



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Magnitud y Medición: Estrategia Didáctica para el Desarrollo de Habilidades Científicas con Estudiantes de Noveno Grado

Guillermo Leguizamón Chaparro

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, D. C., Colombia

Año 2015

Magnitud y Medición: Estrategia Didáctica para el Desarrollo de Habilidades Científicas con Estudiantes de Noveno Grado

Guillermo Leguizamón Chaparro

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Doctor en Física Jairo Alexis Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, D. C., Colombia

Año 2015

*“A todos los rostros que alguna vez alzados
como lámparas iluminaron el mío y me
poblaron de símbolos y palabras nuevas”*

Gioconda Belli

*A mis amadas hijas que indagan el cielo y la
tierra y me hacen reír.*

Agradecimientos

A los profesores de la Universidad Nacional de Colombia que aportaron a mi formación como Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, a la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá por creer en sus Maestros, y a los estudiantes de Grado Noveno del Colegio Nuevo San Andrés de los Altos por su compromiso y amor por el conocimiento.

Resumen

Este trabajo de investigación presenta el diseño de una estrategia didáctica basada en los conceptos de magnitud y medición, en la perspectiva del desarrollo de habilidades científicas, para ser aplicada con estudiantes de grado noveno con el objetivo de desarrollar un proceso de fundamentación que les permita acceder de manera competente a las características del trabajo en ciencias, y a la consolidación de un cuerpo de conocimientos y actitudes que los aproximen progresivamente a una cultura científica útil, contextualizada y aplicable a su vida diaria. El estudio del concepto de magnitud, el trabajo experimental de medición de objetos del entorno y el desarrollo de habilidades científicas, conforman la estructura de esta estrategia didáctica.

Palabras clave: Magnitud, medición y habilidad científica.

Abstract

This research presents the design of a teaching strategy based on the concepts of magnitude and measurement aiming at developing scientific skills of ninth graders. The study also aims at developing students' process of reasoning for them to acquire the skills for science work and get to consolidate a body of knowledge and attitudes that progressively lead learners to a useful, contextualized and applicable to their daily lives, scientific culture. The study of the concept of magnitude, the experimental work of measuring objects in the environment and the development of scientific skills, shape the structure of this teaching strategy.

Keywords: Magnitude, measurement and scientific skills.

Contenido

	Pág.
1. Capítulo: Planteamiento del problema	21
1.1 Objetivo General	23
1.1.1 Objetivos Específicos	23
1.2 Justificación.....	24
1.3 Antecedentes	25
2. Capítulo: Marco Teórico	27
2.1 Marco Histórico Epistemológico.....	27
2.1.1 Implicaciones didácticas.....	28
2.1.2 El Tiempo.....	28
2.1.3 La Masa.....	30
2.1.4 La Temperatura.....	32
2.2 Marco Disciplinar.....	35
2.2.1 Magnitud Física.....	35
2.2.2 Magnitudes en el Espacio Escolar.....	40
2.2.3 Medición.....	45
2.2.4 El Sistema Internacional de Unidades.....	47

2.3 Marco Pedagógico.....	48
2.3.1 Inteligencia y Pensamiento.....	48
2.3.2 Habilidad.....	50
2.3.3 Habilidades de Pensamiento.....	51
2.3.4 Habilidades Científicas.....	54
2.3.5 El Saber Previo.....	57
2.3.6 El Concepto.....	58
2.3.7 El Concepto en las Ciencias Naturales.....	58
2.3.8 La Pregunta.....	59
3. Capítulo: Caracterización	63
3.1 Referentes conceptuales.....	63
3.1.1 Aspecto Cognitivo.....	64
3.1.2 Aspecto Socio afectivo.....	64
3.1.3 Aspecto Físico- Creativo.....	64
3.2 Población.....	65
3.3 El Rol del Docente.....	66
4. Capítulo: La Estrategia Didáctica	69
4.1 Bases de la Estrategia.....	69
4.1.1 Magnitud.....	69
4.1.2 Medición.....	70
4.1.3 Habilidades científicas.....	70
4.1.4 La Didáctica.....	70
4.2 Estructura de la Estrategia.....	70

4.2.1 Estructura Didáctica.....	71
4.2.2 Estructura Curricular.....	75
5. Capítulo: Avances en la Estrategia	77
5.1 Actividades Realizadas.....	77
5.2 Análisis de resultados.....	93
5.3 Síntesis del Desarrollo de las Habilidades Científicas.....	110
5.3.1 La observación.....	110
5.3.2 La Descripción.....	111
5.3.3 La Comparación.....	112
5.3.4 La clasificación.....	112
5.3.5 El análisis y la síntesis.....	112
5.5 Dificultades.....	118
6. Conclusiones y recomendaciones	119
6.1 Conclusiones.....	119
6.2 Recomendaciones.....	120
A. Anexo: Estructura didáctica de la estrategia.....	122
B. Anexo: Estructura curricular de la estrategia.....	123
C. Anexo: Guía de trabajo. Densidad.....	127
D. Anexo: Guía de trabajo. Presión.....	127
Bibliografía.....	133

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: El tiempo y su medición.....	28
Figura 2-2: Isaac Newton.....	30
Figura 2-3: Masa inercial.....	31
Figura 2-4: Masa gravitatoria.....	31
Figura 2-5: Aristóteles.....	33
Figura 2-6: Los cuatro elementos.....	33
Figura 2-7 Antoine Laurent de Lavoisier.....	33
Figura 2-8: Estados de la materia.....	35
Figura 2-9: Masa. Magnitud escalar.....	36
Figura 2-10: Vector.....	37
Figura 2-11: Campo Eléctrico.....	38
Figura 2-12: Magnitudes tensoriales.....	38
Figura 2-13 Volumen.....	39
Figura 2-14: Temperatura.....	39
Figura 2-15: Instrumentos de medición. Longitud.....	40
Figura 2-16: Instrumentos de medición. Volumen.....	41
Figura 2-17: Instrumentos de medición. Masa.....	42
Figura 2-18: Instrumentos de medición. Tiempo.....	42
Figura 2-19 Dinamómetros. Fuerza	43

Figura 2-20: Multímetro.....	44
Figura 5-1: Imágenes entorno escolar.....	78
Figura 5-2: Imágenes entorno productivo.....	79
Figura 5-3: Medición de longitud.....	81
Figura 5-4: Calibrador Pie de Rey-Nonius o Vernier.....	83
Figura 5-5: Práctica Salón de clases. El calibrador y la medición de longitud.....	84
Figura 5-6: Práctica Salón de Clase. Medición de volumen de líquidos.....	86
Figura 5-7: Práctica Salón de Clase: Medición de masa.....	88
Figura 5-8: Estudiantes registrando la información.....	88
Figura 5-9: Práctica en el salón de clase: Medición de área de superficie de objetos regulares.....	89
Figura 5-10: Cuerpos geométricos y calibradores.....	103

Lista de tablas

Pág.

Tabla 2-1: Unidades Básicas Del Sistema Internacional De Unidades (SI).....	35
--	-----------

Introducción

Vivir en el mundo contemporáneo de hoy en el que la infraestructura, la información, la producción, las comunicaciones, la investigación, el desarrollo en los campos de la construcción, la salud, el transporte y la cultura, y en el que prácticamente todos los ámbitos de la existencia están mediados por los avances en ciencia y tecnología, requiere la formación de ciudadanos con capacidad de comprender el entorno y de participar competentemente en las decisiones sociales que les atañen, para hacerse partícipes de derechos que les permitan un sitio respetable en la sociedad y para que puedan disfrutar, así mismo, de bienestar y dignidad.

“No es necesario insistir en que, en el mundo contemporáneo, transformado y explicado por las ciencias, es inevitable que no sólo los científicos, sino también todos los ciudadanos, establezcan una relación con las ciencias y con el mundo a través de ellas” (Nacional- 2005). La Escuela como institución fundamental de la sociedad participa activamente de esta responsabilidad, por lo que en la formación integral de sus educandos gran parte de sus esfuerzos se consagran a la formación en ciencias.

Promover una cultura científica que democratice el conocimiento, que permita la apropiación de los conceptos que aproximen a la explicación de los fenómenos naturales y a la comprensión de las maneras de hacer ciencia, facilita el acceso a los usos de la misma, no sólo desde los beneficios de la tecnología, sino también desde la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.

Pero es claro que una formación basada en la repetición de leyes, principios y hechos científicos no es suficiente; se requiere de una educación científica que promueva la formación para el logro de competencias que incluyan procesos cognitivos más allá de la selección de la información o del saber disciplinar, para que los estudiantes integren de manera propositiva y creativa los saberes frente a situaciones nuevas, resuelvan problemas y construyan significado en diferentes contextos.

En este marco surge la propuesta de formular estrategias novedosas que impacten la vida escolar y que contribuyan al empoderamiento de los estudiantes con el lenguaje y los procedimientos de la ciencia. Para ello, este trabajo de investigación propone el diseño y construcción de una estrategia didáctica para el desarrollo de **habilidades científicas**, a partir de los conceptos de **magnitud física y medición**.

La estrategia concibe las habilidades científicas, como esas destrezas de pensamiento que trabajan en conjunto y permiten a los individuos la búsqueda de respuestas para la explicación y predicción de los fenómenos naturales. Igualmente, los conceptos de magnitud y medición, como las características observables, describibles, comparables, clasificables y cuantificables de los objetos y acontecimientos naturales del entorno.

El documento presenta unos desarrollos disciplinares sobre las principales magnitudes físicas que se pueden abordar desde el ámbito escolar, su proceso de medición y la importancia de su estudio para la formación en las disciplinas de las ciencias naturales. Posteriormente desde lo pedagógico presenta unas reflexiones sobre la importancia del desarrollo de habilidades de pensamiento y el desarrollo de habilidades científicas, para una formación en ciencias estructurante y útil para la vida.

Para sustentar la pertinencia del diseño, la construcción y aplicación de la estrategia didáctica con estudiantes del grado noveno de educación básica, el documento plantea una caracterización de la población basada en los referentes conceptuales de la Reorganización Curricular por Ciclos, RCC, de la Secretaría de Educación Distrital.

Finalmente se presenta la estructura de la estrategia sobre la base de una estructura didáctica y una estructura curricular. La primera, apoyada sobre los saberes previos de los estudiantes, la construcción de los conceptos, el momento experimental de confrontación con la realidad y la pregunta como instrumento metodológico. La segunda, como la ruta de contenidos y actividades que se proponen para el desarrollo de las habilidades científicas.

1.Capítulo: Planteamiento del problema

El Ministerio de Educación Nacional estableció para la Educación Básica y Media, entre otras, dentro de las áreas fundamentales y obligatorias, las áreas de Matemáticas, Ciencias y Educación Ambiental, con las asignaturas de Física, Química Y Biología (Art. 23 y 31. Ley General de Educación 115 de 1994). Posteriormente formuló los estándares de competencias para cada una de ellas en los que se orienta sobre los propósitos en la formación en Ciencias Naturales, para la apropiación de los conceptos que se aproximen a la explicación de los fenómenos naturales, para la comprensión de las maneras de hacer ciencia y para el entendimiento de cuál es la función social de la misma.

Ya en el desarrollo de la política educativa y de lo que se hace al interior de los colegios, a pesar de los avances, se observa mucha dificultad en la apropiación de los diferentes aprendizajes que se imparten a los estudiantes de la media y, particularmente, en los que tienen que ver con la enseñanza de las ciencias en sus asignaturas de Física, Química y Biología. Esta problemática se ve reflejada en el bajo rendimiento académico en dichas asignaturas y en los bajos puntajes en los exámenes de estado, ICFES, pruebas Saber 11 y Pisa; también en la baja tendencia que existe dentro del estudiantado a entrar a las carreras de ciencias exactas, ingenierías y ciencias afines, y en los resultados de deserción en la educación universitaria en las carreras de ingeniería (64.45 %), física (57.60 %), matemáticas y estadística (66.81 %), biología (38.80 %) y química (42.91 %), (Educación Superior, Boletín Informativo No. 14, feb. De 2010).

En el contexto de lo cotidiano, en los estudiantes se observa poco interés de preguntarse por los fenómenos, por los avances de la ciencia, excepto por lo tecnológico y casi siempre en el sentido más utilitario; mucho menos por indagar acerca de lo que hay

detrás de los objetos que forman parte de su entorno y que de alguna manera contribuyen a su comodidad y calidad de vida. Tampoco hay mucho interés por noticias de la ciencia o de la cultura, y se desconoce en gran medida el legado científico de la humanidad, lo que evidencia de alguna manera una especie de analfabetismo al respecto.

De lo anterior se desprende la preocupación por examinar dicha problemática desde el contexto de la escuela, y por formular estrategias de mejoramiento para contribuir en la cualificación de la relación de nuestros estudiantes con los contenidos de la ciencia, y con la formación de una cultura propicia para mejorar los aprendizajes de los fundamentos de las disciplinas científicas, impartidas desde las asignaturas de ciencias naturales. Por supuesto, también, para mejorar la capacidad de preguntarse por los fenómenos del entorno natural y, por tanto, también para mejorar la capacidad de respuesta sobre los mismos, de tal manera, que la formación de ciudadanos competentes, solidarios, autónomos y capaces de actuar de una manera consciente y crítica en el mundo contemporáneo, sea una realidad.

Una de las variables que forma parte del problema, tiene que ver con la falta de procesos de fundamentación, entendidos estos como los cimientos o bases, para abordar el aprendizaje de las ciencias. Esta fundamentación se puede consolidar con el desarrollo de unas **habilidades científicas** que necesariamente deben tener los estudiantes, para acceder de una manera competente a las características del trabajo en ciencias. De igual manera, y a través de ellas, se irá fortaleciendo el desarrollo de lo que se denominan las **competencias científicas**, entendidas estas como capacidades para reconocer cuándo un fenómeno es explicable desde una disciplina científica, para comprender los lenguajes abstractos que los representan, para construir representaciones o modelos, para formular preguntas, para resolver problemas, para usar comprensivamente instrumentos, tecnologías y fuentes de información, para hacer predicciones, para aplicar el conocimiento adquirido en otros contextos(Hernández Carlos Augusto, “Las competencias Científicas” 2005).

El colegio Nuevo San Andrés de los Altos IED es una institución educativa distrital ubicada en la zona quinta de Usme en la ciudad de Bogotá, D. C. en la que se imparte educación Básica y Media desde preescolar a once. Forma parte de la educación pública distrital y, por tanto, está inmersa en la dinámica educativa de los colegios

distritales. Contribuir a fundamentar y cualificar la relación de los estudiantes de grado noveno con los conceptos y fundamentos científicos, con la formación de una cultura de preocupación por los avances de la ciencia, de la manera como se construye, y de su función social, a partir del desarrollo de las habilidades científicas, se constituye en una prioridad en el ejercicio docente de quienes son responsables directos de impartir las asignaturas de Ciencias.

Construir una estrategia didáctica en el desarrollo de habilidades científicas, a partir de la **medición** de **magnitudes** físicas del entorno, para acompañar a los estudiantes en sus procesos de aprendizaje de las ciencias, contribuye a consolidar un cuerpo de conocimientos y actitudes que permitirán su aproximación progresiva a la adquisición de una cultura científica útil, contextualizada y aplicable en su vida diaria.

1.1 Objetivo General

Construir una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades científicas, con estudiantes del grado noveno del Colegio Nuevo San Andrés de los Altos IED, a partir de la medición de magnitudes físicas en objetos del entorno.

