituciones educativas; buscando fortalecer las capacidades de enseñanza de los profesores mediante las estrategias de aprendizaje activo basado en la experimentación.

En relación con el tema, vale la pena traer a cuento las respuestas que dan May (s.f), Kepler (s.f) y Castañeda, citados por González & Roldan (2013), a la pregunta ¿qué es material didáctico?, responden:

**Renato May:** cualquier instrumento u objeto que sirva como canal, para transmitir entre un interactuante y otros.

**Robert E. Kepler:** todas aquellas experiencias y elementos que se utilizan en la enseñanza y que hacen uso de la visión y/o el oído.

**Margarita Castañeda:** es un objeto, un recurso instruccional que proporciona al alumno una experiencia indirecta de la realidad y que implica tanto la organización didáctica del mensaje que se decía comunicar, como el equipo técnico necesario.

En cuanto al material didáctico en el aula, González & Roldan (2013), con relación a su uso al seleccionar, adaptar o elaborar materiales para la educación se debe tener en cuenta la forma de trabajo que se aplique y las diversas situaciones que se dan en el aula o por fuera de ella. Algunos tipos de materiales se presentan más que otros, para que cada alumno trabaje con ellos en forma individual, o para el trabajo con pequeños grupos, y así no solo aprender sobre el tema de trabajo, sino afianzar competencias comportamentales.

El objeto didáctico, para Barriga & Rojas (1998) puede ser de apoyo porque permite privilegiar la concentración del educando, reducir la ansiedad ante situaciones de aprendizaje y evaluación, dirigir la atención, organizar las actividades y tiempo de estudio, etc. O puede ser igualmente de enseñanza porque les permite realizar manipulaciones o modificaciones en el contenido o estructura de los materiales de aprendizaje, por extensión dentro de un curso o una clase, con el objeto de facilitar el aprendizaje y comprensión de los estudiantes (Figura 4-1). Se entiende, por tanto, que toda practica se verá enriquecida cuando existe una estrategia que la soporte, Rosique (2013).

**Figura 4-1. Esquema de relacion del objeto didáctico**



La teoría de Aprendizaje Significativo propuesta por (Ausubel; 1983:18). Plantea que el aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras.

#### **4.2. Ambientes para el aprendizaje activo**

Para hacer referencia a lo que significan los ambientes de aprendizaje, estos se pueden plantear como "todos aquellos elementos físico - sensoriales, tales como la luz, el color, el sonido, el espacio, etc., que caracterizan el lugar donde un estudiante realiza su proceso de aprendizaje y debe estar diseñado de modo que se desarrolle con una mínima tensión y una máxima eficacia" Husen ,Postlethwaite (1989) citado por Hernández (2002).

Continuando con la idea anterior, hoy en día se debe hacer un análisis acerca de lo que implica propiciar este tipo de ambientes, puesto que existen factores que afectan directamente en los elementos que hacen parte de estos. Así, "se contemplan no solamente los espacios físicos y los medios, sino también los elementos básicos del diseño instruccional. Al parecer, existen al menos cinco componentes principales que lo conforman: el espacio, el aprendiz, el asesor, los contenidos educativos y los medios de información y comunicación. En las sociedades del conocimiento, los individuos se adentran en un mundo nuevo y de gran trascendencia para sus vidas, en el que la gestión, adquisición, transformación, diseminación y aplicación de los conocimientos se presenta en un mismo espacio, que puede ser físico o virtual" Salvat (2000) citado por Hernández (2002)

En síntesis, se puede catalogar que los ambientes de aprendizaje son “la suma total de condiciones e influencias externas que afectan la vida y desarrollo de un organismo. Se entienden los ambientes como la interacción de factores objetivos (físicos, organizativos, sociales) y de factores subjetivos (perceptuales, cognitivos, culturales) Gutiérrez (2010). Es decir, que siempre se forma parte y se está inmerso en distintos ambientes, puesto que estos se crean, se generan y se viven.

### **4.3. El Desarrollo Cognitivo**

Las concepciones contemporáneas acerca del desarrollo cognitivo retoman algunas concepciones de la teoría Piagetiana, que se complementan con posiciones de otros autores como Vygotsky y Bruner, apareciendo como una síntesis de diversos aspectos de estas perspectivas. Desde la teoría del desarrollo cognitivo Piagetiana se tiene que los individuos transitan por etapas de desarrollo cognitivo delimitadas temporalmente, y preestablecidas genéticamente: Pre-operacional, Operaciones concretas, y Formal.

Durante la etapa pre-operacional el niño interioriza operaciones de manipulación física sobre objetos, interiorización que construye los cimientos de la estructura lógica de su pensamiento. Para Piaget el hombre tiene una predisposición genética para manipular objetos, manipulación que finalmente construye la estructura lógica de su psiquis.

Durante el denominado período de las operaciones concretas el individuo ya ha construido unas estructuras cognitivas que le permiten operar sobre suposiciones de los objetos. El método de aprendizaje por excelencia es la exploración, el principio causa-efecto. El niño ya puede operar sobre suposiciones, sobre hipótesis



de eventos que pueden suceder, pero solo sobre objetos que están en su realidad inmediata, en su entorno físico inmediato y que conoce, que ya ha manipulado.

Las concepciones contemporáneas retoman la existencia de estos estadios de desarrollo cognitivo Piagetianos, sin embargo discrepa en la medida en que no concibe estos estadios, y en general el proceso del desarrollo cognitivo, como un tránsito por etapas y periodos determinados genéticamente, como si de cualquier otra función del desarrollo metabólico o biológico se tratara, sino que desde la posición de autores como Vygotsky, Bruner, entre otros, se afirma que el desarrollo cognitivo es en gran medida producto del aprendizaje y de la enseñanza. Así, si a un individuo no se le hace enfrentar situaciones de aprendizaje determinadas, no es posible que de otra forma se enfrente ante problemas que lo obliguen a poner en marcha los procesos evolutivos que le hagan dar los saltos cognitivos hacia otros estadios de desarrollo posteriores.

El desarrollo cognitivo no se entiende como un proceso metabólico codificado y predispuesto genéticamente, como lo puede ser el crecimiento, sino que es la enseñanza la que lleva de la mano al individuo hacia otras etapas de desarrollo.

La posibilidad de adquirir nuevas competencias de otros estadios de desarrollo mental se presenta durante situaciones de enseñanza en las que el individuo, para resolverlas, debe adquirir aquellas competencias, si está, por supuesto, en la posibilidad de adquirirlas (de ahí la noción de que la ZDP Vigotski (1993) debe ser adyacente al desarrollo actual del individuo, es una zona de desarrollo potencial que debe discurrir paralelamente a la etapa actual).

Además de la visión psicológica que aporta Vygotsky sobre el desarrollo cognitivo, ahora desde un punto de vista “macro”, cultural, social, las teorías contemporáneas

adoptan posiciones culturalistas, como las de Bruner, quien afirma que a su vez las posibilidades de desarrollo mental, la forma en que los individuos se desarrollan, también está determinada en gran medida por la orientación que hace el grupo socio-cultural en que está inmerso.

as implicaciones, tomando en cuenta los factores culturales, se refieren a que todo grupo socio-cultural tiene sus propias formas de pensar, aprender y conocer, y que estas orientaciones que hace el grupo social a los individuos determinan en gran medida tanto el desarrollo cognitivo que adquieren, como las formas lingüísticas locales, los procesos de enunciación, y por lo tanto los actos de aprendizaje y enseñanza.

Por lo tanto, del “traducir” o adoptar estas formas culturales, o al menos del tomar conciencia de ellas depende en gran medida la efectividad de la comunicación y de la enseñanza. Se supone que culturalmente los individuos llegan a la escuela con todo un bagaje de conocimientos culturalmente heredados, no solo con respecto a la matemática y la ciencia, sino sobre muchos otros campos del conocimiento. Se debe considerar necesario el investigar los conocimientos, las situaciones significantes que los alumnos enfrentan a diario en las que está presente alguna actividad matemática y explotarlas para potenciar la clase y la comunicación dentro de esta.

Se propone que se deben evaluar las competencias cognitivas que tienen los alumnos en un determinado momento, y una vez identificadas intentar enfrentarlos a problemas y situaciones que los lleven a adquirir nuevas competencias cognitivas. Parfraseando a Bruner aparece una síntesis: “*se debe crear en los alumnos la disponibilidad para aprender*” Bruner (1995)

Este concepto de disponibilidad para aprender, que en Bruner consiste en que dependiendo del grado de desarrollo cognitivo, de las posibilidades que tiene un alumno, es que se debe adaptar la instrucción hacia él, y que esto generará la disposición de este para aprender, y haciendo un paralelo con la concepción ZDP de Vygotsky, se concluye que lo más adecuado a la hora de enseñar sería tomar conciencia de las posibilidades cognitivas actuales de un alumno, reforzarlas traduciendo la enseñanza que se le imparte a su estructura de pensamiento actual, y luego desde este nivel enfrentarlo a situaciones que potencien el salto hacia etapas o estadios posteriores de desarrollo mental, tomando en cuenta las formas culturales locales que afectan la visión y las formas de pensar del individuo.



## 5. Metodología

### 5.1. Tipo de investigación

El trabajo final se fundamenta en el paradigma de la investigación cualitativa, la cual, de acuerdo con Mendoza (2006) se conceptualiza como:

La metodología cualitativa, como indica su propia denominación, tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible.

En investigaciones cualitativas se debe hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud: se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible.

Por su parte, Martínez (2006), sobre la investigación cualitativa, establece: “De esta manera, la investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones. De aquí, que lo cualitativo (que es el todo integrado) no se opone a lo cuantitativo (que es sólo un aspecto), sino que lo implica e integra, especialmente donde sea importante.”

Por otra parte, la estrategia pedagógica y didáctica en la que se basa el trabajo final es el denominado **Aprendizaje Experimental**, en él se busca que sea la evidencia experimental la autoridad del conocimiento y que su apropiación se logre

mediante la aplicación del método científico experimental promoviendo en los estudiantes las capacidades cognitivas de observación, formulación de hipótesis, contrastación, predicción, generalización, invención, experimentación.

En el aprendizaje experimental se construyen ambientes propicios para la investigación e interacción del conocimiento a partir de la planificación, organización y seguimiento de actividades como observación, experimentación, contrastación y síntesis tanto en campo como en laboratorio.

## **5.2. Fases del trabajo de campo**

Con base en lo anterior la metodología se estructura en tres fases.

### **5.2.1. Fase de Diseño**

Con base en el fenómeno físico y la metodología propia del diseño industrial se elaborarán modelos físicos iniciales para la experimentación de fenómenos físicos propios de la cinemática, cinética, termodinámica y mecánica de fluidos.

Se emplearán materiales de fácil adquisición y el ensamble y construcción de los prototipos iniciales se realizarán en el Laboratorio de Mecanización Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira

### **5.2.2. Fase de Implementación**

En esta fase se elaboraron las guías para la experimentación con cada uno de los dos (2) objetos físicos diseñados, las guías se entregaron a los estudiantes y para el docente, considerando principios de participación individual, participación grupal, contrastación, y verificación. Y se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- 1) predicción donde el estudiante manifestó sus preconcepciones frente a un fenómeno o experimento.
- 2) observación de la demostración que con los dos equipos diseñados presentó el docente en el laboratorio de Química realizando el experimento
- 3) discusión y síntesis donde se confrontan los conocimientos previos con los resultados de la experimentación y se confirmó o reconfiguró un nuevo conocimiento del fenómeno estudiado; en cada una de las etapas se promovió tanto el trabajo individual como el grupal, y se generaron los instrumentos de apoyo tales como hojas de predicciones, hojas de resultados individuales, grupales y documentos de síntesis, entre otros.

En esta etapa se llevaron los modelos físicos al aula de clase y con la ayuda de los instrumentos de evaluación de las actividades didácticas se realizaron dos (2) prácticas de experimentación activa con estudiantes de 10° grado de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca.

### **5.2.3. Fase de Evaluación**

Se examinó los resultados de la prueba piloto, en el sentido de reflexionar las potencialidades de los objetos didácticos diseñados para la enseñanza de los fenómenos dilatación térmica y magnetismo en el área de ciencias-física.





## **6. Resultados y discusión**

### **6.1. Diseño y construcción de los modelos físicos**

#### **6.1.1. El dilatómetro**

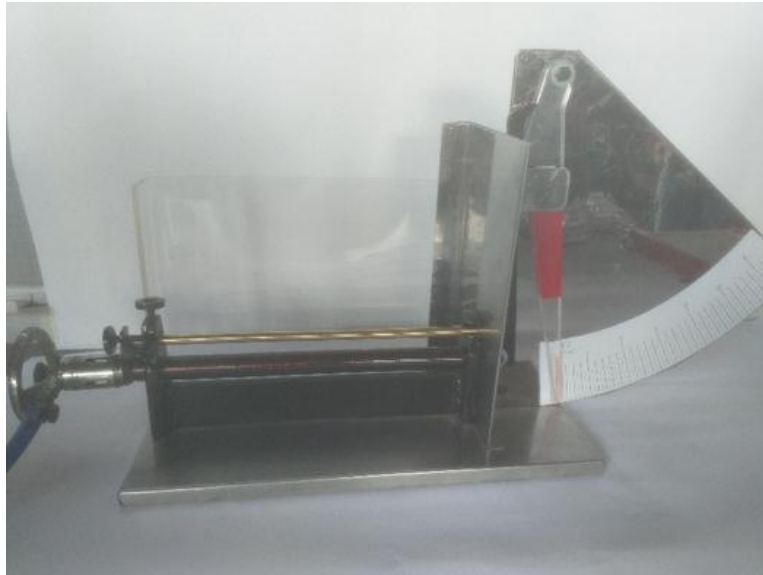
Equipo arranco con un modelo construido en lámina de acero y como fuente de calor se usó como combustible alcohol que después de varios ensayos se notó que la temperatura de la varilla podía cambiar por efecto del viento de la altura de la mecha de algodón y de la cantidad de alcohol que había en el mechero, al tener una llama grande más temperatura y si la llama era pequeña menos temperatura en la varilla y se decidió cambiar el sistema de suministro de calor con gas.

La construcción del nuevo modelo se hizo en lámina de acero inoxidable consta de dos partes, una de soporte de la varilla y suministro de calor y la otra es el mecanismo de medición del movimiento de la varilla en la dilatación. La primera parte consta de dos soportes que sostienen la varilla de metal de la prueba, en uno de los soportes tiene dos perillas pernos que permiten, una colocar, la varilla en posición de inicio y la otra perilla ajusta la varilla para que la dilatación ocurra hacia el otro extremo, el otro soporte de varilla solo sostiene la varilla alineándola sobre una de las barras de medición.

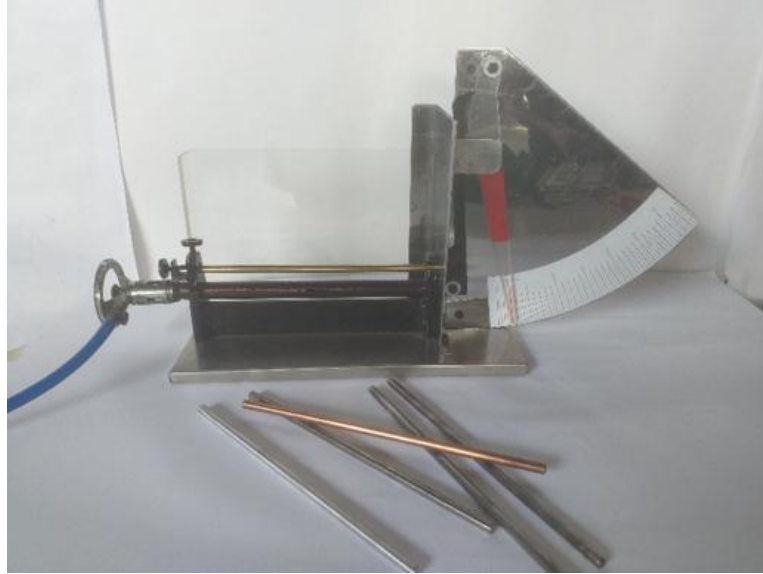
El sistema de suministro de calor consta de un depósito de gas con sus acoples y manguera que llevan el gas a una flauta ubicada debajo de la varilla de metal de la prueba. El sistema de medida consta de un mecanismo de dos barras que con

diferentes apoyos permiten multiplicar el desplazamiento que tiene la varilla de metal de la prueba en el momento de ser sometida a temperaturas mayores, ese movimiento es indicado en una escala graduada en milímetros. Además, el equipo consta de una caja de madera que contiene seis varillas de 3/8 de pulgada de diámetro y 30 centímetros de largo de los siguientes materiales: cobre, bronce, aluminio, acero inoxidable, acero de bajo carbono y acero de construcción. Tiene una lámina que separa el calor de la parte de medición y una pantalla en acrílico para evitar la brisa sobre la llama de la flauta (Figuras 6-1 y 6-2).

**Figura 6-1 Dilatómetro lineal**



**Figura 6-2. Dilatómetro Lineal con sus probetas**



### **6.1.2. Equipo de Magnetismo**

El modelo inicial se realizó de un material muy liviano que era en vinilo y acetato termo formado, pero con su uso en las pruebas se estaba deteriorando y se decidió cambiarle el material por uno más resistente y se cambió por acrílico que me da más resistencia y rigidez en los modelos.

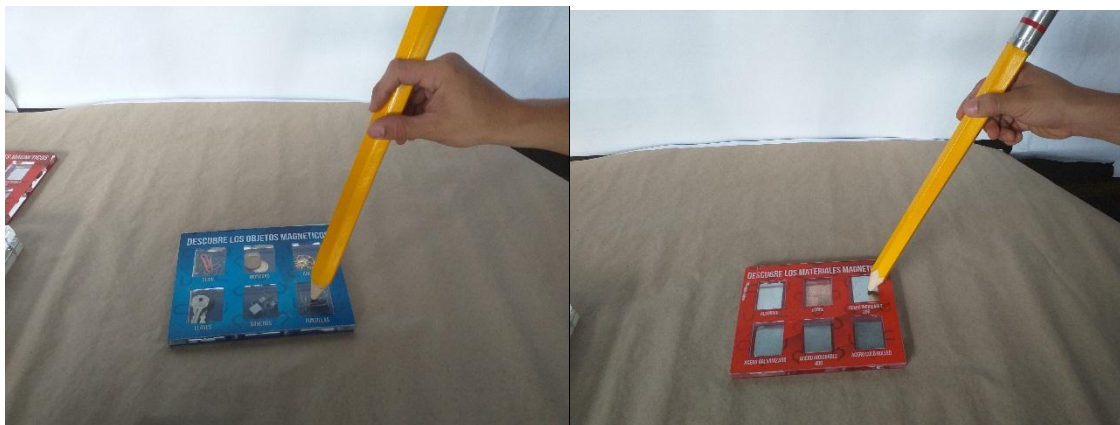
Los nuevos modelos constan de tres partes: una pantalla de fuerzas magnéticas; un juego para conocer materiales y objetos magnéticos; y un juego del laberinto para también diferenciar materiales magnéticos y no magnéticos. La pantalla de las fuerzas magnéticas es una pantalla hecha en cartulina con un marco de madera, un juego de diferentes imanes (en forma y fuerza) y un recipiente con limadura de hierro. El juego de descubrir materiales magnéticos y no magnéticos consta de unos tableros en acrílico que tienen unos contenedores donde se ubican diferentes tipos de materiales metálicos, y otros tableros con objetos metálicos que se

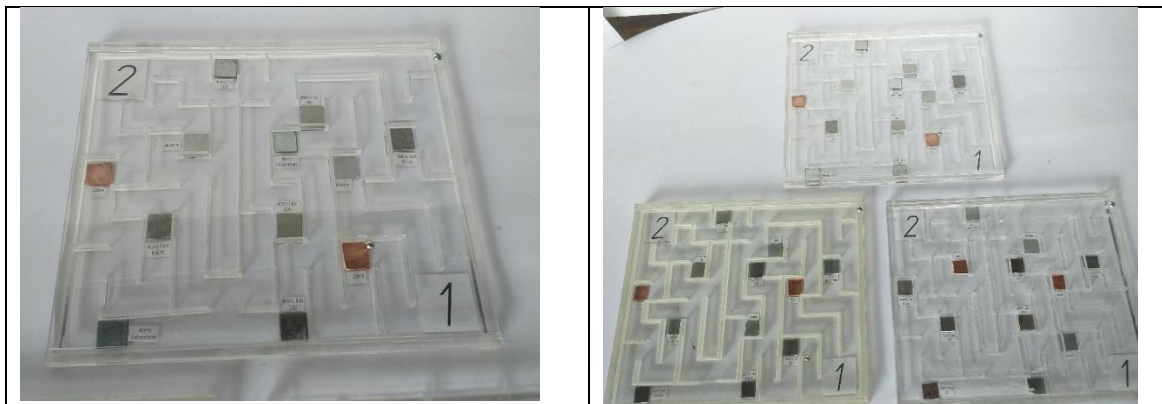
encuentran en nuestro entorno; y de un “Lapizman” que es un lápiz gigante con un imán en la punta que tiene por objeto ayudar en el juego a ubicar materiales y objetos magnéticos y no magnéticos. Y finalmente, el juego del laberinto que tiene una esfera de imán y la que debe encaminar en el laberinto para recorrer el camino desde el punto A hasta el B (Figuras 6-3, 6-4, y 6-5).