1.1.1 Objetivos Específicos

- ✓ Profundizar en los conceptos de **magnitud** física, **medida** y **habilidades científicas**, para elaborar un marco conceptual que sirva de base para la construcción de la Estrategia Didáctica para el Desarrollo de Habilidades científicas.
- ✓ Realizar una caracterización de los estudiantes de noveno grado del Colegio Nuevo San Andrés de los Alto, que abarque sus dimensiones cognitiva y socio afectiva, y que sirva de referente para el diseño de la Estrategia Didáctica para el Desarrollo de Habilidades Científicas.
- ✓ Identificar los elementos centrales subyacentes a una didáctica para el desarrollo de habilidades científicas.
- ✓ Aplicar y evaluar la estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades científicas.

1.2 Justificación

Para abordar de una manera adecuada, no sólo los contenidos, sino también las actitudes que se requieren para encarar el estudio de las ciencias naturales con sus asignaturas de física, química y biología, en los grados décimo y undécimo de educación media, y en la perspectiva de acercarse progresivamente al conocimiento científico y tomando como punto de partida su conocimiento “natural” del mundo (Estándares básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, MEN), es necesario implementar con los estudiantes de grado noveno un proceso de fundamentación basado en el desarrollo de una serie de habilidades científicas, que tienen que ver directamente con la observación, con la descripción, con la comparación, con la clasificación, con el análisis y la síntesis de objetos y fenómenos de su entorno.

La **observación** fina y rigurosa, como proceso consciente, permite la apreciación de detalles y sucesos que se dan en los objetos y fenómenos, y es el primer contacto que se establece a través de los sentidos con los mismos; la **descripción**, como proceso que describe las características y propiedades obtenidas a partir de la observación; la **comparación**, que facilita la detección de los elementos y propiedades comunes de los objetos y fenómenos observados y descritos; la **clasificación**, que permite agrupar según criterios de semejanza y el **análisis** y la **síntesis**, que favorecen la conceptualización, constituyen las **habilidades científicas** indispensables para que los estudiantes accedan competentemente al estudio de la ciencia y enfrenten la búsqueda de respuestas para la explicación y predicción de los eventos naturales.

En el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, el trabajo experimental se constituye en un espacio privilegiado de construcción del conocimiento, porque brinda a los estudiantes la posibilidad de tener experiencias importantes en la construcción de su propio proceso al confrontar por sí mismos ideas, conceptos y hechos experimentales. Las carencias de las instituciones educativas en relación a laboratorios, materiales escolares y hasta de espacios físicos, desaprovecha todo el potencial didáctico que estos pueden generar. **El entorno** natural de los estudiantes se constituye, entonces, en un gran laboratorio que puede proveer, con un poco de creatividad, los recursos necesarios para desarrollar actividades científicas escolares.

Las **Magnitudes Físicas** como cualidades o propiedades de los cuerpos o sistemas físicos, que permiten ser observadas, descritas, comparadas, clasificadas y cuantificadas; La **medida** como proceso de comparación de un patrón escogido de una magnitud, que permite determinar cuántas veces está contenido dicho patrón en una magnitud semejante, permiten describir, establecer patrones, regularidades y modelos del entorno natural. La importancia de estos dos conceptos radica en que se constituyen en punto de partida para la estructura conceptual de teorías, principios y leyes que modelan los fenómenos naturales.

“Cualquiera que sea la estrategia que se adopte, es sin embargo un punto central desde la perspectiva de los estudiantes, que el conocimiento no se les entregue “listo”. Ellos son quienes deben asumir la responsabilidad final de darle sentido a las actividades de aprendizaje”. (SCOTT, ASOKO Y DRIVER, 1992, pg. 325). El proceso de aprendizaje es una construcción en la que el estudiante forma parte activa del mismo, convirtiéndose en protagonista del acto educativo, no para recibir información, sino para actualizar conocimientos, procedimientos, actitudes y habilidades, que contribuyan en la formación de su competencia científica.

Enseñar en el contexto del mundo real es verdaderamente significativo, por eso el entorno convertido en laboratorio y la escogencia de materiales cercanos a ellos y de fácil acceso, puede estimular en mayor medida el interés. Este material vívido facilitará el procesamiento cognitivo haciéndolo más frecuente y más profundo, y, por tanto, favorecerá el aprendizaje.

El docente promoverá contextos cercanos a la experiencia cotidiana de los estudiantes, ayudará a la elaboración de los conceptos y generará un entorno adecuado en el que los estudiantes se sientan en un ambiente de confianza en el que puedan explorar, criticar, justificar y expresar libremente sus ideas.

1.3 Antecedentes

Algunos trabajos revisados ofrecen algunos aportes importantes, en la medida que trabajan sobre desarrollo de habilidades de pensamiento científico, sobre desarrollo de competencias científicas y sobre los conceptos de magnitud y medida en la educación básica.

El trabajo de grado titulado “Magnitud y Medida: Propuesta Didáctica desde el Desarrollo de Habilidades de Pensamiento Científico” elaborado por Ronal Enrique Callejas Arévalo en el año 2012, para la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, aun cuando está diseñado como propuesta para estudiantes de segundo grado de primaria, profundiza sobre los conceptos de magnitud y medida y sobre cuáles y de qué manera se deben desarrollar las habilidades de pensamiento científico en los estudiantes.

El documento “Desarrollo de Competencias Científicas y Ciudadanas por medio de una Estrategia basada en la Resolución de Problemas”, de Diana Milena Basto Lozano y Silvia Vanessa García Jaimes, de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2007, y, “La Lúdica como Estrategia Para el Desarrollo de Competencias Científicas”, de Olga Patricia Ballesteros de la Maestría En enseñanza de las Ciencias, de la Universidad Nacional, año 2011, profundizan sobre las denominadas competencias científicas y la manera de implementarlas desde su propuesta particular.

El documento de Susana Cassina, “Acerca de la Enseñanza de las Magnitudes Físicas”, publicado por el Consejo Provincial de Educación, Argentina 1996, hace un aporte importante para el diseño de material didáctico sobre magnitudes físicas y la medición de las mismas. Presenta numerosas propuestas para el trabajo práctico en el espacio de la escuela y aporta algunos elementos conceptuales sobre los conceptos de magnitud y de medición.

Finalmente, el trabajo del Grupo de Investigación Ateneo titulado “Desarrollo de Habilidades de Pensamiento. Una Alternativa para la Enseñanza de la Biología”, liderado por la profesora Janneth Villarreal Gil, contribuye a comprender el papel del maestro en este tipo de estrategias, y hace importantes desarrollos en la comprensión de las habilidades, las habilidades de pensamiento científico, y la manera de implementarlas al interior de los espacios académicos.

2. Capítulo: Marco Teórico

En este capítulo se abordan los principales conceptos disciplinares y pedagógicos, pertinentes para el diseño, construcción y ejecución de la estrategia didáctica. Para ello se hace recuento de cómo se han construido a lo largo de la historia de la ciencia algunos conceptos fundamentales (histórico- epistemológico); se formulan los elementos que tienen relación con los conceptos de magnitud y medición (disciplinares), y por último los fundamentos de la pedagogía (pedagógicos) sobre los que se sustenta la estrategia didáctica.

2.1 Marco Histórico Epistemológico

La investigación didáctica concibe el aprendizaje como un proceso de construcción activa de significados, por eso considera importante, además de las concepciones intuitivas de los alumnos, la profundización en el aspecto histórico- epistemológico de los conceptos científicos como núcleo central de los procesos de aprendizaje: "... la reflexión y análisis de los mismos bajo el marco teórico de las propias disciplinas científicas, pero incorporando las aportaciones de la historia y la filosofía de la ciencia, puede ser relevante para una mejor comprensión de la problemática del aprendizaje" (DOMENECH, 1992).

La definición de los conceptos utilizados en las ciencias experimentales ofrece, sin embargo, dificultades a la hora de concretarse, particularmente en el ámbito escolar, pues subyace allí la controversia entre las distintas escuelas de pensamiento acerca de la estructura lógica del conocimiento científico, de la naturaleza de los conceptos empleados y su conexión con el mundo físico (Bunge, 1973). Esto tiene que ver con el proceso de crecimiento de la ciencia y con la variedad de paradigmas teóricos desde los que se enuncian, e inclusive hasta con problemas de tipo semántico.

2.1.1 Implicaciones didácticas

La problemática que rodea la construcción de los conceptos científicos, en el ámbito escolar, consiste en descubrir qué definiciones resultan didácticamente más significativas y teóricamente más consistentes. Una reflexión y análisis de los mismos bajo el marco teórico de las propias disciplinas científicas, pero incorporando las aportaciones de la historia y la filosofía de la ciencia, puede ser importante para una mejor comprensión de los mismos, y para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje (Doménech, 1992).

De lo anterior se desprende la importancia de tener en cuenta estos aspectos para la transposición didáctica, desde la ciencia hasta la esfera de la escuela, de los diferentes saberes disciplinares que corresponden a cada una de las etapas de organización escolar.

Los primeros pueden aportar a una elaboración más cualitativa de los conceptos de la ciencia, mientras que los segundos pueden aportar unos componentes más operacionales que contribuyen a reforzar el carácter métrico que tienen las magnitudes físicas.

2.1.2 El Tiempo

El tiempo ha estado íntimamente relacionado a las diferentes cosmovisiones que han surgido a lo largo de la historia, y ha estado de alguna manera atado a su funcionalidad dentro de las sociedades:

2-1: El tiempo y su medición



Una de las primeras concepciones tiene su origen en las sociedades míticas en las que es cíclico, sin principio ni final y en constante repetición dentro del mito creador. Mircea Eliade, gran investigador de religiones y tradiciones antiguas, confirma su relación con los ritos periódicos y con los procesos cíclicos de siembra y cosecha, por los solsticios y ritmos significativos del sol y de determinados astros, y por las celebraciones religiosas periódicas y conmemorativas de la fundación de alguna cultura. En esta concepción, el tiempo como medida no tenía valor.

“Para la mentalidad clásica todo fluye, todo está en constante movimiento, nada en el universo puede detenerse, todo vibra, todo camina, y el propio hombre como parte integrante de la naturaleza no puede sustraerse de esa danza cósmica” Sanchiz, R. (ca 2010). Para Platón “El tiempo es la imagen móvil de lo eterno”. Desde la antigua Escuela de Misterios, junto con Parménides admiten la existencia de la eternidad en relación con el “ser” o la esencia de los seres y objetos, pero que está en el mundo de las ideas, mientras que la “apariencia” de los mismos es la que está asociada con la temporalidad.

Para Aristóteles el tiempo está asociado al movimiento ordenado de la esfera celeste, representa el fin del caos y es medible y mesurable. En su concepción el tiempo mide, desde la existencia de los cuerpos, su movimiento desde un estado anterior a otro posterior, por tanto, sin cuerpos en movimiento no habrá tiempo, “pues el movimiento de los cuerpos permite comprender el paso sucesivo de un estado a otro, del pasado al presente, y de este al futuro” (opus citate).

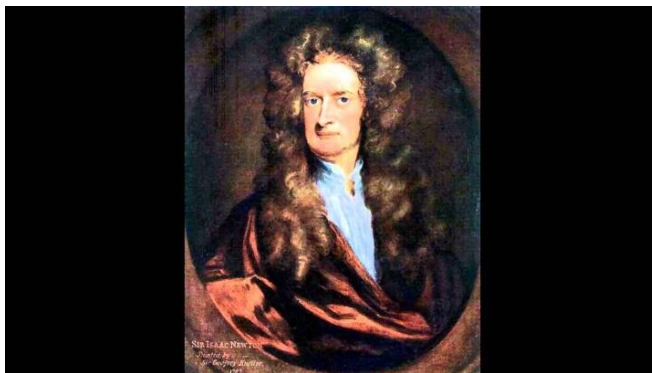
Para la denominada escolástica cristiana, en la edad media, desde el comienzo de la creación hasta el fin de los tiempos, el tiempo transcurre en línea recta, sin ciclo alguno; el hombre, no autónomo sino creado, vive en un tiempo terrenal que puede llevarse hasta la eternidad, como ser trascendente, por acción de la fe.

Sin embargo, para San Agustín el tiempo tiene un componente psicológico, <<el tiempo es la vida del alma>>: el pasado aún existe porque se puede recordar, el futuro también tiene existencia porque se puede predecir, y el presente, obviamente, no existe. El tiempo, en la búsqueda de la trascendencia, vuelve a ser cíclico y está asociado a lo ritual como en la antigüedad; pero este proceso avanza en espiral.

Dos hechos importantes en el mundo moderno modificaron significativamente la noción de tiempo: la invención del reloj mecánico en el siglo XIV y los primeros pasos científicos

en los siguientes siglos. A partir de Galileo y Newton, emerge como valor aritmético, como algo absoluto, fijo y medible que se puede obtener experimentalmente sin que tenga que asociarse necesariamente al movimiento. El tiempo pierde su carácter subjetivo, existe desde el fondo de los tiempos y hasta la eternidad como algo ilimitado e inamovible, y como un constante tic tac que no pudiera parar.

Figura 2-2: Isaac Newton



Desde el punto de vista de la filosofía el tiempo tiene también su interpretación. Para Kant, el tiempo no existe por fuera de nuestra realidad, porque somos nosotros mismos los ordenadores de nuestras propias percepciones de los objetos y del espacio, según una sucesión temporal propia y subjetiva.

2.1.3 La Masa

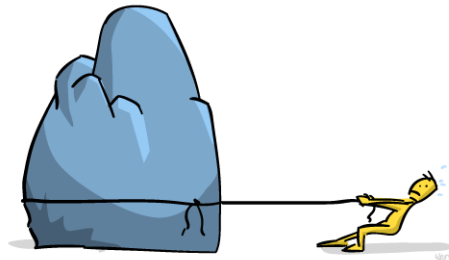
El término **masa** en la Física clásica designa, desde el punto de vista de la definición, entidades diferentes como masa inercial y masa gravitatoria. Este concepto se introduce en el libro I de *Los Principia como "Quantitas Materiae"* (Newton, 1687): "La materia es la medida de la misma, surgida de su densidad y magnitud conjuntamente". Presupone la masa como una propiedad privilegiada y esencial de la materia, a la vez que le asigna un significado implícito de magnitud física, lo que deriva en la consideración de masa y cantidad de materia, en este caso, como sinónimos.

La visión cosmológica newtoniana subyacente se pone de manifiesto, pues en ella materia, espacio y tiempo aparecen como entidades separadas e independientes, dotadas de una serie de propiedades definidas (Doménech 1985) y forma parte, hasta la

actualidad, de nuestro acervo cultural y científico. Los conceptos de espacio, tiempo y materia, y por tanto el de masa, son absolutos; así, la masa de un objeto es una propiedad universal del mismo.

En *Los Principia* aparece implícitamente una segunda definición de masa como “*vis inertiae*”, que corresponde a una medida de la inercia de los cuerpos, o sea, de su resistencia a recibir cambios en su estado de reposo o de movimiento; de manera paralela aparece una medida de una propiedad semejante al campo eléctrico que es la responsable de un tipo de interacción entre los cuerpos, y que da cuenta de la “pesadez” de los mismos.