**Figura 6-3. Juego de tabletas de materiales y objetos magnéticos y no Magnéticos y el Lapizman.**



**Figura 6-4. Descubriendo con el lapizman los objetos y materiales magnéticos y no magnéticos**



**Figura 6-5. Laberinto con materiales magnéticos y no magnéticos**

## 6.2. Realización de la prueba piloto

La prueba piloto se realizó el día 19 de mayo 2019, empezando a las 8:50 a. m., con un grupo de 30 estudiantes del grado 10° de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, en el laboratorio de química de la institución.

### 6.2.1. Prueba piloto sobre dilatación térmica lineal de los metales

Después de los saludos y agradecimientos de rigor se aplicó la prueba piloto # 1 sobre el tema de la dilatación térmica lineal de los metales iniciando con una prueba de “presaberes” que tenía por objeto determinar qué aproximación tenían los estudiantes al tema, el cual no se identificó deliberadamente ante los estudiantes, permaneciendo incógnita durante la administración de esta prueba. Después de 4 minutos los estudiantes devolvieron la hoja de respuestas y el docente empezó una exposición sobre dilatación térmica, acudiendo permanentemente a ejemplos comunes del entorno cotidiano como los siguientes: el porqué de los espacios que se dejan en la construcción de andenes y calles de concreto; del agrietamiento de las losas o la grietas que se forman en el cemento; el porqué de los mitos que se tejen en torno al crujir nocturno de la madera en las iglesias causado por la

contracción de la madera a causa del frio; el golpe que hacen la llantas cuando un carro llega a un puente y a la salida del puente; el espacio que se deja el los rieles del tren, etc. (Figuras 6-6 y 6-7).

**Figura 6-6. Dilataciones en las losas de cemento**



**Figura 6-7. Bancas de madera en la iglesia**



A continuación, se exhibió el dilatómetro a los estudiantes, se colocó en el lugar destinado para ello una varilla de acero y simultáneamente se distribuyó entre ellos una prueba de predicciones (pre test) a seguir mientras se explicaba el procedimiento a seguir y lo que ocurriría en el experimento. Los estudiantes

contestaron la prueba y se continuó con el experimento sometiendo la varilla de acero al calor de la llama. Al observar lo que ocurría en el equipo los estudiantes empezaron a notar que la aguja que marcaba la elongación de la varilla se iba moviendo sobre la escala graduada del equipo, como efecto de la dilatación.

Entre tanto, el docente observó que todos los estudiantes estaban atentos al movimiento de la aguja del equipo; al cabo de tres minutos, cuando la aguja estaba marcando el valor máximo de la escala, el docente apagó la llama y la aguja empezó a descender denotando que la varilla de acero estaba contrayéndose. Se retiró la varilla de acero y se continuó con la actividad experimental repitiendo la experiencia con las otras varillas del kit del equipo: de aluminio, de acero inoxidable, de acero de construcción y de bronce; en todos los casos se volvió a encender la llama y la aguja del equipo nuevamente se desplazaba sobre la escala; Los estudiantes tuvieron la oportunidad de observar el comportamiento diferencial de los distintos materiales frente al calor; en el caso del aluminio la aguja se desplazó más rápido a causa de las propiedades de ese material que observó una respuesta más rápida cuando se sometía a mayores temperaturas.. Una vez culminada la experiencia se les solicitó responder a la prueba post test; la contestaron y la entregaron. En ese momento sonó el timbre para el descanso de la mañana.

Los estudiantes del grupo se vieron muy interesados en el tema e incluso, se atrevieron a hacer sugerencias para mejorar la prueba y el equipo, como, por ejemplo, la de tomar la medida de la elongación en el diámetro de la varilla, vale decir, registrar la dilatación radial; otro estudiante opinó que la prueba se hiciera simultáneamente con varios equipos para hacer el ensayo con varias varillas al mismo tiempo. Sugerecias que se tendrán en cuenta para las conclusiones del trabajo.

### **6.2.2. Prueba piloto sobre magnetismo**

Después del descanso se procedió a la segunda prueba piloto en el mismo salón laboratorio de química; en esta oportunidad se abordó el otro tema que era el magnetismo y las fuerzas magnéticas. Nuevamente se realizó la prueba de saberes previos sobre el tema del magnetismo y fuerzas magnéticas la prueba saberes previos para indagarlos sobre lo que conocían de su entorno con respeto al tema; al cabo de 5 minutos entregaron la prueba presaberes diligenciada.

Se dio inicio al tema partiendo de la pregunta acerca de qué fenómeno estaba presente en el hecho de que los objetos decorativos se quedaran pegados en la puerta de la nevera de sus casas, haciendo referencia al fenómeno del magnetismo y las fuerzas magnéticas. También el docente hizo referencia a otros casos en que se manifiesta el fenómeno, como el de la brújula y el gran campo magnético que tiene la tierra; igualmente se comentó sobre los imanes naturales y los artificiales permanentes; sobre el uso que tienen los imanes en la industria, y que con ayuda de esa fuerza magnética hace trabajo mecánico en motores, remplazando a los hidrocarburos de los motores de combustión interna; de su uso en los electrodomésticos; de los electroimanes que son inducidos por la corriente eléctrica para que tengan una fuerza magnética; y se les mostró imanes de diferente forma y diferente material, así como la manera de identificar sus polos y la diferencia de su fuerza magnética.

A continuación, se inició la actividad de laboratorio experimental activo con el cuadro hecho con madera y cartulina para visualizar las fuerzas magnéticas al colocar un imán debajo de la cartulina y rociando en la parte de arriba limaduras de hierro para apreciar cómo se forman las líneas del campo magnético que se diferencia por la forma del imán y del material que ha sido construido. También se pudo identificar los polos del imán en las líneas magnéticas formadas por la limadura de hierro.



En seguida se propuso el primer juego dividiendo el grupo en tres subgrupos para trabajar con las tabletas y el lapizman diseñados, en esas tabletas con ayuda del lapizman los estudiantes pudieron distinguir los materiales que eran atraídos por el imán y los que no lo eran. Después conocieron y jugaron con las otras tablas utilizando el lapizman para diferenciar entre objetos magnéticos y no magnéticos. A continuación, contestaron la prueba presaberes y lo hicieron en 9 minutos. Seguidamente se procedió a participar en el juego del laberinto con el imán esférico; el juego consiste en llevar el imán esférico por los caminos donde no se encuentre con materiales magnéticos porque se detendría al quedar pegado el imán con los materiales magnéticos de la ruta y se perdería la prueba; el juego exige estudiar primero la ruta por donde pueda pasar la esfera libremente para no perder el juego, lo que implica que el estudiante debe identificar dónde hay materiales magnéticos, y donde no.

La mayoría de los estudiantes estuvieron muy atentos a este tema haciendo sus comentarios de lo que sucedía en su alrededor cotidiano con los imanes y mostraron más entusiasmo cuando procedieron a interactuar con los juegos de las tablas de los materiales y objetos magnéticos; el lapizman y el laberinto de materiales magnéticos y no magnéticos. La prueba terminó a las 12:30 p. m., sin que se pudieran realizar la prueba de predicciones y la de resultados.

Las Figuras 6-8 a 6-16 ilustran los distintos momentos de la realización de la prueba piloto en estudiantes de 10° grado de la institución educativa Técnica y Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Cauca, resaltando el interés, la atención y la implicación de los estudiantes en la realización de la prueba piloto.

**Figura 6-8. Presentación de la prueba al grupo de estudiantes del grado 10° de la Institución educativa Técnica y Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao Cauca**



**Figura 6-9. Entrega de la prueba saberes previos**

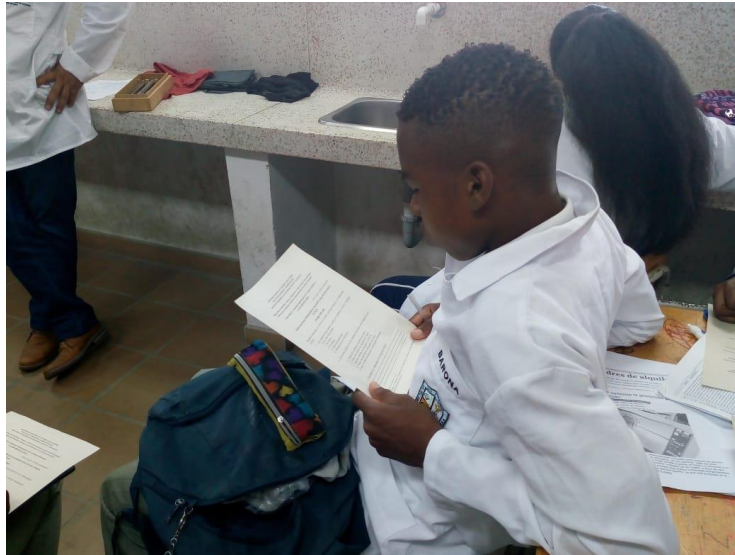


**Figura 6-10. Recolección de la Prueba Saberes previos****Figura 6-11. Prueba con el imán para mostrar las líneas de la fuerza magnética del imán**