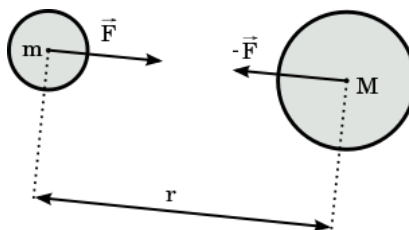
Figura 2.3 Masa inercia



✓ **Masa inercial y masa gravitatoria**

Son magnitudes diferentes, en estricto rigor, pero se encuentran relacionadas por el camino de la experimentación (Brown 1960). Gracias a este se puede hablar de proporcionalidad entre masa inercial y masa gravitatoria, e incluso en algunos casos de equivalencia e identidad. Los experimentos de Galileo sobre la igualdad de las aceleraciones en la caída libre de los cuerpos en la superficie terrestre, las experiencias newtonianas con péndulos y otros más recientes (Misner et al., 1973) se constituyen en axioma de la física clásica, pero desempeñan un papel importante en la relatividad general (Sánchez-Ron 1983).

Figura 2.4 Masa gravitatoria



- ✓ **Características de la concepción clásica de masa:**
- La masa es una propiedad universal de los cuerpos: todos los objetos que poseen una masa característica que sería la misma para cualquier observador.
 - Se trata de una magnitud escalar que se expresa por un coeficiente positivo.
 - La masa se concibe como magnitud característica de los sistemas materiales por oposición a espacio y tiempo que se conciben como entidades independientes de aquellos.
 - La masa es aditiva por acumulación al reunir varios objetos, la masa del conjunto es la suma de las masas de los objetos individuales. Esta aditividad se traduce en el principio de conservación de la masa en un sistema aislado.
 - La masa de un cuerpo es independiente de su posición, movimiento o tipo de interacción al que está sometido.
 - La masa inercial se concibe como medida de la inercia de los cuerpos: tendencia a mantener su estado de reposo o de movimiento uniforme rectilíneo bajo la acción de cualquier tipo de fuerzas.
 - La masa gravitatoria se concibe como medida de la tendencia de los cuerpos a ejercer fuerzas gravitatorias entre sí: sería la magnitud activa, responsable, de un tipo específico de interacción, la gravitatoria.
 - Masa inercial y masa gravitatoria se consideran como equivalentes.

2.1.4 La Temperatura

El concepto de temperatura ha estado asociado al concepto de calor y ha evolucionado a lo largo de la historia de la ciencia en dos concepciones fundamentales: como una sustancia material que tiene la propiedad de fluir de un cuerpo a otro, y, en una concepción más moderna, como una forma de movimiento de los constituyentes de la materia.

En la antigüedad fue asociado siempre al elemento **fuego**, así, todo lo que ardía lo contenía dentro de él y sólo era liberado bajo unas condiciones apropiadas. Posteriormente los alquimistas lo asociaron a los combustibles con el contenido del denominado principio del azufre. En 1702 Georg Ernest Stahl (1660- 1734) desarrolló la

teoría del **flogisto** (sustancia imponderable asociada a los cuerpos combustibles), proveniente del azufre de los alquimistas, y del elemento fuego de los antiguos, para explicar los procesos de combustión.

Figura 2.5 Aristóteles

Figura 2.6 Los cuatro elementos



Posteriormente surge el modelo del **calórico** (término acuñado por Lavoisier en 1787), como una sustancia material que puede fluir de una sustancia material a otra, y que estuvo vigente durante el siglo XVIII, hasta antes de los experimentos de Joule.

Figura 2.7 Antoine Laurent de Lavoisier



Las características principales del calórico son las siguientes: (tomado del libro LOS CONCEPTOS DE LA FÍSICA evolución histórica. Alonso Sepúlveda Soto. Univ. De Antioquia).

- Sustancia material que no puede ser creada ni destruida, aunque puede fluir de un cuerpo a otro haciendo posible la igualación de la temperatura entre ellos. El fenómeno del equilibrio térmico fue estudiado por Joseph Black (1728- 1799).
- Tiene comportamiento de fluido elástico. Sus partes se repelen entre sí, pero son atraídas de diferente manera por cada una de las sustancias.

- Está en estado “sensible” rodeando los cuerpos como una atmósfera, y en un estado “latente” combinado con las partículas materiales al igual que los enlaces químicos. Según esto, “un cuerpo a determinada temperatura posee una cantidad precisa de calórico “sensible” y una cierta capacidad para almacenarlo (capacidad calorífica).

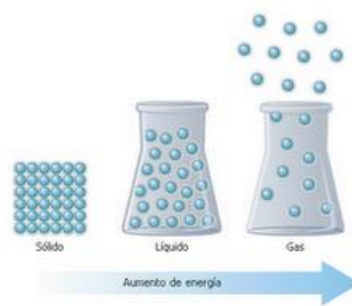
Según esta concepción, que tomó su impulso con los trabajos de Black, la cantidad de calórico de las sustancias determinaba los diferentes estados de la materia (sólido, líquido y gas). Si un sólido es colocado en contacto con una fuente de calor, aumenta su temperatura de acuerdo con la siguiente ecuación: $Q = mc\Delta T$, hasta alcanzar su punto de fusión. El calor “sensible” absorbido se manifiesta como aumento de la temperatura, que luego no cambia durante todo el proceso de fusión, permaneciendo en estado latente y por lo que Black lo denominó calor latente de fusión. De igual manera sucede al agregar calor “sensible” para convertir un líquido en gas (calor latente de vaporización).

El calórico suministrado a los cuerpos debería detectarse al pasar de un estado a otro por un aumento o disminución de peso, según se suministrara o se extrajera de los mismos. Rumford en 1799 hizo el reporte de un experimento con hielo y agua líquida a 0° , en el que demostró la inconsistencia del modelo del calórico, para proponer la concepción del calor como movimiento.

Las experiencias de Joule (1818- 1889) y de Mayer (1814- 1878) sobre la conservación de la energía sugerían que el calor era una forma de energía que podía aumentar la temperatura, cambiar el estado de los cuerpos y además realizar trabajo.

En la actualidad se considera el calor como energía en tránsito, que cumple las leyes de la termodinámica. El calor como la energía cinética interna de un sistema, y la temperatura como la energía cinética promedio por grado de libertad.

Figura 2.8 Estados de la materia



2.2 Marco Disciplinar

2.2.1 Magnitud Física

Es una característica o atributo que posee un cuerpo, una sustancia o un fenómeno, que se puede distinguir cualitativamente y se puede determinar de manera cuantitativa. Esta característica o atributo tiene la propiedad de ser observable, es decir, tiene la capacidad de impresionar los sentidos del hombre, con información proveniente de su entorno material, espacial, temporal y energético.

Las magnitudes físicas se pueden clasificar según los siguientes criterios:

- Según dependencia funcional de alguna otra: magnitudes básicas y magnitudes derivadas.
- Según su formulación matemática: magnitudes escalares, magnitudes vectoriales y magnitudes tensoriales.
- Según su actividad: magnitudes extensivas y magnitudes intensivas.

✓ Magnitudes Básicas

Cada una de las magnitudes que, en un sistema de medidas, se aceptan por convención como funcionalmente independiente una de otra.

Tabla 2.1 UNIDADES BÁSICAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)

MAGNITUD	NOTACIÓN	DEFINICIÓN
Longitud	M	Un metro es igual a la distancia que recorre en el vacío una onda electromagnética plana en una 1/299792458-ésima parte de un segundo.
Masa	Kg	Un kilogramo es igual a la masa del prototipo de Platino- Iridio conservado en el Laboratorio Internacional de Pesas y Medidas.
Tiempo	S	Un segundo es igual a 9192631770 periodos de irradiación correspondiente

		al paso entre dos niveles extra delgados del estado principal del átomo de Cesio- 133.
Corriente eléctrica (fuerza de la corriente eléctrica)	A	Un amperio es igual a la corriente no cambiante que pasa por dos conductores paralelos rectos infinitamente largos y de área de corte despreciable, que se sitúan en el vacío a una distancia de 1 metro uno del otro, y que provocan en cada segmento de 1 metro de longitud una fuerza de interacción de 2×10^{-7} N.
Temperatura termodinámica	K	Un grado kelvin es igual a la $1/273.16$ parte de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (el punto triple del agua tiene una temperatura de cero grados centígrados, 273.16 grados kelvin).
Fuerza de la luz	cd	Una candela es igual a la fuerza de la luz en una dirección dada de una fuente que genera irradiación monocromática de frecuencia 5×10^{12} Hz, y la fuerza de irradiación en esta dirección es igual a $1/683$ W/sr.
Cantidad de sustancia	mol	Un mol es igual a la cantidad de sustancia de un sistema, la cual contiene tantos elementos estructurales, cuantos átomos contienen 0.012 kilogramos de Carbono 12.

✓ Magnitudes Derivadas

En un sistema de medición, es cada una de las que están definidas en función de las magnitudes básicas de ese sistema.

✓ Magnitudes Escalares

Son aquellas que quedan completamente definidas por un número y la unidad utilizada. Están representadas por la expresión matemática más simple, el número. Su valor puede ser independiente del observador (masa, temperatura, densidad, cantidad de carga, energía, etc.), o depender de la posición (energía potencial), o del estado de movimiento del observador (energía cinética). En su medición se establece únicamente el número de veces que esté contenido el patrón de medida conocido en el que se quiere determinar. En su interrelación con características y propiedades homogéneas se establecen relaciones matemáticas fundamentalmente de carácter aditivo.

Figura 2.9 Masa. Magnitud escalar



• Por ejemplo la masa.

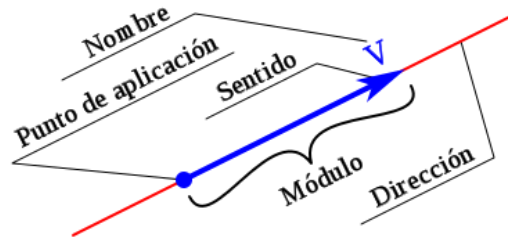
$$1,0 \text{ kg} + 4,0 \text{ kg} = 7,0 \text{ kg}$$



✓ Magnitudes Vectoriales

Son aquellas que quedan caracterizadas por una cantidad (intensidad o módulo), una dirección y un sentido. Suministran más información que el dato numérico, pues tienen cualidades, dirección y sentido, que están asociadas a un espacio Euclidiano de tres dimensiones y que se deben definir dentro de un sistema de referencia de un observador.

Figura 2.10 Vector. Representación

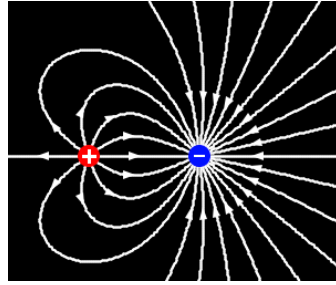


La aritmética básica no permite operar con las cualidades de las cantidades vectoriales (módulo, dirección y sentido), por lo que es necesaria la utilización del cálculo vectorial. Este hace posible describir las relaciones y/o correlaciones entre estas magnitudes, ya que su descripción se logra mediante la modelación de vectores (Leal, 2002).

Las magnitudes vectoriales y su desarrollo matemático son un modelo importante y adecuado para la representación de muchas de las variables físicas involucradas en los fenómenos naturales, ya que estas presentan invariancia en casos de rotación y traslación de coordenadas de un sistema de referencia. De modo que aquellos eventos que puedan describirse con las leyes físicas expresadas mediante magnitudes vectoriales quedan inalterados cuando son rotados o trasladados. Así, las leyes físicas que se pueden representar mediante una expresión matemática vectorial tienen la garantía de la invariancia de la ley si se requiere cambiar de coordenadas (Díaz, Jiménez, López, 1952).

Un vector se representa mediante un segmento orientado, como, por ejemplo: la velocidad, la aceleración, la fuerza, el campo eléctrico, la intensidad lumínica, etc.

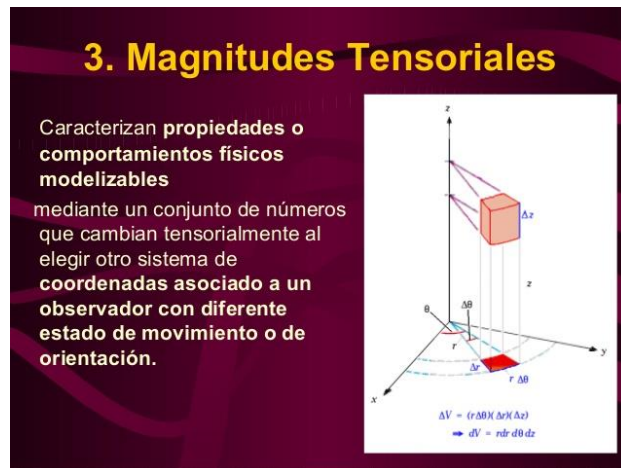
Figura 2.11 Líneas de campo eléctrico



✓ Magnitudes Tensoriales

Son las que caracterizan propiedades o comportamientos físicos modelables mediante un conjunto de números que cambia tensorialmente al elegir otro sistema de coordenadas asociado a un observador con diferente estado de movimiento (marco móvil) o de orientación.

Figura 2.12 Magnitudes Tensoriales



Representan comportamientos físicos que se pueden expresar matemáticamente mediante un arreglo matricial de números, ya que estas magnitudes contienen información en más de tres dimensiones, y necesitan de sistemas de coordenadas asociadas a observadores en diferente estado de movimiento y orientación.

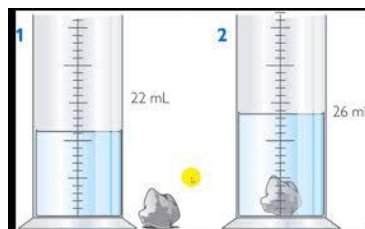
De acuerdo con el tipo de magnitud, se deben escoger las leyes de transformación (por ejemplo, la transformación de Lorentz) de las componentes físicas de las magnitudes medidas, para poder ver si diferentes observadores hicieron la misma medida o para

saber qué medidas obtendrá un observador, conocidas las de otro cuya orientación y estado de movimiento respecto al primero sean conocidos.

✓ **Magnitudes Extensivas**

Una magnitud extensiva es aquella que depende de la cantidad de sustancia que tiene el cuerpo o sistema. Las magnitudes extensivas son aditivas. Si consideramos un sistema físico formado por dos partes o subsistemas, el valor total de una magnitud extensiva resulta ser la suma de sus valores en cada una de las dos partes. Ejemplos, la masa y el volumen de un cuerpo o sistema, la energía de un sistema termodinámico, etc.

Figura 2.13 Volumen



✓ **Magnitudes Intensivas**

Una magnitud intensiva es aquella cuyo valor no depende de la cantidad de materia del sistema. Las magnitudes intensivas tienen el mismo valor para un sistema, que para cada una de sus partes consideradas como subsistemas. Ejemplos, la densidad, la temperatura y la presión de un sistema termodinámico en equilibrio.

En general, el cociente de dos magnitudes extensivas da como resultado una magnitud intensiva. Ejemplo, $m/v = \text{densidad}$.

Figura 2.14 Temperatura



Con relación a los alcances de este trabajo se entiende como **magnitud física**, entonces, aquella información sobre cierta característica observable, describible, comparable, clasificable y cuantificable de las sensaciones producidas por un cuerpo, sistema o un acontecimiento del entorno (Díaz, Jiménez, López, 1952).

2.2.2 Magnitudes en el Espacio Escolar

Se hace necesario definir en un sentido más pragmático, algunas de las magnitudes físicas con las cuales se pondrá en práctica la estrategia didáctica, y que tiene que ver con las magnitudes que se pueden medir o calcular dentro del espacio escolar, ya que son de fácil acceso y porque se cuenta con los instrumentos de medición indispensables para ello.

✓ Longitud

Es la magnitud física que determina la distancia entre dos puntos. Referida a los objetos es la dimensión de una línea o de un cuerpo considerando su extensión en línea recta. Para efectos del desarrollo de habilidades científicas en esta estrategia, se medirá en distancia, en alturas, en profundidades, en anchuras, en perímetros, en diámetros interiores y exteriores, en pasos de rosca, espesores, longitudes de onda en cuerdas y en líquidos, en amplitudes y en alcances horizontales de movimientos parabólicos.

En el Sistema Internacional de unidades es una magnitud básica y su unidad es el metro (m). Los instrumentos de medición que se utilizarán son: Escuadras, cintas métricas, calibrador y tornillo micrométrico.

Figura 2.15 Instrumentos de medición. Longitud.



✓ Área

Se define como el tamaño de una superficie; en el caso de los objetos como la cantidad de espacio dentro de los límites de sus caras bidimensionales. Dentro de la estrategia didáctica se medirá o se calculará en las superficies de objetos regulares como polígonos regulares, cubos, paralelepípedos, círculos, esferas, etc.

✓ Volumen

Medida del espacio de tres dimensiones ocupado por un cuerpo. El concepto de volumen se encuentra asociado al de capacidad y este hace referencia al espacio de alguna cosa, donde puede ser contenida otra cosa. Se medirán volúmenes de líquidos, de objetos irregulares, capacidad de recipientes, y se calcularán volúmenes de objetos de formas geométricas regulares.

Es una magnitud física derivada y en el SI su unidad es el metro cúbico (m^3). Para el volumen de líquidos se utiliza comúnmente el litro. En el espacio del desarrollo de la estrategia se utilizarán en su medición vasos de precipitado, probetas, erlenmeyers, pipetas y recipientes con diferentes capacidades.

Figura 2.16 Instrumentos de medición. Volumen.



✓ Masa

Magnitud física que indica la cantidad de materia contenida en un cuerpo. Se considera como una magnitud física fundamental cuya unidad de medida en el SI es el kilogramo (kg). Para su medición se utilizarán básculas y grameras.

Se harán mediciones de masa de los diferentes cuerpos y objetos que forman parte de la estrategia didáctica.

Figura 2.17 Instrumentos de medición. Masa.



✓ Tiempo

Magnitud física que permite secuenciar hechos y determinar momentos. Para este proyecto se considera uniforme, objetivo y continuo y que se puede medir mediante el uso de relojes o de eventos periódicos. Dentro de la estrategia didáctica se medirá como tiempo entre sucesos, se calcularán periodos y frecuencias de movimientos periódicos.

Es una magnitud física básica o fundamental y su unidad en el SI es el segundo (s). Se medirá con relojes y cronómetros.

Figura 2.18 Instrumentos de medición. Tiempo.



✓ Densidad

La densidad es una propiedad de la materia y se puede interpretar como el grado de compactación del material. Es una magnitud derivada y se obtiene dividiendo la masa por el volumen que ocupa dicha masa ($d= m/v$). Haciendo el análisis dimensional de la

fórmula se obtiene que sus unidades en el SI es kg/m^3 . Se medirán densidades de diferentes materiales accesibles al contexto escolar.

✓ Fuerza

La fuerza es una magnitud vectorial por la cual un cuerpo puede deformarse, modificar su velocidad o bien ponerse en movimiento superando un estado de inercia e inmovilidad. Básicamente el poder o influencia de la fuerza se centra en la capacidad de modificar el estado de movimiento o de reposo que ya ostente un cuerpo.

En el SI su unidad es el newton (N). Para su medición en el marco de la estrategia para el desarrollo de habilidades científicas se utilizarán como instrumentos de medición dinamómetros mecánicos y digitales y se medirán pesos, tensiones, fuerzas de empuje, y se calcularán fuerzas normales, coeficientes de rozamiento estático y coeficientes de elasticidad.

Figura 2.19 Dinamómetros. Fuerza.



✓ Presión

Es una magnitud física derivada que hace relación a la fuerza normal a la superficie que se aplica sobre un cuerpo por unidad de área; su unidad en el SI es el Newton/m^2 . Dentro de la estrategia se calcularán únicamente presiones de sólidos ejercidas sobre superficies. También se utiliza como unidad de medida el Pascal, que equivale a 1 N/m^2 .

✓ Flujo

En el marco de la estrategia didáctica se toma el flujo de líquidos como referente de esta magnitud física. Se define como la cantidad de líquido que pasa por unidad de superficie, por unidad de tiempo. Se medirán flujos de agua en los grifos, y para el desarrollo de

habilidades científicas, en el que las habilidades se deben transferir a otros contextos, se calcularán flujo de estudiantes entrando y saliendo de la institución educativa y flujo de vehículos y personas en las calles del barrio.

✓ Diferencia de Potencial

Diferencia de potencial, tensión eléctrica o voltaje, es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Se define también como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas. Se puede medir con un voltímetro y su unidad en el SI es el voltio (v).

En el marco de la estrategia se medirán voltajes en pilas, baterías, tomacorrientes y en pequeños circuitos eléctricos.

✓ Corriente Eléctrica

Intensidad de corriente eléctrica es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa una superficie cada unidad de tiempo. La unidad de intensidad es el culombio por segundo (C/s), que se llama amperio (A). Corresponde a una magnitud básica; para su medición se utiliza el amperímetro.

Figura 2.20 Multímetro.



Se medirán intensidades de corriente eléctrica en circuitos caseros con electrodomésticos y en circuitos eléctricos construidos en el espacio escolar.

2.2.3 Medición

El concepto de **medición**, que es la acción de **medir**, forma parte importante en el desarrollo de la estrategia didáctica, por cuanto forma parte directa del momento experimental de la misma, y es la que permite actuar directamente sobre las magnitudes físicas de los objetos y de los fenómenos para lograr un aprendizaje más significativo en los estudiantes y el desarrollo de las habilidades científicas planteadas en la estrategia.

La construcción de las magnitudes y su proceso de medición no inicia en la etapa escolar de los niños; estos desde sus primeros años tienen relación con los objetos, de los cuales obtienen información relacionada a algunas de sus propiedades: esta relación es más de orden cualitativo, como distinción de algunas características (forma, color, etc.) pero también de orden cuantitativo al hacer comparaciones de tamaño (más grande que...), o de distancias (más cerca que...), etc.

Sin embargo, la escuela es la que debe crear espacios de aprendizaje concreto enmarcados en el contexto de un lenguaje que provenga de la ciencia, y de tal manera que permita la reflexión sobre el uso de los sentidos para distinguir entre las propiedades medibles de los objetos, sobre el uso de los instrumentos de medición, sobre los errores frecuentes en la medición, sobre los errores en la apreciación de las cantidades y sobre la manera de registrar y comunicar los resultados de la misma.

La medición es una forma de determinar los tamaños, las cantidades o las extensiones de alguna propiedad o característica de los objetos o fenómenos. Estas características son medibles porque son captadas a través de los sentidos. Esta se hace real con la acción de medir, que es comparar una cantidad con su respectiva unidad para averiguar cuántas veces está contenida esta última en la primera, pero para que esta sea posible estas deben ser homogéneas, o sea, de la misma magnitud física.

✓ Importancia de la Medición

Las mediciones ofrecen los medios exactos y precisos para describir las características y el tamaño de las partes. Algunas de las razones básicas que justifican la medición tienen que ver con el control que esta ejerce sobre la forma como se dimensionan las partes, el

controlar el dimensionado que se hace para otros y la posibilidad de la descripción física que se obtiene a partir de la medida de sus diferentes variables.

Al realizar una medición se debe tener cuidado para no alterar el sistema que se observa. Sin embargo, hay que considerar que siempre las medidas se realizan con algún tipo de error, ya sea por las imperfecciones y limitaciones de los instrumentos, las limitaciones del medidor o por los errores experimentales.

Las mediciones se realizan con una unidad de medida que se conoce como **patrón**, que debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Ser **inalterable**. No puede cambiar con el tiempo, ni en función de quien realice la medida.
- Ser **universal**. Puede ser utilizado en todas las naciones.
- Ser fácilmente **reproducible**.

✓ Los Errores en la Medición

Son las inexactitudes que se aceptan como inevitables al comparar las magnitudes con su patrón de medida. Dependen de la escala de medida empleada, y tienen un límite. Los errores de medición pueden ser accidentales, aleatorios o sistemáticos.

Algunos aspectos que se deben tener en cuenta en el trabajo de medición son los siguientes:

- La **tolerancia**: se refiere a un margen permisible en la dimensión nominal o el valor especificado de una pieza manufacturada.
- La **incertidumbre**: desde la metrología se define como la característica asociada al resultado de una medición, que define el espacio bidireccional centrado en el valor ofrecido por el instrumento de medida, dentro del cual se encuentra con una determinada probabilidad estadística el valor medido. La expresión de la medida de cualquier magnitud, no debe considerarse completa, si no incluye la evaluación de incertidumbre asociada a su proceso de medición.
- La **exactitud**: es la capacidad que tiene el instrumento de medir un valor cercano a la magnitud real.

2.2.4 El Sistema Internacional de Unidades

Una breve reseña histórica de la medición nos dice que esta se remonta a los orígenes del propio hombre y de su vida en sociedad. Que las distancias recorridas eran medidas en jornadas solares, y los patrones de referencia utilizados estaban ligados a las partes del cuerpo (pie, codo, braza, pulgada, cuarta, etc.).

Posteriormente con los inicios del intercambio comercial entre pueblos, el trueque que era su forma más común, exigía que se mejoraran los métodos de medición y unos patrones de medida más uniformes que garantizara transacciones justas y equitativas. Sin embargo, cada pueblo tenía sus propias medidas y sus propios patrones diferentes entre sí, lo que generaba constantes conflictos.

En el año de 1875, diecisiete naciones decidieron firmar el primer acuerdo internacional para unificar las unidades de medida y los patrones de medición, con la pretensión de buscar un sistema de unidades único para todo el mundo y así, facilitar el intercambio comercial, científico y de todo aquello que tuviera relación con las mediciones; así nació la Convención del Metro de la cual hacen parte hoy 84 países, entre ellos Colombia, que se adhirió en el año 2012. En sus inicios se adoptó el Sistema Métrico Decimal como referente, pero en el año 1960 se modificó por el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**.

Si bien desde 1967 (Decreto 1731 del 28 de septiembre), Colombia adoptó legalmente el Sistema Internacional de Unidades, SI, y lo ratificó por medio del Decreto 3464 de 1980, sólo hasta la expedición de la Ley 1512 de 2012 (6 de febrero), el Congreso de la República aprobó el ingreso como miembro pleno a la Convención del Metro, convirtiéndose en el país firmante número 84.

El Artículo 68 del Estatuto del Consumidor (Ley 1480 de 2011), estableció como unidades legales de medida aceptadas en el territorio nacional, las siguientes:

- Las unidades del Sistema Internacional de Unidades- SI, adoptada por la Conferencia General de Pesas y Medidas de la BIPM y recomendadas por la Organización Internacional de Metrología Legal OIML;

- Los múltiplos y Submúltiplos del Sistema Internacional de Unidades (SI), y su notación, los cuales deben cumplir con las recomendaciones de la Convención del Metro y los Organismos Internacionales de Normalización;
- Las unidades usadas para cantidades que no están cubiertas por el SI, establecidas por la Superintendencia de Industria y Comercio, basadas preferentemente en normas técnicas internacionales.

Las unidades acostumbradas establecidas por la Superintendencia de Industria y Comercio.

- En cuanto a las unidades establecidas de medida, el Artículo 69 de la misma norma estableció que son las que se requieran:
- Por las necesidades del comercio internacional;
- Para usos específicos tales como la navegación aérea o marítima, salud o aplicaciones militares;
- Por razones de investigación científica, o
- Por razones de seguridad.

El Sistema Internacional de Unidades tiene siete magnitudes básicas, y cada una de ellas tiene su propia unidad definida en fenómenos físicos fundamentales (a excepción del kilogramo).

Nota; ver tabla 2.1

Hasta aquí los fundamentos disciplinares sobre los conceptos de las magnitudes físicas que se trabajarán dentro de la estrategia, y sobre el asunto de la medición, su importancia, y algunas de las variables a tener en cuenta para la misma.

2.3 Marco Pedagógico

2.3.1 Inteligencia y Pensamiento

Los hombres y los animales viven en permanente adaptación al mundo que los rodea. La percepción de la información que se obtiene a través de los sentidos permite una primera

adaptación, y el aprendizaje permite respuestas más rápidas y variadas para una adaptación mucho más activa. Frente a situaciones, y problemas nuevos entra en juego la inteligencia para buscar, entonces, nuevas formas de adaptación. Esta facultad es propia, tanto de los animales como del hombre, y por eso sobreviven en tantos y tan difíciles contextos.

El hombre tiene otra manera de relacionarse con el mundo que lo hace radicalmente diferente de los animales: el pensamiento. Esta otra forma se apoya, no ya en la acción directa, sino en los símbolos, en la evocación simbólica del lenguaje y de las imágenes mentales, que son representación de lo que la inteligencia sensorio- motriz obtiene directamente del medio (Piaget, 1978).

“Lo que nos aleja de los animales para entrometernos atrevidamente en los caminos de la cultura no es la inteligencia o la capacidad de adaptarnos y adaptar el medio a nuestras necesidades, o las formas de relación biológica que establecemos con nuestros congéneres, sino la capacidad de romper con la lógica habitual de la inteligencia adaptativa” (Parra, 1996). El gran logro de la evolución biológica es la ruptura del hombre con la mera inteligencia adaptativa para adentrarse en el campo del pensamiento y establecer, a través de los símbolos, una nueva relación con el mundo que lo rodea.

Según Mayer, pensar es el proceso mental por medio del cual los individuos manipulan insumos sensoriales y recuerdan percepciones para formular pensamientos, razonar y juzgar, en la búsqueda encontrar significados de las cosas y de las relaciones entre ellas. Involucra diversas operaciones mentales como recordar, resolver problemas, razonar, evaluar y tomar decisiones. Pero, además, lo manifiesta constituido por operaciones cognitivas, conocimientos y actitudes y disposiciones que forman parte, en el contexto escolar colombiano, de los objetivos de los estándares en el área de ciencias naturales.

Las manifestaciones del pensamiento se hacen a través de un amplio dominio de tareas, que involucran en su proceso de ejecución, el recordar, el aprender, la resolución de problemas, la inducción de reglas, la definición y construcción de conceptos y la percepción y el reconocimiento de estímulos motivacionales (Simon, 1979- 1985).

Algunos elementos del pensamiento son las imágenes, las palabras, los conceptos y los razonamientos:

- **Imágenes:** representación mental de un hecho o de un objeto.
- **Palabras:** símbolos que representan algo.
- **Conceptos:** son una representación intelectual sobre lo que significan las cosas, abstrayendo de ellas sus características comunes; sirven para ordenar la experiencia, para agrupar y clasificar gran número de objetos o sucesos diferentes con un mismo símbolo, y se puede operar mentalmente con ellos. Su representación es de carácter universal por atributos comunes. Pueden ser concretos (de objetos o hechos físicos) y abstractos (de objetos no existentes).
- **Razonamiento:** es un pensamiento que parte de premisas para llegar a una conclusión. De él se ocupa la Psicología (como actividad mental de un sujeto) o la Lógica (en cuanto puede formalizarse su proceso).