**Figura 6-12. Prueba Post saber****Figura 6-13. Contestando la prueba pre saber**

**Figura 6-14. Leyendo prueba post saber**



**Figura 6-15. Contestando la prueba pos saber**



**Figura 6-16. Analizando la fuerza magnética de dos imanes**



### **6.3. Evaluación de los resultados de la prueba piloto con los modelos físicos de experimentación activa**

#### **6.3.1. Resultados de la prueba piloto con el dilatómetro**

##### **✓ Prueba de presaberes**

Como se estableció en Metodología, esta prueba planteó tres preguntas alrededor de temas cotidianos que tienen relación con la dilatación de los materiales ocasionada por los cambios térmicos, sin que los estudiantes estuvieran previamente enterados de los temas que se abordarían en las demostraciones, incluyendo la no visualización de los modelos físicos; son ellas (Anexo A):

La pregunta 1 indagaba: *¿Por qué cree usted que entre las placas de cemento de los andenes se colocan unos separadores de madera?*

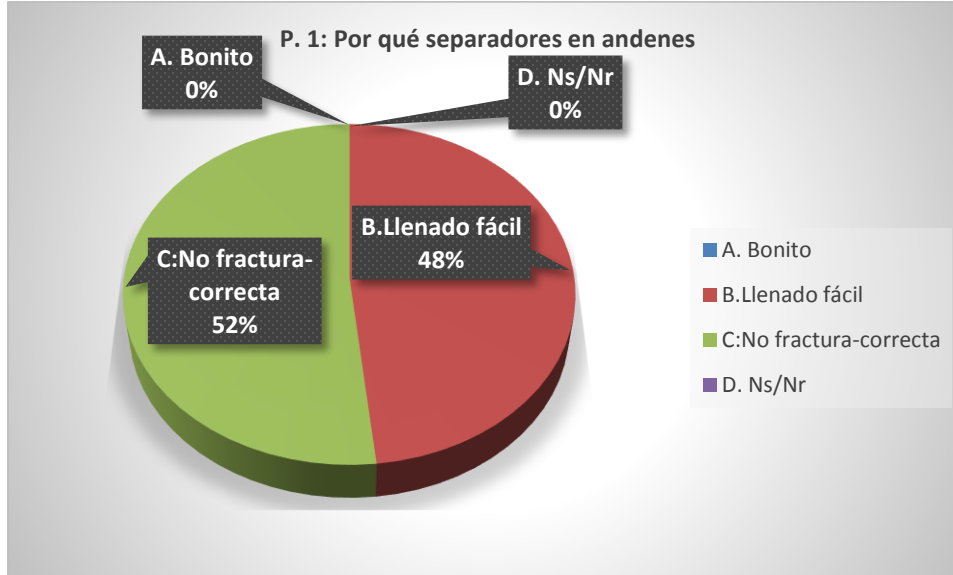
La pregunta 2: *El fenómeno físico que hace colocar el separador de madera entre las placas de cemento del andén, se denomina.*

La pregunta 3: *El fenómeno que usted identificó en la pregunta anterior lo ocasiona.*

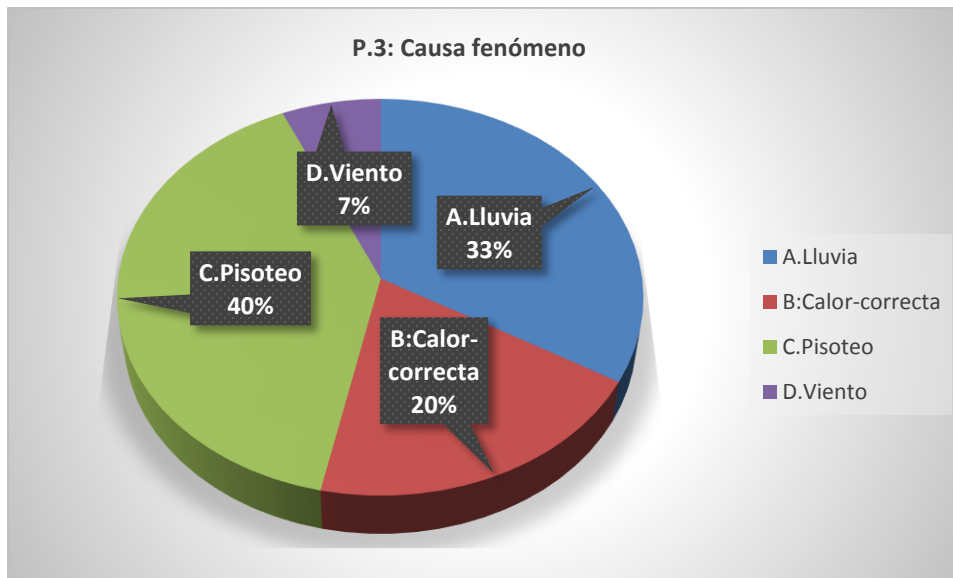
Las respuestas que dieron los estudiantes a las preguntas revelan que su saber en torno al fenómeno físico en estudio está fundamentado en el sentido común frente a la vida cotidiana. Es así como, no obstante que un poco más de la mitad de los estudiantes de 10° acertó en la pregunta 1, al contestar que los separadores de madera buscan evitar que las placas de cemento de los andenes se fracturen (Figura 6-17), sin embargo, no pudieron identificar el fenómeno físico involucrado (Figura 6-18), pues la inmensa mayoría relacionó la causa con otros fenómenos distintos al efecto del calor (pregunta 2), significando ello que desconocen este tema de la física. Las respuestas a la pregunta 3 corroboran esta percepción y evidencian la dispersión mental sobre el particular, mostrando incoherencia lógica frente a la pregunta, con respuestas como, por ejemplo, que el fenómeno físico se denomina *“placas de cemento”, “placas del andén”, “separadores de madera placas de cemento”*; no obstante, se resalta la honestidad de algunos al responder que no lo saben. (Tabla 6-1).



**Figura 6-17. Resultados a la pregunta 1 Presaberes de la prueba 1: Por qué cree usted que entre las placas de cemento de los andenes se colocan unos separadores de madera**



**Figura 6-18. Resultados de la pregunta 3 de la Prueba Presaberes de la prueba 1: El fenómeno que usted identificó en la pregunta anterior lo ocasiona.**





**Tabla 6-1. Respuestas a la pregunta 2 de la Prueba 1 Presaberes: El fenómeno que usted identificó en la pregunta anterior que hace necesario colocar el listón de madera en medio de las placas de cemento del andén se denomina.**

<b>Pregunta 2-Presaberes</b>
<b>El fenómeno físico que hace necesario colocar el listón de madera en medio de las placas de cemento del andén se denomina:</b>
<p><b>Respuestas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No contesta nada</li> <li>• Placas de cemento</li> <li>• Separador para que el cemento se riegue</li> <li>• No sé</li> <li>• Golpe</li> <li>• La lluvia</li> <li>• Se parte el concreto se fractura a causa de las pisadas</li> <li>• Para que el cemento no colapse</li> <li>• Placas del andén</li> <li>• Pisoteo</li> <li>• En si no tengo claro que fenómeno físico ocasiona o hace posible esto más sin embargo todo influye. Lluvia, pisoteo y calor</li> <li>• Separadores de madera placas de cemento.</li> <li>• Lluvia porque cuando está lloviendo el agua se puede llevar el concreto.</li> <li>• Desmoronamiento a causa del agua</li> <li>• El pisoteo</li> </ul>

### ✓ Prueba de predicciones

En la prueba de predicciones se formularon las siguientes preguntas:

Pregunta 1: ¿Qué esperará que suceda cuando se caliente la varilla metálica?

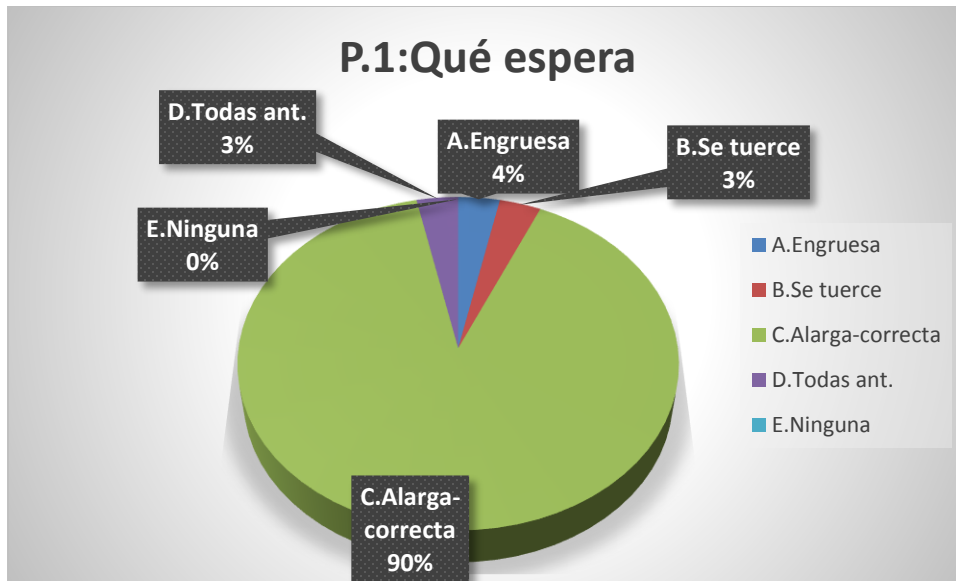
Pregunta 2: Si las seis varillas son de metales diferentes, usted espera que.

Pregunta 3: Explique su respuesta a la pregunta anterior (Anexo B).

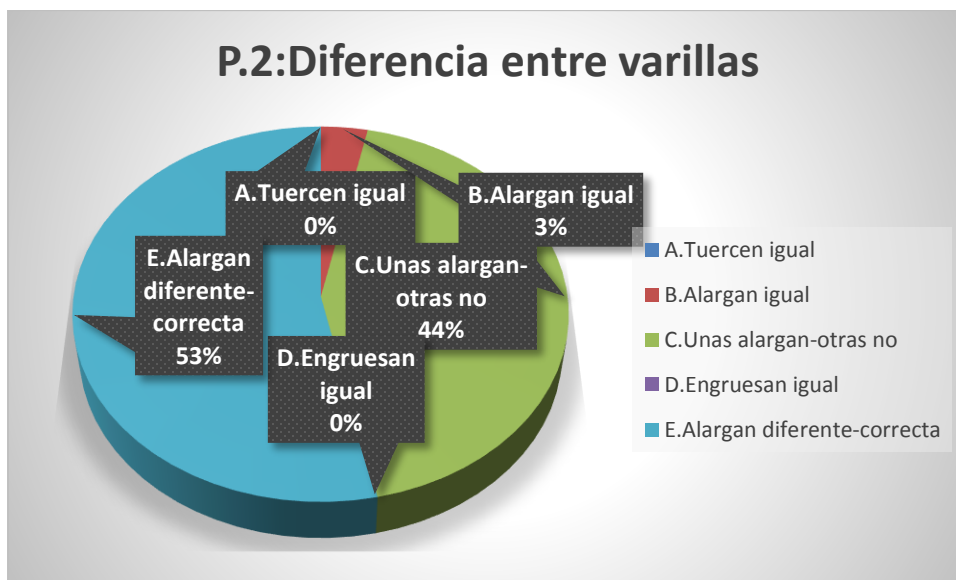
Las respuestas de los estudiantes de grado 10° a las preguntas de predicciones evidencian que una vez recibieron una breve introducción por parte del docente, y preguntaron y discutieron al respecto sobre el fenómeno de la dilatación térmica, se observó que tuvieron más elementos para entender un poco más el fenómeno, al punto de que la gran mayoría de ellos (90%) respondió acertadamente a lo que se esperaba que ocurriera con las varillas al calentarlas, es decir, que se alargarían; y que un poco más de la mitad de la clase contestó que diferentes metales provocarían respuestas distintas en cuanto a la magnitud del alargamiento; evidenciando, además que tenían algún conocimiento previo al respecto,

y que la introducción de la prueba presentada por el autor, de alguna manera logró captar el interés de los estudiantes y les permitió cierto grado de raciocinio sobre el tema. (Figuras 6-19 y 6-20, y Tabla 6-2).

**Figura 6-19. Resultados de la prueba 1 los pre-test Pregunta 1: ¿Qué esperará que suceda cuando se caliente la varilla metálica?**



**Figura 6-20. Resultados de la prueba 1 los pre-test Pregunta 2: Si las seis varillas son de metales diferentes, usted espera que.**



Aunque sus percepciones siguen muy ligadas al saber cotidiano de su experiencia vital, más centrada en su intuición, que en una explicación más sistematizada del fenómeno; no obstante, es de destacar en las respuestas de la Tabla 6-2, cierto nivel de raciocinio frente a la pregunta.

**Tabla 6-2. Respuestas de la pregunta 3 de la Prueba 1 pre test: Pregunta 3: Explique su respuesta a la pregunta anterior**

<b>Pregunta 3-Predicciones Explique su respuesta a la pregunta anterior</b>
<p><b>Respuestas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las varillas se alargan por la presión y el calor que se le hacen</li> <li>• Porque los diferentes materiales lo que hace que a algunas varillas sean menos o más afectadas por el calor.</li> <li>• Ya que cada varilla es diferente pues pienso yo que cada una va a tener una dilatación o movimiento físico diferente</li> <li>• Las 6 varillas son de metales diferentes la cual es lógico que tienen elementos químicos que reaccionan diferente a las diferentes temperaturas ya sea fría o caliente</li> <li>• Pues para mí la primera se alarga porque al estar ajustado de un lado el otro no el lado que no está ajustado alarga</li> <li>• Yo digo que algunas varillas se alargan y otras no porque mi pensar es que todas no son iguales.</li> <li>• Como son en diferente material entonces no pueden alargarse a la misma longitud</li> <li>• Creo que surgen varios efectos ya que todas son en material diferente</li> <li>• Porque todas tienen los mismos elementos por eso creo que ocurre la variación de estiramiento</li> <li>• Porque son de diferente material es decir que su material que las conforma tiene una reacción diferente la calor es decir hace que genere medidas diferentes</li> <li>• Porque son de diferente compuesto así que van a tener reacciones diferentes al calor</li> <li>• Porque por el calor se alargan, pero en longitudes diferentes</li> <li>• Pues porque cada metal es diferente y no todas tendrán la misma reacción</li> <li>• Pues yo opino que la varillas se alargaran de longitudes diferentes ya que hay materiales que se calientan más que otros</li> <li>• Pues debido a que los componentes de las varillas son distintos, no se espera que tengan la misma reacción ya que su reacción al calor puede ser muy distinta.</li> <li>• En caso de la composición de las varillas son diferentes al momento de calentar se dilatan de diferentes formas, así se alargan al momento de calentarse.</li> <li>• Como cada varilla es diferente yo espero que tengan reacciones diferentes a la temperatura, a la que van a estar expuestas yo creo que se alargan con diferentes longitudes.</li> <li>• Ya que como son diferentes materiales estos materiales van a tener diferentes puntos de ebullición.</li> </ul>

- Espero que se alarguen a longitudes diferentes por que no son de mismo material y puede que una se alarguen más que otra.
- Pues yo digo que algunas de los metales son diferentes porque algunas varillas se alargan y otros no.
- Que alarguen y se pongan más gruesas unos que otras.
- Que todas las varillas no son iguales pueden cambiar su forma a él calentarse y su tamaño.
- Yo creo que surgen diferentes cambios ya que no son del mismo material y por ende no reaccionan igual.
- Que todas las varillas se alargan a longitudes diferentes porque todas son diferentes metales
- De acuerdo a la variación de metales y el flujo de calor continuo, sucederá un proceso muy común pero que nos damos cuenta que es que la varilla se estira un poco.
- Que las varillas se alarguen a longitudes diferentes por ser de metales diferentes en la cual se puede observar una dilatación o se alarguen
- Porque el calor hace que se pongan largas, gruesas y se alarguen.
- Ya que los metales son diferentes y unas son metales mucho mejores entonces una se van alargar de manera diferente
- A medida que se calienta se crese unas si u otras no
- Pues yo creo que algunas varillas no se alarguen por los metales diferentes que tienen.

### ✓ Prueba de resultados

En la prueba de resultados se formularon las siguientes preguntas:

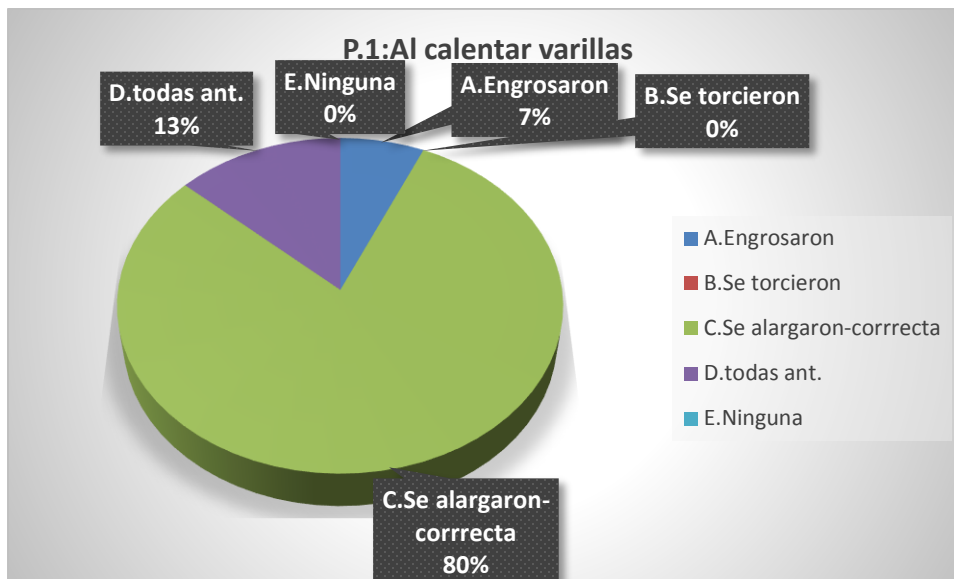
Pregunta 1: Al someter a calentamiento las diferentes varillas, éstas...

Pregunta 2: Al ser sometidas a calor, las diferentes varillas respondieron así:

Pregunta 3: Explique su respuesta a la pregunta anterior.

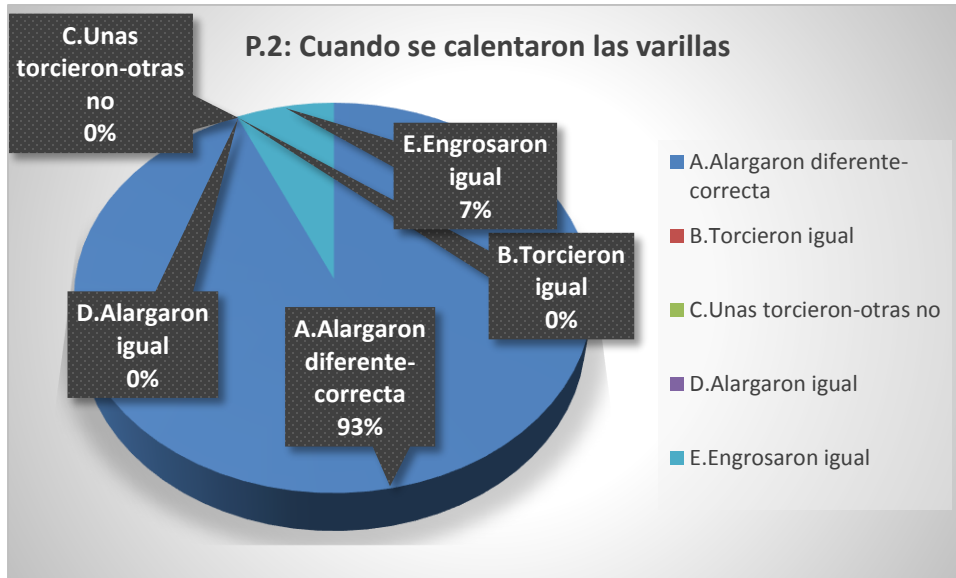
Se analizan los resultados de la prueba piloto 1 con el equipo el dilatómetro evidenciados en la figura 6-21.

**Figura 6-21. Resultado de la prueba 1 el post test Pregunta 1: Al someter a calentamiento las diferentes varillas, éstas se...**



Los resultados de esta prueba permiten evidenciar que los dos modelos físicos de experimentación activa para la enseñanza de aprendizaje de los fenómenos físicos dilatación térmica y fuerzas magnéticas, diseñados en el marco del presente Trabajo Final de Maestría, se vislumbran como promisorios para visualizar fenómenos inobservables a simple vista; en virtud de que permitieron a los estudiantes de 10° de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, tener un mejor acercamiento a los fenómenos estudiados; pues observar los fenómenos en el momento de su ocurrencia y en tiempo real, les permitió visualizarlos y realizar interpretaciones de lo ocurrido (Tabla 6-3). Los modelos diseñados y construidos podrán emplearse en la fase inicial de abordaje de estos temas de física en educación secundaria, y también podrían emplearse para los primeros acercamientos al área de ciencias en estudiantes de primaria (Figura 6-22 y Tabla 6-3).