Los símbolos, las imágenes, las palabras, los conceptos y los razonamientos que puedan generarse como producto de la acción de la inteligencia, del pensamiento y de la acción de pensar, en el marco del trabajo escolar, se constituyen en un insumo importante en la construcción y aplicación de la estrategia didáctica motivo del presente trabajo de investigación.

2.3.2 Habilidad

Existen diferentes definiciones acerca de lo que es una habilidad. Algunos autores las asocian a las destrezas, a las aptitudes y a las competencias. Lo cierto es que las habilidades tienen relación con las tres. Surgen como producto de la necesidad del hombre por comprender su entorno y resolver problemas concretos, ya sea para suplir necesidades o simplemente por el placer de cumplir un objetivo.

Las habilidades se pueden entender, entonces, como una destreza, disposición o capacidad que tiene un individuo para ejecutar una acción o conseguir un objetivo. La destreza se considera como una habilidad desarrollada con un alto nivel de eficiencia, la disposición como el grado de libertad o soltura para realizar una actividad, la capacidad como un rasgo intrínseco del ser humano, que, a partir de un potencial inicial, y como

producto del ejercicio del mismo, logra desempeños cualitativamente mejores cada vez (Moreno, 1998).

La habilidad relacionada con la aptitud es una disposición innata, entendida como un potencial natural con el que cuenta una persona y que puede ser puesto en acción. Moreno afirma que la aptitud es la “materia prima” a partir de la cual es posible que se desarrollen las habilidades. Este potencial natural es diferente para cada individuo, por lo que cada uno logrará diferentes niveles de desempeño frente a los problemas a resolver.

Se destaca de esta definición que las aptitudes no son exclusivas de algunos individuos, sino que estas están presentes en todos y cada uno, pero con diferentes grados de acentuación.

Como competencia, Alain Coulon (1995, citado por Moreno, 1998) hace referencia a ella como “un conjunto de conocimientos prácticos socialmente establecidos que empleamos en el momento oportuno para dar a entender que lo poseemos”.

2.3.3 Habilidades de Pensamiento

La habilidad es la capacidad, la disposición y el grado de competencia que tiene un individuo frente a un objetivo. Esta puede ser innata o desarrollada a partir del entrenamiento, la práctica y la experiencia.

El pensamiento es el producto de procesos mentales diversos que permiten realizar acciones, tales como, expresar ideas con claridad, argumentar, describir, simbolizar, realizar comparaciones, clasificar y analizar y sintetizar, entre otras. A cada una de estas acciones corresponde una habilidad específica, que tendrá diferentes valores de desempeño según sean los individuos que las ejerzan en sus respectivos contextos.

A continuación, se presentan clasificaciones de algunos autores, Monereo, Sánchez y Bayer, que aportan a la categorización que de las habilidades de pensamiento se hacen.

Monereo identifica las habilidades en los siguientes grupos:

- Observación de fenómenos
- Comparación y análisis de datos.

- Ordenación de hechos.
- Clasificación y síntesis de datos.
- Representación de fenómenos.
- Retención de datos.
- Interpretación e inferencia de fenómenos.
- La transferencia de la habilidad.
- Demostración y validación de los aprendizajes.

Sánchez (1991) clasifica las habilidades de pensamiento en cinco ejes, a saber:

- Procesos básicos de pensamiento.
- Solución de problemas y razonamiento verbal.
- Creatividad, procesos ejecutivos y directivos.
- Adquisición del conocimiento y discernimiento.
- Automatización e inteligencia práctica.

Bayer propone una clasificación que intenta integrar la propuesta de varios autores:

Nivel Elemental: observar, comparar, ordenar, pronosticar.

Nivel Medio: clasificar, ordenar en secuencia, resumir, tomar decisiones, resolver problemas, formular hipótesis, sacar conclusiones, reconocer hechos y ponderar aseveraciones, detectar información relevante, determinar la exactitud de la aseveración e identificar fuentes confiables.

Nivel Superior: análisis parcial o global por temas, por estructuras y por patrones; síntesis, formulación y prueba de hipótesis, trazar conclusiones y generalizar, evaluar, resolver problemas, distinguir hechos, aseveraciones de valor y opiniones razonadas, identificar tendencias, supuestos no manifiestos, puntos de vista, falacia lógica, partes de un argumento, la fuerza de un argumento y credibilidad de una fuente.

Con relación a la enseñanza de las habilidades de pensamiento, el mismo Bayer propone seguir la siguiente secuencia:

Introducción: su propósito es presentar a los estudiantes los atributos principales de la habilidad de manera simplificada. La enseñanza se concentra en la habilidad mental, para que los estudiantes puedan percibir el modelo de operación y tener oportunidades de practicarla con una orientación adecuada.

Práctica guiada: corresponde a la aplicación de los principales atributos de la habilidad, siempre aplicada al mismo contenido temático.

Aplicación independiente: cuando los estudiantes empiezan a demostrar cierta capacidad para ejecutar sin ayuda la operación mental que está practicando, se proporcionan oportunidades de usarlos por sí mismos.

Transferencia y/o elaboración: consiste en ayudar al estudiante a aplicar una habilidad previamente aprendida en un contexto diferente en el cual se introdujo. Las habilidades en su forma más completa no se aprenden en un momento dado y para siempre. Incorporando al principio, en formas simplificadas y limitadas al contexto inicial, el conocimiento de determinadas operaciones mentales va creciendo y se va desarrollando a medida que los estudiantes las ejecutan en diversos contextos y con diferentes propósitos.

Uso autónomo: La meta principal para desarrollar la habilidad de pensamiento de los estudiantes es que lleguen a ser capaces de usar por sí mismos la habilidad de pensamiento, generando conocimiento.

Dentro de las diferentes clasificaciones de las habilidades de pensamiento, existen unas que favorecen específicamente el trabajo en ciencias, como lo propone Mantilla (1999):

- **Observación**
- **Descripción**
- **Comparación**
- **Clasificación**
- **Análisis y síntesis**

2.3.4 Habilidades Científicas

Las habilidades de pensamiento que favorecen significativamente el trabajo escolar en ciencias, se pueden definir como aquellas destrezas determinadas de pensamiento que trabajan en conjunto y les permiten a los individuos la búsqueda de respuestas para la explicación y la predicción de los fenómenos de la naturaleza y sociedad, en procura de la comprensión para una participación activa en la transformación del mundo (Mantilla, 1999).

De los aportes de los anteriores autores serán tenidas en cuenta las habilidades de pensamiento científico, y que en este trabajo de investigación son denominadas como **habilidades científicas**, las correspondientes a la observación, descripción, comparación, clasificación y análisis y síntesis, y algunos de los pasos de implementación (introducción, práctica guiada y aplicación independiente).

✓ Observación

Es una de las habilidades más importantes del hombre, que, a pesar de considerarse de las más primitivas, permite a través de un proceso mental la identificación de las características, particularidades y estímulos sensoriales de los objetos o fenómenos a través de los sentidos, para convertirlos en símbolos para poder ser comprendidos y transmitidos.

La observación, según Mantilla (1999), tiene tres principios que se considera deben ser tenidos en cuenta para su comprensión como habilidad de pensamiento científico, y para su implementación en la estrategia didáctica:

Como primer principio hay que decir que la observación tiene siempre un propósito, que puede ser el de descubrir ciertas variables, o el de simplemente recrear los sentidos. Dos observaciones sobre un mismo objeto pueden ser completamente diferentes, dependiendo del propósito inicial que la desencadenó.

El segundo principio señala que la observación siempre es sistemática y que lleva un procedimiento.

El tercer principio señala que la observación involucra por lo menos uno de nuestros sentidos de manera principal, llevando nuestra biología humana en relación con el mundo, lo cual no quiere decir que la observación se reduzca a los sentidos.

Como los resultados de la observación siempre son descripciones de características que simbolizamos mediante la escritura, se puede enunciar, entonces como cuarto principio, que la observación es una identificación de las características de un objeto o de una situación, convertidas en símbolos para ser comunicadas.

Según Callejas (2012), en ciencia todo se hace con el fin de poder compartirlo y comunicarlo. Gran parte de la posibilidad de hacer ciencia se basa en esta comunicación, pues es a través de ella que se comparten hallazgos que posteriormente serán procesados para identificar regularidades, establecer teorías, leyes y principios generales.

Dentro de la estrategia didáctica la observación será guiada mediante preguntas, y se buscará que los estudiantes aprendan a observar primero al objeto o fenómeno que los ocupe, de modo general y luego a sus partes y detalles y a las relaciones que perciban entre estas.

✓ **Descripción**

La descripción es el siguiente proceso de pensamiento, posterior a la observación, que está mediado por el lenguaje y que tiene como propósito práctico hacer evidentes las características y propiedades de algún objeto, evento o fenómeno observado. Para la descripción en el trabajo de la ciencia es importante la objetividad, la precisión, el carácter exhaustivo de los datos y la claridad con la que se exponen.

Es un proceso detallado, ordenado y claro en el cual se hace un uso adecuado del lenguaje para comunicar los resultados de una observación previa que busca encontrar los rasgos y propiedades que posee un objeto, pero que agrega un componente nuevo al permitir develar las múltiples causas que configuran el objeto para enlazarlas y ver su totalidad.

La descripción, como habilidad científica, desarrolla en los estudiantes importantes procesos de pensamiento como el manejo y uso adecuado del lenguaje, la capacidad para construir representaciones simbólicas, entre otras.

Dentro de la estrategia didáctica la descripción será guiada mediante preguntas, y se buscará que los estudiantes aprendan a describir primero al objeto o fenómeno que los ocupe, de modo general y luego a sus partes y detalles y a las relaciones que perciban entre estas.

✓ **Comparación**

Luego de observar para identificar, y simbolizar para comunicar, se pasa a un siguiente nivel de pensamiento en el que el estudiante identifica elementos comunes, idénticos o diferentes en lo observado y descrito, pero siempre con relación a un referente determinado y establecido previamente. Este proceso exige orden y detalle, pues se trata de establecer relaciones entre las partes.

✓ **Clasificación**

Este proceso mental permite agrupar objetos, hechos o fenómenos en correspondencia con un criterio de semejanza establecido. Mediante esta habilidad el estudiante podrá establecer un orden y un agrupamiento que le permita una mayor comprensión de los mismos, y, por tanto, un mayor beneficio de uso, ya sea de orden intelectual o de orden procedimental.

✓ **Análisis**

En el proceso de análisis se desmonta el objeto, abstraído, a través de la separación en sus partes, hasta llegar a la identificación y reconocimiento de los principios constitutivos más relevantes del mismo.

Para este proceso mental se deben determinar los límites del objeto a analizar (el todo), los criterios de descomposición del todo, delimitar las partes del todo, y estudiar cada parte delimitada.

✓ **Síntesis**

Luego de que el sujeto es capaz de comprender el objeto tras haber desmontado sus partes y llegar a su comprensión, este logra a través de este proceso mental de forma ordenada y detallada reconstruir o componer de nuevo el todo del objeto observado, pero sólo con los elementos más importantes para su comprensión (Callejas, 2012).

Para el proceso de síntesis se deben comparar las partes entre sí mirando los rasgos comunes y las diferencias, se deben descubrir los nexos entre las partes (causales de condicionalidad), y elaborar conclusiones acerca de la integralidad del todo del objeto o fenómeno observado.

2.3.5 El Saber Previo

El concepto de saberes previos está ligado al de aprendizaje significativo, pues es aquí donde adquieren significado y relevancia. Para Ausubel la adquisición de información nueva depende de las ideas pertinentes ya existentes en la estructura cognitiva de los seres humanos y de la interacción que estos puedan establecer con la nueva información. Estos conocimientos pueden ser factuales, conceptuales, actitudinales y procedimentales.

Algunos elementos comunes de los saberes previos con relación a su naturaleza y contenidos y que pueden aportar en la parte didáctica de la estrategia, son los siguientes:

- Los conocimientos previos son construcciones personales que los sujetos han elaborado en interacción con el mundo cotidiano, con los objetos, con las personas y en diferentes experiencias sociales y escolares.
- La interacción con el medio proporciona conocimientos para interpretar no sólo conceptos, sino también deseos.
- Los conocimientos previos que construyen los sujetos no siempre poseen validez científica.
- Estos conocimientos suelen ser bastante estables y resistentes al cambio.

Es importante para los procesos de enseñanza aprendizaje que se parta de los saberes previos de los estudiantes, puesto que frente a una nueva información estos ponen en juego sus conocimientos anteriores e interpretan para la búsqueda de una transformación conceptual.

En el caso de que las ideas previas no sean correctas se debe promover un cambio conceptual que se puede llevar a cabo, enfrentando a los alumnos con sus propias ideas o saberes, o presentando el nuevo conocimiento en contextos muy cercanos a ellos.

(Tomado de <http://www.talentosparalavida.com/aula29.asp>)

2.3.6 El Concepto

Concepto, del latín “concupere”, lo que es concebido, es la representación mental de un objeto, cualidad o fenómeno en el plano del pensamiento, que tiene una representación simbólica mediante el lenguaje que, a la vez, puede expresar la esencia de los mismos. El concepto no es el objeto, o el fenómeno, sino el contenido intencional de los mismos. (Quimbita, 2013). (Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Médicas).

El concepto se constituye en una unidad cognitiva de significado, y por pertenecer al plano del pensamiento del hombre es subjetivo, y tiene que ver con la interacción de los sentidos, el contexto, el pensamiento, los factores culturales y el lenguaje.

2.3.7 El Concepto en las Ciencias Naturales

Suele suceder que los profesores de ciencias y matemáticas no les dan relevancia a los conceptos, prefiriendo principalmente fórmulas, algoritmos, experimentos, demostraciones, reglas empíricas y definiciones. Pero los conceptos son importantes en el pensar, en el sentir y en el hacer, son fundamentales en la comprensión humana, en el desarrollo científico y en el desenvolvimiento cognitivo. (Moreira, 2008. Revista Curriculum, 21). (Marco A. Moreira. Conceptos en la Educación Científica: Ignorados y Subestimados. Instituto Física. Universidad Federal Do Rio Grande. Brasil).

Los conceptos son la clave de la comprensión humana (Toulmin, 1997. Citado por Moreira), son la clave del progreso científico (Mayer, 1998. Citado por Moreira), son la clave de las revoluciones científicas (Kuhn, 1989. Citado por Moreira), y la clave del desarrollo cognitivo (Vergnoud, 1990. Citado por Moreira). Consecuentemente, los conceptos también deben ser la clave en la enseñanza, el aprendizaje y el currículo.

Las asignaturas del espacio escolar no existen sin un marco de conceptos que conforman su estructura disciplinar, el aprendizaje significativo no ocurre sin la construcción o reconstrucción de conceptos o sin la conceptualización, y el currículo no

tiene sentido si no incluye la adquisición significativa de conceptos entre los resultados de aprendizaje pretendido.

Para Toulmin, citado por Moreira, existen tres aspectos fundamentales en el uso de los conceptos: el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos de aplicación de la ciencia. Los primeros corresponden a la representación simbólica de la explicación científica, y el tercero a los contextos donde se mueven o tienen actividad dicha representación. Lo lingüístico incluye los sustantivos, los términos técnicos o nombres del concepto, y también proposiciones expresadas en leyes o principios; la representación hace uso de fórmulas matemáticas, diagramas y gráficos; pero sólo los elementos anteriores toman sentido cuando se disponen procedimientos de aplicación en situaciones concretas.

Para la construcción de la estrategia didáctica de este trabajo de investigación se tendrán en cuenta estos tres aspectos distinguibles de los conceptos científicos, planteados por los autores mencionados: El lenguaje, la representación y la aplicación.

Hasta aquí los elementos conceptuales disciplinares y pedagógicos que servirán de referente a la propuesta de estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades científicas a partir de los conceptos de magnitud y medición.

2.3.8 La Pregunta

La pregunta es un importante recurso pedagógico porque abre la posibilidad al conocimiento y al diálogo sobre lo que se pregunta; propicia el pensar, estimula la curiosidad y la creatividad, generando buenos procesos de aprendizaje. “El acto de interrogar, de preguntar, es inherente a la naturaleza humana. Expresa la curiosidad por conocer, por trascender más allá de la experiencia de las cosas. La pregunta nace de la capacidad de descubrimiento, del asombro, y por ello la pregunta implica riesgo” (Escobar Guerreo, 1990).

Existen diferentes tipos de preguntas, y estas adquieren su verdadero valor en el contexto escolar donde se formulan. Conocer algunos de ellos enriquece la posibilidad de su utilización. Bloom (1956) propone la siguiente taxonomía:

- Preguntas de **conocimiento** (hechos, definiciones).
- Preguntas de **comprensión** (ideas principales, comparaciones).
- Preguntas de **aplicación** (aplicación de conocimientos, reglas y normas).
- Preguntas de **análisis** (motivos, causas, consecuencias).
- Preguntas de **síntesis** (generalizaciones, predicciones, nuevas soluciones).
- Preguntas de **evaluación** (Opiniones, valoraciones, juicios).
-

Dentro de la estrategia didáctica cumple un importante papel dinamizador en el diálogo con los saberes previos de los estudiantes, en la reconstrucción de los conceptos y ya en el desarrollo de los procesos de medición. Otros aportes a tener en cuenta, en el desarrollo de habilidades científicas, son enunciados por Callejas (2012, citando a Elder, Paul, 2002):

- Las preguntas definen las tareas, expresan problemas y delimitan asuntos. Impulsan el pensar hacia adelante. Las contestaciones, por otra parte, a menudo indican una pausa en el pensar. Es solamente cuando una contestación genera otras preguntas que el pensamiento continúa la indagación. Las preguntas superficiales equivalen a comprensión superficial, las preguntas que no son claras equivalen a comprensión que no es clara.
- El pensamiento dentro de las disciplinas no lo generan las contestaciones, sino las preguntas esenciales... Para pensar en algo y volver a pensarlo, uno debe hacer las preguntas necesarias para pensar lógicamente sobre eso, con claridad y precisión.
- Toda pregunta tiene una intención, ya sea de orden analítico, evaluativo, disciplinar, y esa intención se halla en la respuesta, así como una pregunta estimula una respuesta y esa respuesta es el resultado del pensamiento.

3. Capítulo: Caracterización

En este capítulo se enuncian los elementos fundamentales que caracterizan a los estudiantes de grado noveno, en sus aspectos cognitivos y socio afectivos, que permiten establecer algunas pautas sobre el desarrollo de sus procesos de pensamiento y de sus desarrollos emocionales, y que deben ser tenidos en cuenta a la hora de formular cualquier propuesta pedagógica, en este caso la del desarrollo de habilidades científicas.

Se toman como base las formulaciones de la propuesta de la Reorganización Curricular por Ciclos, **RCC**, de la Secretaría de Educación Distrital, y las descripciones y caracterizaciones que de sus estudiantes tiene el Colegio Nuevo San Andrés de los Altos.

3.1 Referentes conceptuales

La propuesta de la RCC se fundamenta en la formulación de Max- Neef (Desarrollo a una escala humana una opción para el futuro. Ed. Nordan- Comunidad. E.E.U.U., 1993, p. 15), cuyo fundamento pedagógico se basa en el desarrollo humano centrado en el sujeto, como ser integral, con capacidades, habilidades y actitudes que deben ser desarrolladas para la construcción de su proyecto de vida.

Se parte del reconocimiento de las necesidades de los estudiantes, entendidas, no como carencias, sino como potencialidad, pues estas se convierten en factores de motivación y compromiso que los moviliza. Cualquier propuesta curricular o estrategia didáctica debe

actuar, entonces, sobre las necesidades para permitir el desarrollo de los diferentes procesos.

3.1.1 Aspecto Cognitivo

Se concibe el conocimiento como un proceso interactivo y dinámico en el que la información es interpretada y reinterpretada a través de procesos mentales facilitando de esta manera el aprendizaje. Tiene su sustento en las teorías constructivistas y en tendencias de la psicología educativa de Piaget, en el aprendizaje significativo de Ausubel y en la teoría social de Vygotsky.

Según Piaget (Albancin, R. Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría de Jean Piaget. Universidad Central de Venezuela. Disponible en <<http://constructivismos.blogspot.com/> (15 de enero de 2011), para el individuo el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, producto de la interacción de los factores del ambiente y las disposiciones internas relacionadas con lo cognitivo y lo emocional.

El aprendizaje significativo de Ausubel sostiene que este se logra sobre la base de las estructuras cognitivas previas, que sirven de punto de anclaje para la información nueva

3.1.2 Aspecto Socio afectivo

Se reconoce el aspecto socio afectivo de los estudiantes como un factor importante de su formación y desarrollo, y se entiende como la capacidad de identificar y controlar las propias emociones, conocer lo más destacado del comportamiento, actuar siempre con sentido ético e influir positivamente sobre las emociones de quienes pertenecen a su entorno social.

3.1.3 Aspecto Físico- Creativo

El aspecto físico- creativo responde a la interrelación de los estudiantes con la naturaleza y la cultura, a la construcción de lenguajes corporales, a la capacidad de explorar,

combinar, experimentar y producir nuevas posibilidades que abran espacio a la imaginación y a la fantasía, así como la exploración desde lo lúdico, a la búsqueda de soluciones creativas y críticas a problemas cotidianos, a la adecuación a diversos espacios y ambientes, a la utilización segura del tiempo, de los objetos y de los desarrollos tecnológicos.

3.2 Población

Esta estrategia didáctica será construida y aplicada con estudiantes de noveno grado del Colegio Nuevo San Andrés de los Altos de la localidad 5 de Usme de la ciudad de Bogotá, D. C. Proceden de familias de estratos socioeconómicos dos y tres y están inmersos en ambientes con algunas problemáticas sociales de delincuencia común, consumo de sustancias psicoactivas, de desempleo y de falta de espacios deportivos, culturales y recreativos que les brinden oportunidades dignas de ocupar su tiempo libre.

Los estudiantes de noveno grado están en edades entre los trece y los quince años y corresponden al ciclo IV de la propuesta de la Secretaría de Educación Distrital de Reorganización Curricular por Ciclos, RCC., por lo que tienen unas características particulares que deben ser tenidas en cuenta para sus procesos de formación, tanto en los aspectos de desarrollo cognitivo, como socio afectivo y físico recreativo.

En lo **cognitivo**: están en una etapa de construcción de estructuras de pensamiento en las que buscan fortalecer su capacidad de definición, interpretación, análisis, sistematización y proposición de solución de problemas teórico- prácticos. Necesitan profundizar sobre los aspectos disciplinares de las ciencias y explorar y desarrollar sus habilidades para ir perfilando una posible vocación profesional. Requieren de gran cantidad de información sobre eventos y fenómenos que les permitan plantear hipótesis y argumentaciones coherentes. Igualmente, de aprendizajes que potencien sus habilidades para el manejo de la tecnología, la informática y la comunicación.

Requieren de espacios de trabajo en grupo para el fortalecimiento de los liderazgos y para la producción de normas de comportamiento grupal que les permitan autorregularse socialmente.

Poseen mayores niveles de abstracción para razonar, cuestionar y juzgar, por lo que prefieren las ideas originales y novedosas para la solución de problemas de su interés.

En lo **socio afectivo**: conceden un alto valor a su imagen personal, por lo que cuidan permanentemente de ella. Actúan generalmente con irreverencia, rebeldía, displicencia y mofa frente a lo que no les representa autoridad.

Necesitan comprensión, apoyo físico y emocional, estímulos y reconocimiento a sus logros y buenas acciones para fortalecer su autoimagen. Son poco estáticos por lo que prefieren los espacios abiertos o disposiciones más libres dentro de los salones de clase.

La estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades científicas a partir de los conceptos de magnitud y medición, ofrece a los estudiantes de noveno grado la posibilidad de desarrollar su estructura de pensamiento fortaleciendo la comprensión de conceptos disciplinares de la ciencia (longitud, tiempo, masa, densidad, unidades de medición, fenómenos físicos, fuerzas, energía, etc.), fortaleciendo su capacidad de interpretación y análisis con la solución novedosa de problemas prácticos, aprovechando el trabajo en grupo y permitiendo un espacio académico dinámico, respetuoso de sus aportes y que les garantiza avances en su desarrollo personal.

3.3 El Rol del Docente

El docente promoverá contextos cercanos a la experiencia cotidiana de los estudiantes, ayudará a la elaboración de los conceptos y generará un entorno adecuado en el que los estudiantes se sientan en un ambiente de confianza en el que puedan explorar, criticar, justificar y expresar libremente sus ideas.

El docente debe manifestar dominio de su saber disciplinar, comprensión de los conceptos estructurantes que componen su disciplina y debe tener la capacidad de interactuar de manera significativa con sus estudiantes para conducirlos a la construcción de su propia subjetividad y a relacionar el saber académico, con el desarrollo de la vida cotidiana. Villarreal, J (2012).

4. Capítulo: La Estrategia Didáctica

A continuación, se da paso a la presentación de la estrategia didáctica sobre la base de los aportes conceptuales, disciplinares y pedagógicos enunciados en los capítulos anteriores, para el desarrollo de las habilidades científicas a partir del trabajo con las magnitudes físicas y su medición, con estudiantes de grado noveno.

4.1 Bases de la Estrategia

Los pilares fundamentales sobre los que se apoya y construye esta estrategia didáctica son:

- Los conceptos de ***magnitud y medición***.
- El Desarrollo de ***Habilidades científicas***.
- ***La didáctica*** utilizada en la construcción e implementación de la propuesta.

4.1.1 Magnitud

Magnitud como el concepto que permite identificar las características de los objetos o fenómenos, que pueden ser observadas, descritas, comparadas, clasificadas, analizadas y cuantificadas. Trabajar con las magnitudes contribuye en la formación disciplinar de los estudiantes.

4.1.2 Medición

Medición como la acción directa de medir para cuantificar las magnitudes, comparándolas con un patrón de medida de una característica homogénea. Medir aporta en la formación disciplinar con el estudio de los sistemas de unidades, los factores de conversión, y procedimentalmente con el manejo de los instrumentos medición.

4.1.3 Habilidades científicas

Las habilidades científicas como esas destrezas de pensamiento que se van desarrollando para la formación en el marco de la ciencia, y que potencian la posibilidad de comprender la naturaleza de los eventos y fenómenos naturales.

4.1.4 La Didáctica

La didáctica como herramienta pedagógica que valora los saberes de los estudiantes, que posibilita la construcción de los conceptos en la estructura mental de los estudiantes, y que les permite dialogar desde la ciencia con el entorno.

4.2 Estructura de la Estrategia

La estrategia, **Magnitud y medición: Estrategia Didáctica para el desarrollo de Habilidades Científicas**, consta para su construcción y desarrollo de una estructura didáctica y una estructura curricular. **La estructura didáctica** establece la manera como se relacionan el docente, el estudiante y el conocimiento a lo largo de toda la propuesta. **La estructura curricular** establece la ruta de contenidos y actividades que se propone para lograr desarrollar habilidades científicas con los estudiantes de grado noveno.

4.2.1 Estructura Didáctica

✓ Establecimiento del tema (magnitud a medir)

Existen criterios para la selección del concepto: Pertinencia, relación con el plan de estudios, nivel de desarrollo, etc. Puede ser una magnitud, una acción (Observar, clasificar, medir, etc.). Se tiene en cuenta, en el caso de las magnitudes, un orden secuencial empezando por las magnitudes básicas, porque son factibles de medir directamente, para ir progresivamente con el cálculo de las magnitudes derivadas, que se obtienen a partir de la medición directa de dos o más magnitudes básicas (Densidad, presión, etc.).

El anterior momento de la estrategia didáctica corresponde al docente, quien, con su experiencia, con el conocimiento de los planes de estudio, con el referente de los estándares de competencias del Ministerio de Educación Nacional, y con el conocimiento de los niveles de desarrollo de los estudiantes, dispone su saber, para la escogencia señalada.

✓ Desarrollo del tema

El desarrollo del tema se constituye como parte principal de la estrategia, y para ello se contemplan tres momentos fundamentales, a saber:

Primer Momento

Saber previo- Preconceptos-Lluvia de Ideas

Es importante conocer los saberes previos de los estudiantes, como diagnóstico y como posibilidad de activación para la construcción de los procesos de enseñanza aprendizaje: la adquisición de información nueva depende en alto grado de las ideas pertinentes que ya existen en la estructura cognitiva y el aprendizaje significativo de los seres humanos ocurre a través de la interacción de la nueva información con las ideas pertinentes que ya existen en la estructura cognitiva. (D Ausubel)

Se constituye, en el marco de la estrategia didáctica, en la primera vinculación de los estudiantes con el tema propuesto.

Metodología

Se construye un diálogo a partir de la **pregunta** con las siguientes intencionalidades:

- Permitir la expresión libre de los estudiantes.
- Reconocer los saberes previos.

- Interesar sobre el concepto propuesto.
- Generar dudas y tensiones que movilicen el pensamiento de los estudiantes.
- Recoger los elementos pre- conceptuales que permitan dirigir el diálogo hacia la construcción del concepto.

Se realiza una **confrontación de ideas** que permite otros elementos importantes:

- Abrir el espectro del diálogo.
- Movilizar el pensamiento de los estudiantes.
- Vislumbrar desde dónde se dicen las cosas.
- Dirigir el diálogo hacia la construcción del concepto.
- Confrontar los saberes con la realidad.

Segundo Momento

Construcción Cualitativa del Concepto

Recogidos los elementos importantes del primer momento (saberes previos, lugar desde el que se dicen las cosas, el grado de interés y los aportes sobre variables de interés que se puedan dirigir hacia la construcción del concepto), se enfocan los esfuerzos para iniciar una construcción cualitativa del mismo:

- Variables que intervienen
- Categorización de las variables que intervienen.
- Relaciones entre variables.
- Contextos donde se puede manifestar el concepto.
- Construcciones didácticas de apoyo.
- Expresión, algoritmo o modelo matemático.

Tercer Momento

Parte Experimental- Encuentro con la Realidad

En este momento de la estrategia didáctica los estudiantes entran en contacto directo con los objetos o con los eventos, que tienen incorporadas dentro de sus propiedades las magnitudes referentes al concepto propuesto.

Es en el momento experimental donde el estudiante debe desplegar toda su capacidad para comprometerse con el objeto o fenómeno, hacer consciente cada una de sus acciones, tanto cognitivas como procedimentales y actitudinales, para dar respuesta, por un lado, a las tareas de la actividad, pero fundamentalmente para vivenciar el concepto o evento desde la práctica y darle significado en su estructura mental al concepto y a todo el proceso de construcción del mismo.