**Figura 6-22. Resultado de la prueba 1 el post test Pregunta 2: Al ser sometidas al calor, las diferentes varillas respondieron así.**



### 6.3.2 Resultados de la prueba piloto con los juegos sobre magnetismo

No fue posible analizar estos resultados por sustracción de materia, ya que no se logró coleccionar la información requerida para ello; pues, como se consignó en el párrafo final del apartado 6.6.2, el tiempo otorgado por la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, no fue suficiente para este efecto.

**Tabla 6-3. Respuestas de la pregunta 3 de la Prueba 1 post test: Explique su respuesta a la pregunta anterior**

Pregunta 3-Prueba de Resultados Explique su respuesta a la pregunta anterior
<p><b>Respuestas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las varillas se alargaron diferentes longitudes con el calor como por lo tanto algunas se engrosaron y otras se alargaron, pero no se alargaron igual porque son de diferente material.</li> <li>• Las varillas se alargaron diferente ya que las varillas unas se calientan más rápido y sube más rápido.</li> <li>• Cada un tubo un cambio diferente la primera se alargó a un tiempo muy lento y la otras a un tiempo más rápido</li> <li>• Las varillas se alargaron a diferentes longitudes porque algunas varillas se calentaron a temperaturas diferentes</li> <li>• Todas se alargaron a diferentes longitudes con las diferentes varillas y el calor.</li> <li>• Pues al meter las varillas al calor se alargan y cuando se enfrían se encojen al</li> <li>• Creo que por su diferente componente de lo que están hechas, entonces creo que por eso tienen diferentes longitudes</li> <li>• Las varillas se alargan a diferentes longitudes porque todas tienen un elemento metal diferente.</li> <li>• Que todas las varillas tuvieran un cambio se alargaron se pusieron gruesas etc. Eso sucede cuando se colocaron las varillas en el calor.</li> <li>• Al tener contacto con el fuego se engruesan y se alargan por la dilatación.</li> <li>• Las varillas se calientan a la misma temperatura pero se alargan más rápido unas que las otras.</li> <li>• Al tener contacto con el calor unas se alargaron y se pusieron de distinto calor.</li> <li>• Ya que todas las varillas son de diferente material, unas se alargaban más rápido y las otras no mucho.</li> <li>• Porque como son de diferente material, es por eso que todas no se alargaron a diferente longitud.</li> <li>• Por el compuesto químico y al ser expuesta al calor se expandieron por tamaños diferentes.</li> <li>• Pues por lo que yo vi desde lejos es que todas se engrosaron por igual no sé qué verdad sea ok.</li> <li>• El calor es algo impresionante, emparte (sic) de eso como las varillas son algunas sensibles se dilatan, si varía la expansión de estos.</li> <li>• Se alargaron en diferente longitud por su distinto tipo de metal, ya sea cobre, bronce o aluminio.</li> <li>• Se alargaron a diferentes longitudes ya que los materiales son los que están compuestos las varillas son diferentes y reaccionaron de diferente manera.</li> <li>• Las varillas se alargaron a longitudes diferentes unas más rápidas que otras, cambiaron su aspecto de color, grosor y largo.</li> <li>• Las varillas se alargaron a diferentes longitudes ya que como son diferentes materiales estos tienen diferentes puntos de dilatación.</li> <li>• Como las varillas son de material diferentes se alargaron diferentes unas se demoraban más en subir la temperatura y otras eran muy lentas.</li> <li>• Pues al ser sometidas al calor las varillas se alargaron a diferente velocidad.</li> </ul>

- Se dio porque las características de las varillas usadas es el de dilatarse a una temperatura constante.
- Cuando ponemos las varillas al calor, se alargan a diferente longitud y su tiempo de alargamiento es diferente por ejemplo el cobre se alarga más rápido.
- Esto sucedió porque estas varillas eran compuestas de diferentes materiales por ejemplo el aluminio se alarga más rápido que el hierro, todas las varillas tienen diferentes materiales.
- Pues que cada varilla es de un material diferente o sea diferente dilatación en cada una, en una estuvo rápido y en otra lento.
- Las varillas se alargaron a diferentes longitudes por ser materias diferentes.
- El material de las varillas son distintos y cuando se calienta se alargan de diferente tamaño.

## 6.4. Discusión de resultados

El problema de este trabajo gravitó en torno a cuatro enunciados centrales: diseño de objetos físicos didácticos; teoría de los inobservables de Bunge y Carnap; el laboratorio de experimentación activa como estrategia didáctica; Ausubel (1963) y el cambio conceptual a partir de los preconceptos del discente (aprendizaje significativo).

En cuanto al diseño de objetos físicos didácticos y su uso como apoyo en la enseñanza aprendizaje, la prueba piloto hizo posible confirmar en la práctica enunciados como que el objeto didáctico privilegia la concentración del educando; reduce su ansiedad en momentos de tensión, como en la presentación de una prueba de evaluación; dirige su atención y le permite organizar las actividades y el tiempo de estudio Barriga & Rojas (2002).

También resulta interesante considerar las peripecias que surgieron en el diseño y construcción de los dos modelos mediante el método de ensayo y error, hasta ajustarlos a los dos prototipos que finalmente estuvieron listos para la prueba piloto en la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, como la de cambiar materiales para que los



modelos fueran más resistentes cambiar el vinilo y el acetato por acrílico que es un polímero de mayor densidad por tanto más resistente, el de cambiar el sistema de suministro de calor que era con alcohol y se cambió a gas y así los resultados mejoraron significativamente.

La prueba piloto realizada con los modelos diseñados y construidos en este trabajo, mediante la estrategia del laboratorio de experimentación activa, mostró que la interacción de los estudiantes con los dos fenómenos en estudio, a través del empleo de los modelos como mediadores didácticos, les permitió percibir sensorialmente, en tiempo real, la dinámica de los dos fenómenos físicos; lo cual, a su vez, les permitió elaborar una primera aproximación comprensiva a la construcción conceptual en torno al comportamiento físico de estos fenómenos (Carnap, 1969; Bunge, 2004). Por una parte, se hizo evidente, al comparar las pruebas de preconceptos, predicciones y pos test, un avance hacia la comprensión de los fenómenos físicos objeto de estudio (Figuras 6-17 a 6-22), poniendo de manifiesto la teoría del aprendizaje significativo, que parte de los preconceptos del estudiante hacia el cambio conceptual (Ausubel, 1963). En efecto, La Introducción a la prueba piloto que ofreció el autor, una vez efectuada la prueba de saberes puso en evidencia que los estudiantes tenían algún conocimiento previo al respecto, y que la explicación de la prueba, de alguna manera, logró captar el interés de los estudiantes y les permitió cierto grado de raciocinio sobre el tema.

Y al mismo tiempo, se mostró en los estudiantes que participaron en la prueba piloto, el proceso de descubrimiento que aporta el aprendizaje experimental (Rabardel, 1995). Y en relación con los ambientes de aprendizaje que provee la implementación de los objetos didácticos al trabajo de aula, lo consignado en estos dos últimos párrafos también es una evidencia de cómo los modelos contribuyeron a la generación en los estudiantes de la disponibilidad para aprender (Bruner, 1995;

Vygotsky, 1993; May, s.f, Kepler, s.f. y Castañeda, s.f., citados por González & Roldan, 2013; Gutiérrez, 2010).

En síntesis, el contacto de los estudiantes con los modelos físicos les permitió acercarse al conocimiento en el tema. Con el dilatómetro pudieron observar un cambio de dimensión métrica que sufre un cuerpo físico, las varillas metálicas, debido al cambio de temperatura y entender que si a un objeto se le aplica calor sus moléculas comienzan a vibrar y con esto se dilata porque con la vibración las moléculas necesitan más espacio para viajar entre ellas y mediante el juego didáctico los estudiantes interactuaron con el fenómeno físico de las fuerzas magnéticas: cuando tuvieron los imanes en sus manos y pudieron sentir las fuerzas de atracción y repulsión terrestres, jugando con el posicionamiento de los imanes enfrentando los polos opuestos para mirar la atracción o las polaridades iguales, para experimentar la repulsión, se regocijaron, pero también se implicaron en las pruebas.

## **7. Conclusiones y recomendaciones**

### **7.1. Conclusiones**

Partiendo de modelos preexistentes, se diseñaron y construyeron los dos modelos físicos de experimentación activa ilustrados en las figuras 6-2 y 6-3, para la visualización por parte de los estudiantes de los fenómenos físicos dilatación térmica y fuerzas magnéticas.

En la prueba piloto con estudiantes de 10° de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra se pudo evidenciar que los dos modelos físicos de experimentación activa diseñados fueron efectivos en el desempeño de la función prevista de hacer observables mediante visualización, los fenómenos físicos dilatación térmica y fuerzas magnéticas, habitualmente inobservables a simple vista.

La prueba piloto evidenció también algunos logros cognitivos preliminares, en términos de aproximación comprensiva a los fenómenos en cuestión, ya que su visualización en tiempo real les permitió describir lo que estaba ocurriendo, y les permitió especular interpretaciones de su comportamiento; reafirmando también la tesis de Ausubel del cambio conceptual a partir de los conocimientos previos.

Tanto el relato del autor, como las imágenes que se tomaron durante la prueba piloto, muestran otros logros de orden axiológico y afectivo, expresados en la

transparencia en las respuestas a las preguntas abiertas formuladas en la prueba, y en la implicación y compromiso de los estudiantes durante la realización del laboratorio de aprendizaje activo.

## **7.2. Recomendaciones**

Los tropiezos experimentados por el autor en la etapa de construcción del prototipo lo hicieron consciente de que éste adolece aún de carencias que hay que solucionar, relacionadas principalmente con el control del calor, que afecta la precisión del experimento, especialmente cuando se pretenda medir para cuantificar el fenómeno, para efectos de profundizar en su conceptualización con rigor científico.

En el mismo sentido, es necesario revisar para mejorarlo significativamente, el mecanismo de medición, que permita realizar el laboratorio de aprendizaje activo en condiciones de control exhaustivo, con miras a su utilización en ambientes de aprendizaje del medio universitario, en donde se requiere mayor profundidad en la conceptualización del fenómeno, en las que el apoyo en las herramientas matemáticas es insoslayable.

## 8. Referencias bibliográficas

AUSUBEL, D.P. The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton.1963.

BARRIGA, A. ROJAS, G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo tercera edición Mc Graw Hill. España. 2002.

BONWELL, C., y EISON, J. Aprendizaje activo: generando entusiasmo en el aula. (Informe de educación superior ASHE-ERIC n. ° 1). Washington, DC: George Washington University.1961.

BUNGE, M. La investigación científica, su estrategia y su filosofía. Tucumán, Argentina: Siglo XXI. 2004.

BRUNER, J. *La disponibilidad para aprender*. Capítulo 7° del libro Desarrollo Cognitivo y Educación. Madrid, Ediciones Morata, 1995. pp.145-159.

BLUM-KULKA, S. *Pragmática del discurso*. En: Teun A. van Dijk (compilador): El discurso como interacción social. Barcelona, Edit. Gedisa, 2000. pp.67-99.

BRUNER, J. *Pedagogía Popular*. Capítulo 2° del libro La educación, puerta de la cultura. Barcelona, Ed. Visor, 1997. pp. 63-83.

BRUNER, J. La disponibilidad para aprender. Capítulo 7° del libro Desarrollo Cognitivo y Educación. Madrid, Ediciones Morata, 1995. pp.145-159.

BAJTÍN, M. *La construcción de la enunciación*. En: A. Silvestri y G. Blank: Bajtín y VIGOTSKY: la organización semiótica de la conciencia. Barcelona, de. Anthropos, 1993.pp. 245-276.

CARNAP, R. Fundamentación lógica de la física. Trad. Néstor Miguens. Buenos aires: Sudamericana. 1969

CASADEI CAMIEL, Luisa, *et al.* La Simulación como Herramienta de Aprendizaje en la Física [PDF]. En: Revista electrónica: "Actualidades Investigativas en Educación". Agosto, 2008. vol.8, no.2, p. 1-2. ISSN 1409-4703.

CERVANTES, J. M., Díaz, R. V., & Sánchez, E. M. (2013). Prototipo para demostración de la Primera y Segunda Leyes de Newton . *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 6(1), 23-34.

CHERNICOFF, L.¿ Por qué enseñar ciencia a través de la indagación ? Un caso en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México ( UACM ). 23(4), 432-450. 2012.

DIMA, G., GIRRELLI, M., & Reynoso Savio, M. F. (2012). Aprendizaje activo de la física en alumnos de nivel secundario: Pre test de laboratorio sobre transformación de energía eléctrica en térmica., 6(1), 143-147.

DUVAL, Raymond. *Registros de representación, comprensión y aprendizaje*. En: Semiosis y Pensamiento Humano. Registros Semióticos y Aprendizajes Intelectuales. Cali, 1999. Universidad del Valle (Traducción de Myriam Vega Restrepo, profesora del I.E.P.). 1988

GONZALEZ, M y ROLDAN, A. Los materiales didácticos como mediadores del proceso educativo. Diseño e implementación de objetos didácticos Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2013.

GRICE, P. *La lógica y la conversación*. En: Lenguaje y Sociedad. Centro de Traducciones Universidad del Valle, Cali, 1983. pp. 101-121.

GUTIERREZ, Laura. Ambientes de aprendizaje en el aula. En Autodidacta. 2010 vol. 98, ISSN: 1989-9041, 2-5 p.

HERNÁNDEZ, Jéssica. Ambiente de aprendizaje interactivo en Internet, basado en la tecnología JSP para la Educación Ambiental. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Puebla: México Universidad de las Américas. 2002.

HUSEN, T Y POSTLETHWAITE T. Enciclopedia Internacional de la Educación, Vol. 1. Vicens-Vives Ed. Madrid.1989.

MARTÍNEZ, M. La investigación cualitativa (Síntesis Conceptual). En Revista de Investigación en Psicología, 9 (1), 123 – 146. 2006. Recuperado de:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion\\_psicologia/v09\\_n1/pdf/a09v9n1.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf)

MENDOZA, R. Investigación cualitativa y cuantitativa: diferencias y limitaciones. Piura, Perú. 2006. Recuperado de:

<http://www.monografias.com/trabajos38/investigacion-cualitativa/investigacion-cualitativa.shtml>

PRIETO MARTIN, Alfredo. Universidad de Alcalá. Métodos de Aprendizaje Activo:

Clases Interactivas y Participativas [PDF]. [En línea].

<[http://docencia.etsit.urjc.es/moodle/pluginfile.php/7099/mod\\_resource/content/0/307aprendizajeactivo\\_clases\\_interactivas.pdf](http://docencia.etsit.urjc.es/moodle/pluginfile.php/7099/mod_resource/content/0/307aprendizajeactivo_clases_interactivas.pdf)>[Citado en 24 de abril de 2014].

RICO, Darío; Caracterización de la deserción estudiantil en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín., 2006. 103 p. 35-56.

RISOQUE, R La importancia del material didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje (un acercamiento). Monografía.

<https://www.monografias.com/trabajos76/material-didactico-proceso-ensenanza-aprendizaje/material-didactico-proceso-ensenanza-aprendizaje.shtml>.  
Citado 23-05-2013

SALVAT B, "El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza". Gedisa / EDIUOC. Barcelona, 2000.

VIGOTSKI, L. *Pensamiento y palabra*. En: Pensamiento y lenguaje. Barcelona, Pablo del Río Ed., 1993. Tomo II de sus Obras Selectas.

VIGOTSKI, L. El problema de la enseñanza y del desarrollo mental en la edad escolar. En: Pensamiento y lenguaje. Barcelona, Pablo del Río Ed., 1993. Tomo II de sus Obras Selectas. pp. 210-220



## **9. Anexos**

- A. Anexo: Presaberes, pre-test, post-test prueba piloto dilatómetro**
- B. Anexo: Presaberes, pre-test, post-test prueba piloto magnetismo**
- C. Anexo: Instructivo de la prueba piloto con el dilatómetro**
- D. Anexo: Instructivo de la prueba piloto magnetismo**
- E. Anexo: Equipos del trabajo**

## **A. Anexo: Presaberes, pre-test, post-test prueba piloto dilatómetro**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA: “*Diseño y construcción de objetos físicos como estrategia didáctica para el aprendizaje mediante la experimentación de la física mecánica*”**

### **Prueba Piloto # 1: Actividad Experimental con un objeto didáctico**

#### TEST DE SABERES PREVIOS

1) ¿Por qué cree usted que entre las placas de cemento de los andenes se colocan unos separadores de madera?

Señale con un círculo la respuesta correcta a la pregunta anterior.

- a) Para que el andén se vea bonito.
- b) Para facilitar el llenado del concreto.
- c) Para evitar que se fracturen las placas del andén.
- d) No sabe/No responde.

2) El fenómeno físico que hace necesario colocar el listón de madera en medio de las placas de cemento del andén se denomina:

3) El fenómeno que usted identificó en la pregunta anterior lo ocasiona:

Señale con un círculo la respuesta correcta a la pregunta anterior.

- a) La lluvia
- b) El calor
- c) El pisoteo
- d) El viento

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA: “Diseño y construcción de objetos físicos como estrategia didáctica para el aprendizaje mediante la experimentación de la física mecánica”**

**Prueba Piloto # 1: Actividad Experimental con un Objeto Didáctico  
EL DILATÓMETRO LINEAL**

Cesar Augusto Medina Mosquera<sup>1</sup>

**Actividad experimental: OBSERVACIÓN DE DILATACIÓN LINEAL EN UNA  
VARILLA METÁLICA**

***Prueba Pre test***

Responda colocando un círculo en la letra correspondiente a la respuesta correcta

1. ¿Que esperará que suceda cuando se caliente la varilla metálica?
  - a) Se pone más gruesa
  - b) Se tuerce
  - c) Se alarga
  - d) Todas las anteriores
  - e) Ninguna de las anteriores
  
2. Si las seis varillas son de metales diferentes usted espera que:
  - a) Todas las varillas se tuerzan por igual
  - b) Todas las varillas se alarguen por igual
  - c) Algunas varillas se alarguen y otras no
  - d) Todas las varillas se engruesen por igual
  - e) Las varillas se alarguen a longitudes diferentes

3. Explique su respuesta a la pregunta anterior:

---

---

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Abril, 2019.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA: “Diseño y construcción de objetos físicos como estrategia didáctica para el aprendizaje mediante la experimentación de la física mecánica”**

**Prueba Piloto # 1: Actividad Experimental con un Objeto Didáctico  
EL DILATÓMETRO LINEAL**

Cesar Augusto Medina Mosquera<sup>2</sup>

**Actividad experimental: OBSERVACIÓN DE DILATACIÓN LINEAL EN UNA VARILLA METÁLICA**

***Prueba Post test***

Señale con un círculo la respuesta correcta:

1. Al someter a calentamiento las diferentes varillas, éstas:
  - a) Se pusieron más gruesas
  - b) Se torcieron
  - c) Se alargaron
  - d) Todas las anteriores
  - e) Ninguna de las anteriores
  
2. Al ser sometidas al calor, las diferentes varillas respondieron así:
  - a) Todas las varillas se alargaron a diferentes longitudes
  - b) Todas las varillas se torcieron por igual
  - c) Algunas varillas se torcieron y otras no
  - d) Todas las varillas se alargaron por igual
  - e) Todas las varillas se engrosaron por igual

3. Explique su respuesta a la pregunta anterior:

---

---

---

---

<sup>2</sup> Estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Abril, 2019.

## **B. Anexo: Presaberes, pre-test, post-test prueba piloto magnetismo**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA: “Diseño y construcción de objetos físicos como estrategia didáctica para el aprendizaje mediante la experimentación de la física mecánica”**

**Prueba Piloto # 2: Actividad Experimental con un objeto didáctico**

**TEST DE SABERES PREVIOS**

1) ¿Por qué las figuras que se colocan en la nevera se quedan hay en la superficie de la puerta de la nevera?

Señale con un círculo la repuesta correcta a la pregunta anterior.

- a) Porque ellas tienen un pegante.
- b) Porque la nevera tiene electricidad.
- c) Porque son muy bonitas.
- d) Porque tienen un material que la hace que se peguen.
- e) No sabe/No responde.

2) El material que hacen que se adhieran a la nevera se llama:

\_\_\_\_\_

3) El material que usted identificó en la pregunta anterior posee:

Señale con un círculo la respuesta correcta a la pregunta anterior.