El desarrollo de las habilidades científicas no se da automáticamente y como consecuencia de una didáctica "correcta", sino que se da a lo largo de todo el proceso. El encuentro directo, consciente y riguroso con el evento y el material objeto de

estudio, permite desplegar acciones concretas, cognitivas, procedimentales y actitudinales, que se constituyen en el tamiz sobre el que se desarrollan las habilidades. Aquí es donde se observa para detallar las características y las propiedades, donde se puede hacer una descripción de las mismas, donde se pueden establecer comparaciones y regularidades para clasificar y categorizar y donde se puede construir una comprensión conceptual y simbólica de la realidad cercana y concreta de los estudiantes.

En cada una de las prácticas las habilidades se usan una y otra vez y se desarrollan y se cualifican en el cumplimiento de las actividades, tareas y estrategias hasta convertirse en hábitos que se despliegan en los diferentes contextos de los estudiantes, de manera espontánea y natural.

Para ello se realizan los siguientes pasos:

- **LOS MATERIALES:** se entrega un grupo de materiales previamente seleccionado en el que hay variedad de formas y composiciones.

- **La Observación:**
 - Nombre del objeto o fenómeno.
 - Forma.
 - Textura.
 - Dureza.
 - Color.
 - Composición.
 - Usos.
 - Magnitudes Físicas.

- **La Descripción:**
 - Nombre técnico.
 - Forma.
 - Textura.
 - Dureza.
 - Color.
 - Composición.
 - Funcionalidad. Usos.
 - Las magnitudes físicas (¿dónde se encuentran en el objeto?)

- **LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:** se disponen los instrumentos de medición para cada grupo o se establece un lugar dentro del salón donde los estudiantes pueden pasar a realizar las mediciones respectivas.

- **La Observación:**
 - El instrumento de medición
 - Nombre.
 - Qué magnitud física mide.
 - Escalas de medición.
 - Unidades.

- Precisión.
- Operación del instrumento.
- **La Descripción:**
 - Nombre técnico del instrumento de medición.
 - Magnitudes físicas que mide.
 - Escalas de medición.
 - Unidades.
 - Precisión del instrumento (¿hasta dónde puede medir?).
- **LA MEDICIÓN:** se realizan las mediciones de la magnitud física correspondiente en cada uno de los materiales
- **La Observación:**
 - Lo que se va a medir.
 - El instrumento que se va a utilizar.
 - La escala que se debe utilizar.
 - Cómo operar el instrumento de medición sobre el objeto.
 - El valor numérico de la medida.
- **La Descripción:**
 - Lo que se va a medir. La magnitud física
 - El instrumento que se va a utilizar.
 - La escala que se debe utilizar.
 - Cómo operar el instrumento de medición sobre el objeto.
 - El valor numérico de la medida.
- **EL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:** se realiza la consignación de la información desde el mismo momento de la entrega de los materiales, de los instrumentos de medición y la toma de los valores correspondientes a cada una de las mediciones.

De esta manera se van desarrollando las diferentes habilidades, no necesariamente en este orden y todas al mismo tiempo, pues las diferentes acciones sobre las magnitudes físicas pueden sugerir implícitamente otros órdenes y utilidades.

Para el trabajo en cada una de las magnitudes físicas que forman parte de la estrategia, se diseña una guía de trabajo en la que se consignan las preguntas e indicaciones pertinentes, junto con las variables a medir, para hacer realidad el trabajo de desarrollo de las habilidades científicas propuestas. Para ello se pueden observar los anexos B y C al final del documento.

4.2.2 Estructura Curricular

La estructura curricular establece la ruta de contenidos y actividades que se propone para el lograr desarrollar habilidades científicas con los estudiantes de grado noveno. A continuación, se presentan los componentes de la estrategia y la descripción de su intencionalidad.

COMPONENTES DE ESTRUCTURA CURRICULAR DE LA ESTRATEGIA

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
ETAPA	Son todas y cada una de las etapas en las que se desarrolla la estrategia didáctica. Señalan un camino para ser recorrido por los estudiantes para desarrollar sus habilidades científicas, en el marco de las magnitudes físicas y su medición.
OBJETIVO	Son los alcances que se proponen lograr en cada una de las etapas, y forman parte del objetivo general de la propuesta didáctica.
MÓDULO	Cada uno de los espacios o ambientes de trabajo sobre una magnitud específica, o una situación particular propuesta. Están relacionados unos con otros y obedecen a una planeación previa que tiene en cuenta un orden y una pertinencia.
OBJETIVO	Propósito particular a alcanzar en cada uno de los módulos. Aporta al objetivo general y permite evaluar alcances concretos en el desarrollo de las habilidades científicas.
HABILIDAD CIENTÍFICA	Las habilidades científicas que se pueden desarrollar en cada uno de los módulos.
ACTIVIDAD	Tipo de actividad que permite desarrollar cada uno de los módulos. En ella se proponen acciones concretas para el logro de los objetivos.
TIEMPO	Tiempo aproximado para el desarrollo de cada uno de los módulos.
RECURSOS	Son los materiales requeridos para el desarrollo de las actividades. Hace referencia a los objetos, los instrumentos de medición, los espacios, y las actitudes necesarias para abordar las actividades.
RESULTADOS	Conclusiones al finalizar cada una de las actividades y cada uno de los módulos. Momento para evaluar los desarrollos en la estrategia didáctica y para resolver inquietudes y recoger sugerencias de los estudiantes.

Al final se agrega un **anexo B**, Estructura curricular de la estrategia, donde se hacen los desarrollos y se traza la ruta a seguir para la comprensión de los conceptos de magnitud y medición y para el desarrollo de habilidades científicas.

5. Capítulo: Avances en la Estrategia

A continuación, se detallan las actividades desarrolladas con los estudiantes de noveno grado del Colegio Nuevo San Andrés de los Altos, para avanzar en el desarrollo de habilidades científicas a partir de los conceptos de magnitud y medición.

Igualmente se registra un análisis de resultados de cada actividad y algunas consideraciones generales de los avances en el desarrollo de las habilidades científicas y las dificultades o limitaciones evidenciadas a lo largo del proceso durante el desarrollo de la estrategia.

5.1 Actividades Realizadas

Se relacionan 10 actividades diferentes realizadas con los estudiantes; se tienen en cuenta el tema, los objetivos, el desarrollo, los recursos o materiales utilizados, y algunas evidencias y conclusiones de cada actividad.

ACTIVIDAD #1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

OBJETIVO

Hacer una descripción y presentación de los propósitos del proyecto a los estudiantes de grado noveno, y recoger sus inquietudes y expectativas.

DESARROLLO

Se hace una exposición general del proyecto de investigación en el que se les invita a participar.

- Planteamiento del problema
- Justificación
- Objetivos
- Metodología
- Recolección de inquietudes y expectativas
- Recomendaciones generales

CONCLUSIONES

- 1- Se pusieron en evidencia, la importancia de la formación en ciencias en el mundo actual, y las problemáticas que interfieren en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la misma en el contexto de la escuela.
- 2- Se reconoció la necesidad de desarrollar propuestas didácticas innovadoras, para acercar a los estudiantes de manera más significativa a una formación en ciencia más útil para la vida.
- 3- Se desglosó el título del Proyecto de Investigación, ***Magnitud y Medición: Estrategia Didáctica para el Desarrollo de Habilidades Científicas***, haciendo énfasis en cada uno de los conceptos que lo conforman, para una mejor comprensión.
- 4- Se conformaron grupos de trabajo de tres y cuatro estudiantes. Se aceptó la propuesta de conformación sugerida por ellos, en la que primaron los criterios de empatía y amistad.

ACTIVIDAD #2: MAGNITUD Y MEDICIÓN

OBJETIVO

Establecer un marco teórico conceptual sobre los conceptos de magnitudes físicas y medición.

DESARROLLO

Momento 1:

Pre-saberes y lluvia de ideas

Se indagó utilizando como eje metodológico, la ***pregunta***, sobre:

- ***¿Qué son los objetos?:*** las cosas- que tienen forma- que se pueden ver y tocar.
- ***¿Qué son las propiedades de los objetos?:*** que tienen forma, tamaño y color - para lo que sirven.
- ***¿Qué es una magnitud?:*** lo asocian siempre con el tamaño, qué tan grande es.
- ***¿Qué son las magnitudes físicas?:*** como el tamaño de lo que se puede ver.
- ***¿En qué consiste la medición?:*** Usar instrumentos de medición y decir cuánto es.

Momento 2:

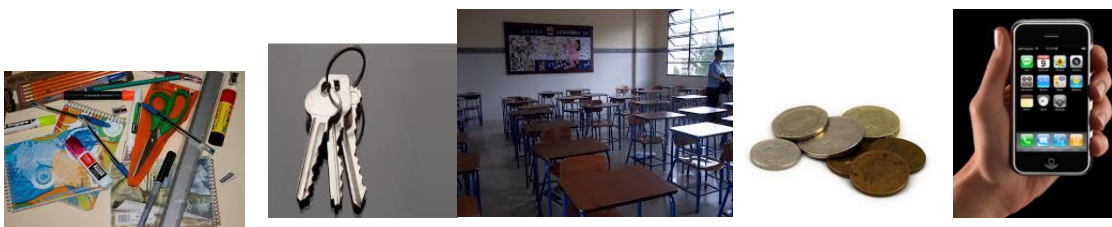
Hacia la construcción del concepto

Se recogieron los elementos más importantes de los pre-saberes conceptuales de los estudiantes, y se reconstruyó, a partir de ahí, una versión más elaborada de cada uno de los conceptos de la actividad (diálogo en clase con puesta en común en el tablero).

Momento 3:

Encuentro con la Realidad- Experiencia:

Figura 5.1 Imágenes entorno escolar



-Práctica sobre objetos del entorno (salón de clase y objetos como útiles escolares), para el establecimiento de propiedades y magnitudes posibles de ser medidas. Los estudiantes por grupos recolectaron variedad de objetos dentro del salón de clase (llaves, esferos, cuadernos, textos, celulares, adornos, etc.) y elaboraron listado de los objetos y de las magnitudes físicas factibles de ser medidas. Se hizo socialización.

CONCLUSIONES

- 1- Se dio inicio al desarrollo de la estrategia didáctica con los estudiantes.
- 2- Se aplicó la metodología propuesta: pre- saberes, construcción de conceptos y encuentro con la experiencia.
- 3- Se inició la conformación, al interior del aula de clase, de un espacio académico democrático, participativo y amable.
- 4- Se inició el desarrollo de habilidades científicas con énfasis en la observación de los objetos y su posterior descripción en la socialización.

ACTIVIDAD #3: RECOLECCIÓN DE MATERIALES DEL ENTORNO

OBJETIVO

Crear un stand de objetos a partir de la recolección de diferentes materiales, en depósitos y talleres del entorno de la institución educativa, como un recurso material importante para el desarrollo de la estrategia.

DESARROLLO

- Ubicación de talleres de mecánica y depósitos de madera ubicados en los barrios aledaños al colegio.
- Visita con grupos de estudiantes y recolección de materiales donados por la comunidad.
- Selección y limpieza de los diferentes materiales recolectados.

Figura 5.2 Imágenes entorno productivo



CONCLUSIONES

Se realizó un primer encuentro de los estudiantes con algunos sectores productivos del sector, para establecer relaciones que favorezcan el desarrollo de la estrategia proporcionando materiales y la posibilidad posterior de entrevistas para la observación de las magnitudes, la medición y los instrumentos de medición usados en ese contexto.

Se hizo observación y clasificación de algunos de los materiales recolectados, para su posterior utilización en el aula de clase.

Se generaron inquietudes y expectativas con relación al nombre y uso de los materiales.

ACTIVIDAD #4: LONGITUD

OBJETIVO

1-Iniciar a los estudiantes en la comprensión del concepto de longitud y en la práctica de medición de la misma.

2-Observar de primera mano las diferentes variables que intervienen en la medición de una magnitud.

MATERIALES

-Papel

-Lápiz

-Escuadra

DESARROLLO

Momento 1:

Pre-saberes y lluvia de ideas

Se indagó utilizando como eje metodológico, la ***pregunta***, sobre:

-Longitud: Qué tan largo es/ Lo que mide una cosa/ Pueden ser varias mediciones de un objeto/ El largo, la anchura o la altura de una cosa/ Que se puede medir con un metro.

-Instrumento de medición: aparato para medir algo- un metro- algo que mide.

-Unidad de medida: los centímetros- algo para medir- una medida.

Momento 2:

Hacia la construcción del concepto

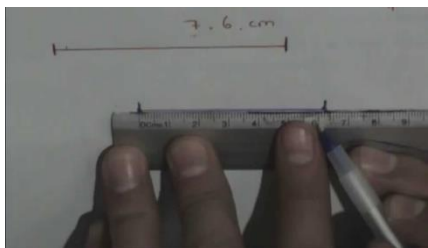
Se recogieron los elementos más importantes de los pre-saberes conceptuales de los estudiantes, y se reconstruyó, a partir de ahí, una versión más elaborada de cada uno de los conceptos de la actividad.

Momento 3:

Encuentro con la Realidad- Experiencia:

- Los estudiantes trazan líneas rectas en diferentes direcciones y de distintos tamaños.
- Hacen las mediciones con escuadra de las líneas rectas y reportan los datos obtenidos.
- Se intercambian las líneas rectas y se hace nuevamente medición.
- Se socializan los resultados obtenidos.
- Se establecen comparaciones de los datos y a partir de ahí se enuncian las dificultades en la medición y se sacan algunas conclusiones al respecto.

Figura 5.3 Longitud. Medición



CONCLUSIONES

- 1-**Con relación a la construcción de la significación de los conceptos, se hace énfasis en una construcción más cualitativa e intuitiva que permita crear imágenes mentales, que sirvan de soporte a la elaboración simbólica.
- 2-**Se construye el concepto de longitud como la medida de la distancia entre dos puntos que forman parte de los límites de un objeto.
- 3-**Con relación a las mediciones de la longitud de las líneas rectas, se concluye que sobre una misma línea puede dar diferente valor de medida, porque depende de cómo se mire (el observador), depende de la escuadra (el instrumento) y depende del rigor con que se mide.

ACTIVIDAD #5: LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS

OBJETIVO

Sensibilizar a los estudiantes en la práctica consciente y rigurosa de la medición de magnitudes.

Establecer un marco teórico acerca de los conceptos de precisión, exactitud e incertidumbre, y lo correspondiente a cifras significativas en la medición.

MATERIALES

- Escuadras
- Cintas métricas
- Probetas graduadas

DESARROLLO

-A partir de los resultados de las mediciones de la práctica anterior, se evidenció la necesidad de precisar el valor de las medidas incorporando un valor de incertidumbre por parte de quien esté tomando la medida (cifras significativas).

-Nuevamente medición de longitud de líneas rectas dibujadas, pero expresada en términos de cifras significativas.

CONCLUSIONES

- Reconocimiento del cuidado y rigor que se deben implementar para hacer mediciones.
- Importancia del conocimiento del instrumento de medición para saber hasta qué unidades mide.
- Apreciación, valoración y cálculo del dato de incertidumbre que se debe utilizar en cada una de las mediciones y su respectivo registro.
- Comprensión del significado de las cifras significativas.

ACTIVIDAD #6: CALIBRADOR PIE DE REY- NONIUS O VERNIER**OBJETIVO**

Aprender a manejar el calibrador pie de rey, nonios o vernier, en medición de longitud en objetos, expresada como altura, largo, ancho, profundidad, espesor, diámetro interior y exterior.