- a) Un pegante muy fuerte.
- b) Una fuerza muy fuerte.
- c) Una cinta adhesiva muy fuerte
- d) No sabe/no responde

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA: “Diseño y construcción de objetos físicos como estrategia didáctica para el aprendizaje mediante la experimentación de la física mecánica”**

**Prueba Piloto # 2: Actividad Experimental con un Objeto Didáctico  
LAS FUERZAS Y MATERIALES MAGNÉTICOS**

Cesar Augusto Medina Mosquera<sup>3</sup>

**Actividad experimental: OBSERVACIÓN DE FUERZAS MAGNETICAS DE  
LOS IMANES Y JUEGOS CON MATERIALES MAGNETICOS**

***Prueba Pre test***

Responda colocando un círculo en la letra correspondiente a la respuesta correcta

**1. ¿Qué materiales se atraen con el lapizman?**

- a) El Acero inoxidable 400.
- b) El Cobre.
- c) El acero galvanizado.
- d) El acero Inoxidable 200.
- e) El acero cold rolled.
- f) El aluminio.

**2. ¿Qué objetos se atraen con el Lapizman?**

- a) Las monedas.
- b) Las llaves.
- c) Los aretes.
- d) Las puntillas.
- e) Los ganchos.
- f) Los clips.

**3. Explique sus respuestas a las dos preguntas anteriores:**

---

---

---

<sup>3</sup> Estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Abril, 2019.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN**  
**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA: “Diseño y construcción de objetos físicos como**  
**estrategia didáctica para el aprendizaje mediante la experimentación de la física**  
**mecánica”**

**Prueba Piloto # 2: Actividad Experimental con un Objeto Didáctico**  
**LAS FUERZAS Y MATERIALES MAGNÉTICOS**

Cesar Augusto Medina Mosquera<sup>4</sup>

**Actividad experimental: OBSERVACIÓN DE FUERZAS MAGNETICAS DE**  
**LOS IMANES Y JUEGOS CON MATERIALES MAGNETICOS**

***Prueba Post test***

Señale con un círculo la respuesta correcta:

1. ¿Si dos imanes se acercan por el polo norte?
  - a) Se repelen
  - b) Se atraen
  - c) Ninguna de las anteriores
  
2. ¿Si dos imanes se acercan, uno por el polo norte y el otro por el polo sur?
  - a) Se repelen
  - b) Se atraen
  - c) Ninguna de las anteriores
  
3. ¿Un material metálico se puede Magnetizar?
  - a) Si
  - b) No
  
4. ¿Por qué algunos objetos de la misma familia se atraen y otros no?

---

<sup>4</sup> Estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Abril, 2019.





## **C. Anexo: Instructivo para la prueba piloto con el dilatómetro**

### **DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DILATOMETRO LINEAL**

Lo primero es hacer la prueba pre-saberes.

Con el Equipo para observar y evaluar la dilatación térmica lineal de 6 diferentes materiales, del cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable 200, acero inoxidable 400, acero para construcción. Lo ubicamos en un sitio donde todos los estudiantes ten la visual sobre el clocamos la 1er varilla después de haber dado una explicación sobre su funcionamiento hacemos la segunda prueba que es la del pre-test sobre dilatación térmica

Después de haber colocado el sistema que proporciona calor al equipo y de ajustar bien la probeta igualando la aguja en cero encendemos la llama para que la probeta empiece a calentarse y así su dilatación térmica la observamos en el movimiento de la aguja que empieza a desplazarse sobre la escala que está en milímetros. Cuando la aguja haya llegado al límite de la escala apagamos la llama y se observa que esta empieza a devolverse demostrando que la probeta regresa a su longitud original.

Repetimos el proceso con las otras cinco probetas analizando velocidad de dilatación entre los diferentes materiales.

Hacemos la tercera prueba que es el post test.

Composición

- El dilatómetro con su kit generador de calor
- Caja de madera con seis probetas de 3/8 de pulgada de diámetro x 30 cm de largo de diferente material (cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable 200, acero inoxidable 400, acero para construcción
- Elementos de seguridad gafas, guantes, pinzas



## **D. Anexo: Instructivo para la prueba piloto magnetismo**

### **DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL MAGNETISMO**

**Lo primero es hacer la prueba pre-saberes.**

Y la actividad que se va llevar a cabo consiste: en una mesa baja se coloca un imán y encima se coloca el recuadro con la pantalla blanca y con ayuda de limaduras de hierro esparcidas en la pantalla con pequeños toques sobre el recuadro hace que las limaduras se organicen sobre las líneas magnética y se pueda visualizar las líneas de fuerza magnéticas que rodean un imán acomodadas de acuerdo a la forma de imán: cuadrado, circular o redondo. Y así vamos cambiando los imanes recogiendo las limaduras de hierros usadas sobre in recipiente. También se hace colocando dos imanes separados y enfrentados con la misma polaridad y contraria explicando los espacios de fuerza donde no hay limaduras de hierro. Se les pasa a los estudiantes un par de imanes para que puedan experimentar la fuerza de atracción y repulsión de acuerdo a la polaridad enfrentadas.

Luego hacemos un juego con las tabletas de materiales y de objetos magnéticos y no magnéticos y con ayuda de un lapizman podemos reconocer materiales metálicos que son atraídos por la fuerza magnéticas de un imán y reconocer también aquellos materiales metálicos que no son atraído por las fuerzas magnéticas de imán, son cobre, aluminio, acero galvanizado, acero inoxidable 200, acero inoxidable 400 y acero cold rold. También lo haremos con objetos metálicos que nos rodean como monedas, ganchos, puntillas, clips, anillos, aretes, llaves etc.

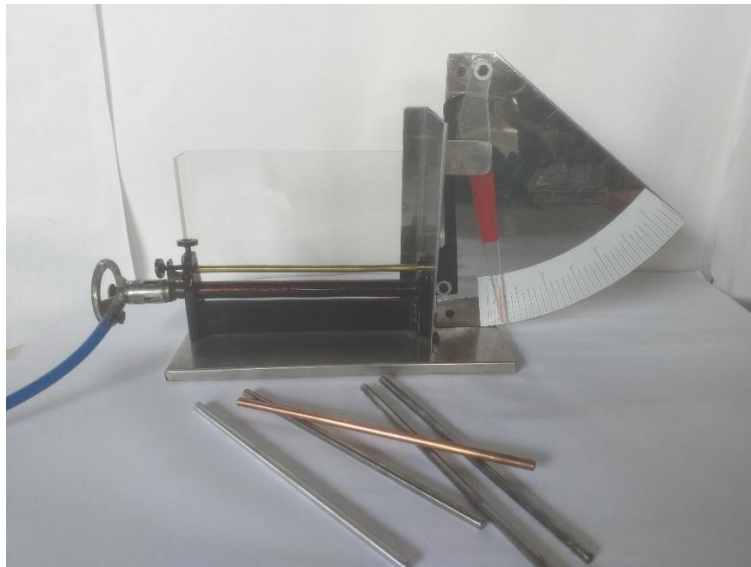
Se realiza la prueba pre test.

Jugáremos con el laberinto donde la esfera imanada llevándola por los caminos donde no se quede pegada es decir por los caminos donde los metales no son magnéticos porque si no perderíamos el juego si nuestra esfera se queda pagada en un material magnético. Y por último haremos la prueba post test.



## E. Anexo: Los objetos didácticos diseñados

### Dilatómetro lineal



Equipo para observar y evaluar la dilatación térmica lineal de 6 diferentes materiales, del cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable 200, acero inoxidable 400, acero para construcción.

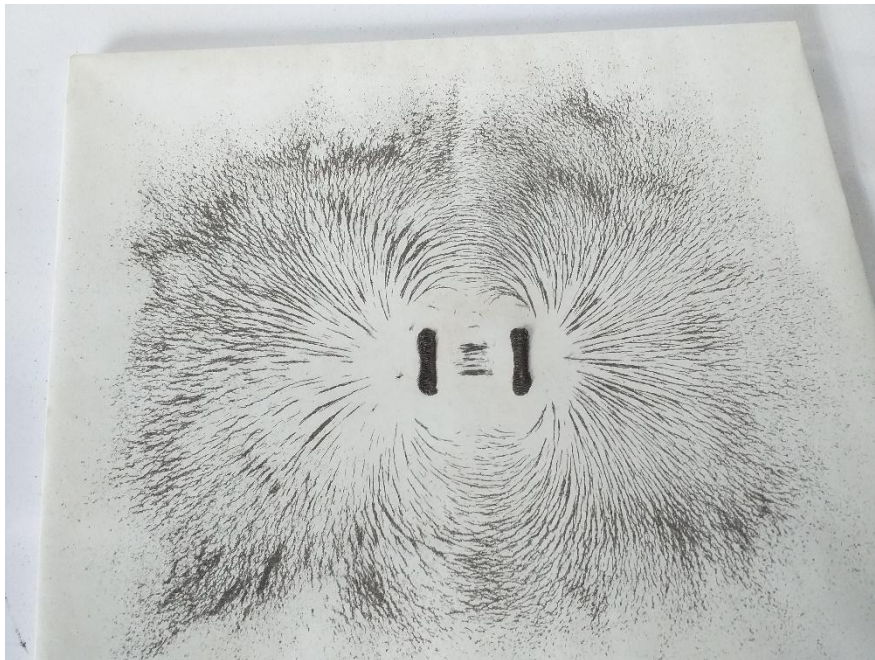
#### Composición

- Base con Soporte en acero para las probetas de prueba
- Quemador lineal para la generación de la llama
- Tornillo graduador del cero en la escala de medición
- Mecanismo de medición con dos barras y su escala en milímetros
- Pantalla en acrílico para proteger la llama
- Caja de madera con seis probetas de 3/8 de pulgada de diámetro x 30 cm de largo de diferente material (cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable 200, acero inoxidable 400, acero para construcción)

Kit generador de calor:

- Pipa de gas propano de 10libras
- Regulador conector con Manguera para gas propano.
- Válvula reguladora

### **Pantalla de observación de líneas magnéticas de los imanes**



## Juegos de magnetismo



### Juego para descubrir materiales y objetos Magnéticos y no Magnéticos y tres Lapizman



## Descubriendo Materiales Magnéticos y no Magnéticos



## Juego del Laberinto con Materiales Magnéticos y no Magnéticos