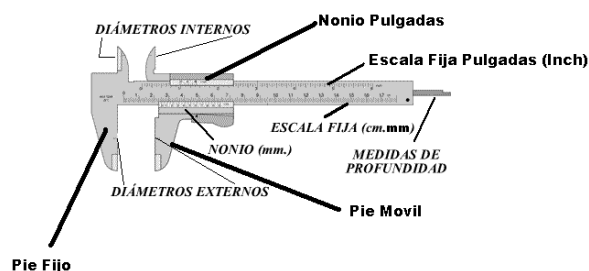
MATERIALES

- Objetos de madera: cubos, paralelepípedos, cilindros, pirámides y otros.
- Objetos metálicos: tornillos, tuercas y arandelas.
- Instrumentos de medición: escuadras y calibradores pie de rey.
- Cuaderno de apuntes para registro de información.

DESARROLLO

- Presentación del instrumento de medición y explicación de los fundamentos teóricos y operativos para el ejercicio de la medición.

Figura 5.4 Calibrador Pie de Rey, Nonius o Vernier



-Medición de longitudes respectivas en objetos de forma regulares como: cubos, pirámides, paralelepípedos, cilindros y esferas.

Figura 5.5 Práctica en el salón de clase: El calibrador y la medición de longitud.



-Registro de la información obtenida desde la perspectiva de las habilidades científicas (observación, descripción, comparación, clasificación, síntesis y análisis) con el uso del calibrador.

-Registro de dificultades en la comprensión de la lectura sobre el calibrador.

-Socialización de las descripciones (nombres, materiales y usos). Ajustes y correcciones.

CONCLUSIONES

-Apreciación y reconocimiento del calibrador como un instrumento de medición que permite mayores niveles de precisión.

-Aprendizaje, manipulación y uso del calibrador en las mediciones.

-Obtención de valores de medición en alturas, profundidades, diámetros, espesores y otros.

-A partir de las correcciones se mejoró el uso del lenguaje para la descripción de los objetos y sus medidas.

ACTIVIDAD #7: VOLUMEN DE LÍQUIDOS

OBJETIVO

Conocer diferentes instrumentos de medición de volúmenes de líquidos (vasos de precipitado, pipetas, Erlenmeyer, probetas, goteros, jeringas y envases de bebidas comerciales).

Conocer las unidades de medición de volumen y reconocer las escalas de graduación de los diferentes instrumentos (litro, mililitro y centímetro cúbico).

Realizar medidas de volumen de líquidos.

MATERIALES

- Probetas de diferentes capacidades.
- Vasos de precipitado.
- Pipetas.
- Recipientes con agua
- Cuaderno para registrar la información

DESARROLLO

- Presentación de los instrumentos de medición
- Revisión de las unidades y las escalas.
- Medición del volumen de diferentes cantidades de líquido.

Figura 5.6 Práctica en el salón de clase: medición de volumen de líquidos.



- Registro y comunicación de las observaciones y mediciones.
- Planteamiento de dificultades y registro de observaciones de cosas relevantes de la práctica.

CONCLUSIONES

- Reconocimiento de los diferentes instrumentos de medición de volumen de líquidos.
- Apreciación de las escalas y las unidades de medición.
- Utilización de cifras significativas en el registro de cada lectura.
- Mejora en la calidad de la observación y descripción de los materiales.
- Consolidación del trabajo en grupo.

ACTIVIDAD #8: MEDICIÓN DE MASA

OBJETIVOS

Conocer algunos instrumentos de medición de la masa (balanzas manuales de brazo, balanzas digitales, grameras digitales).

Reconocer las escalas de los diferentes instrumentos de medición.

Obtener el valor de la masa de diferentes sustancias.

MATERIALES

-Objetos de diferente material.

-Balanza digital.

-Gramera digital.

-Gramera mecánica.

-Dinamómetro digital.

-Calculadora.

-Papel para registro.

DESARROLLO

-Análisis del concepto de masa

-Presentación de los instrumentos de medición.

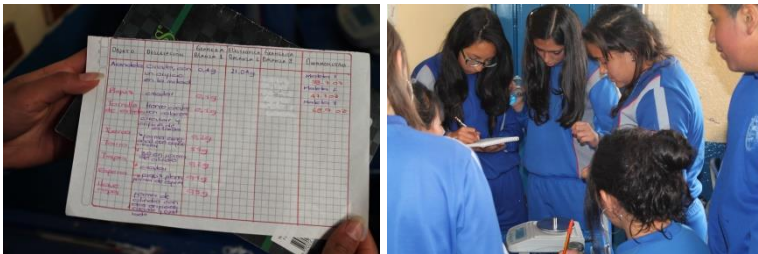
-Medición de la masa de diferentes materiales (frasco con tornillos, arandelas y canicas).
Objetos más grandes como, maletas escolares y útiles escolares y deportivos.

Figura 5.7 Práctica en el salón de clase: Medición de masa



-Registro con base en las habilidades científicas.

Figura 5.8 Estudiantes registrando la información obtenida en la medición.



ACTIVIDAD #9: MEDICIÓN DE ÁREAS

OBJETIVOS

Iniciar a los estudiantes en la comprensión de los conceptos de dimensión, superficie y área y en el abordaje de la manera como se mide o se calcula su valor y las unidades más usadas.

Establecer diferencias entre las mediciones directas e indirectas.

Realizar mediciones para calcular las áreas de diferentes superficies.

MATERIALES

- Objetos de caras geométricas regulares (cilindros, pirámides, cubos y paralelepípedos)
- Hojas de papel
- Instrumentos de medición (escuadras y calibradores)

DESARROLLO

-Análisis del concepto de área. Preconceptos e ideas previas. Las superficies y el área como medida de las mismas.

-Determinación en objetos de las superficies susceptibles de ser medidas.

-Cálculo de las áreas de superficies regulares, a partir de la medición de longitudes.

Figura 5.9 Práctica en el salón de clase: Medición de área de superficies de objetos regulares



-Registro y socialización.

ACTIVIDAD #10: CÁLCULO DE DENSIDADES

OBJETIVOS

Análisis del concepto de densidad. Variables que intervienen en su medición.

Calcular las densidades de diferentes sustancias del entorno.

MATERIALES

- Objetos de diferentes materiales (agua, madera, cristal, metal, etc.)
- Instrumentos de medición (probetas, vasos de precipitado, balanzas y calibradores)
- Guía de registro de la práctica
- Calculadora

DESARROLLO

- Repaso de los conceptos de masa y de volumen.
- El concepto de densidad (pre saberes y reconstrucción).
- Trabajo sobre modelo didáctico para crear imágenes del concepto.
- Encontrar la densidad de cada uno de los materiales.
- Análisis y comparación de densidades.

CONCLUSIONES

-Es importante construir modelos didácticos que construyan imágenes mentales de los conceptos para favorecer el aprendizaje.

-El cálculo de la densidad consolida los conceptos relativos a la masa y el volumen y permite que se relacionen en esta magnitud.

-La observación se hace más fina y rigurosa, el trabajo de descripción exige mayores compromisos con el objeto pues se indaga más profundo sobre él.

-Cuando se combinan diferentes mediciones de otras magnitudes para encontrar una nueva, se desarrollan habilidades científicas más complejas como la comparación, el análisis y la síntesis para establecer relaciones entre los materiales de diferentes sustancias, pero sobre la misma magnitud.

-Surge la necesidad de contar con nuevos materiales (computadores, internet) para hacer investigaciones directas sobre la composición de los materiales y sus diferentes usos, para un conocimiento más profundo de los objetos.

5.2 Análisis de resultados

A continuación, se presenta un análisis de resultados de las actividades de **avances de la estrategia**, indicando los logros obtenidos en el desarrollo de las habilidades científicas propuestas en el marco de esta estrategia didáctica y, a manera de conclusión, una síntesis del estado de desarrollo de cada una de ellas. Cabe anotar que este análisis es fundamentalmente cualitativo, y está hecho con base en lo observado dentro de cada una de las actividades, y en el análisis de las transcripciones de las bitácoras de los estudiantes. Finalmente se presenta una transcripción de la percepción de los mismos respecto al desarrollo de la estrategia, y su respectivo análisis.

ACTIVIDAD #1: MAGNITUD Y MEDICIÓN: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS CON ESTUDIANTES DE NOVENO GRADO. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

La primera actividad de presentación del proyecto se realizó para una contextualización de los estudiantes en el marco del trabajo de magnitud y medición para desarrollar habilidades científicas.

A partir del enunciado del planteamiento del problema, de la justificación, de los objetivos y la metodología, y del análisis de los conceptos incluidos en el título del Proyecto, se destacó la importancia de la formación en ciencias en el mundo actual y se recogieron inquietudes acerca de algunas problemáticas en los procesos de enseñanza- aprendizaje en la escuela. Los estudiantes mencionaron la dificultad de algunas asignaturas como Química, Física y Matemáticas; que hay muchos contenidos y no le encuentran sentido ni

aplicación a lo que se enseña en ellas; que no hay laboratorios donde trabajar los experimentos, y que todo se queda en teoría.

De esta primera actividad se generaron expectativas acerca de realizar trabajo de medición sobre objetos del entorno de los estudiantes y sobre el aprendizaje de los diferentes conceptos a partir de actividades experimentales y realmente prácticas.

ACTIVIDAD #2: MAGNITUD Y MEDICIÓN

Esta segunda actividad introdujo algunos elementos teóricos sobre los conceptos de **magnitud** y **medición**, e hizo evidente la metodología de trabajo que acompaña esta propuesta didáctica.

Se pidió a los estudiantes su opinión acerca de ***qué son los objetos, qué son las propiedades de los mismos, qué es una magnitud física y en qué consiste la medición.***

Se recogieron en el tablero (como puesta en común) las diversas opiniones, y se subrayaron palabras claves que posteriormente se utilizaron para definir dichos conceptos desde la mirada de la ciencia. Los estudiantes registraron en sus bitácoras (cuaderno de apuntes) la reseña de la actividad.

Transcripción 1 de registro escrito de los estudiantes:

¿Qué son los objetos?

➤ ***PRESABERES (primer momento)***

¿Qué son los objetos?

Todas las cosas que existen/ Que tienen forma/ Que están hechos de alguna sustancia/ Elementos que ocupan un lugar en el espacio/ Son cosas que se pueden ver y tocar.

Análisis: asocian **objeto** a una existencia real que tiene forma y volumen, que está formada por materia y que se puede detectar a través de los sentidos.

¿Qué son las propiedades de los objetos?

Que son duros o blandos/ Cosas que distinguen a los objetos, unos de otros/ Cosas que se pueden ver o tocar de los objetos/.

Análisis: mencionan algunas propiedades puntuales (dureza), que son detectables a través de los sentidos y que permiten diferenciar a los objetos.

¿Qué es magnitud física?

El tamaño de las cosas, qué tan grande es/ También influye el peso y la forma/ Que hay diferentes tamaños y figuras.

Análisis: asocian el concepto al tamaño, al peso y a la forma (volumen) de los objetos.

¿Qué es medición?

Usar instrumentos de medición / Medir y decir cuánto es / Tomar datos de medir.

Análisis: asocian la medición a los instrumentos de medida y a su utilización para emitir un valor.

Se subrayan las palabras que son claves para elaborar una formulación más adecuada del concepto y se procede.

➤ **EL CONCEPTO (segundo momento)**

Teniendo en cuenta algunas palabras o frases emitidas en los pre saberes (lo subrayado), se procede a elaborar cada uno de los conceptos planteados.

Objeto: todo aquello que tiene carácter material e inanimado y que puede ser percibido a través de los sentidos.

Propiedades de los objetos: son aquellas cualidades distinguibles de los objetos.

Magnitud física: es una propiedad o cualidad medible de un sistema físico, es decir, a la que se le pueden asignar distintos valores como resultado de una medición.

Medición: Es la acción de medir. Medir es comparar una cantidad con su respectiva unidad para averiguar cuántas veces está contenida esta última en la primera.

Así, de esta manera, se procede con todos y cada uno de los conceptos que se van abordando en cada una de las actividades.

➤ **ENCUENTRO CON LA REALIDAD (tercer momento)**

Durante este tercer momento se pidió a los estudiantes, en sus respectivos grupos, disponer en las mesas elementos obtenidos de sus maletas o sus bolsillos, para ser observados y descritos con algunas de sus propiedades medibles (ver transcripción #1 de estudiantes).

Transcripción 2 de registro escrito de los estudiantes:

OBJETO	PROPIEDADES QUE SE PUEDEN MEDIR
LLAVES	Largo, ancho, grueso, dureza.
CELULAR	Largo, ancho, grueso, cámara, memoria, dureza, resolución pantalla.
TORNILLO	Largo, grueso, peso y dureza.
CADENA	Peso, largo y dureza.
CAUCHO	Largo y elasticidad.
MONEDA	Peso, grueso y dureza.
RELOJ	Largo, ancho, peso y grosor.
LUPA	Capacidad del lente, tamaño, base, altura, resistencia, área y volumen.
METRO	Capacidad de escala, tamaño, espesor, densidad, área y volumen.
PILA	Carga negativa, carga positiva, radio, dureza y densidad.
ESPEJO	Circunferencia, espesor, largo, ancho, aumento, claridad del reflejo.
ESFERO	Largo, ancho, profundidad de la tapa, cantidad de tinta y la temperatura.
BRILLO	Capacidad de brillo, largo, ancho, suavidad de la esponja y flexibilidad.

Análisis: en una mirada a la transcripción de lo que los estudiantes registraron en sus bitácoras (cuaderno de apuntes), se nota que, en todos los objetos, con relación a las propiedades que se pueden medir, se enuncian el **largo**, el **ancho** y el **grosor** como las primeras propiedades posibles de ser medidas; la segunda propiedad más recurrente es el **peso**, y la tercera la **dureza**. Posteriormente se mencionan propiedades muy específicas de cada uno de los objetos, tales como, memoria, brillo, flexibilidad, carga, temperatura y otros. Se puede observar que no existe comprensión de que algunas

propiedades forman parte de una misma categoría, tal es el caso de las primeras mencionadas, que tienen que ver con la **longitud** como magnitud física. La mención del peso hace referencia a la masa, lo que denota que no se hace distinción entre las dos.

Una primera mirada sobre los objetos, la llave, por ejemplo, ofrece una imagen mental que contiene el nombre y el para qué se usa. La **observación** dirige los sentidos en la búsqueda de propiedades del objeto, lo que hace que este se mire ahora no como un todo, sino que se descomponga en algunas de sus partes (**análisis**) para dar cuenta de ellas. La **descripción**, aún en un lenguaje común, permite hacer más conscientes los resultados de la observación.

ACTIVIDAD #3: RECOLECCIÓN DE MATERIALES DEL ENTORNO EXTERNO AL COLEGIO

Se pidió a los estudiantes hacer una visita a depósitos y talleres cercanos al entorno escolar, previamente ubicados, para solicitar donaciones de piezas y objetos que pudieran servir para ser medidos en el desarrollo de la estrategia didáctica propuesta. Posteriormente realizar una clasificación de los diversos materiales obtenidos, teniendo en cuenta criterios propuestos por ellos mismos.

Esta actividad permitió realizar un primer encuentro de estudiantes con algunos sectores productivos del entorno exterior al colegio. Se visitaron depósitos de madera y talleres de mecánica de motocicletas, donde se recogieron como donación bloques de madera de diferentes tamaños y formas, bujías, discos y piñones de motocicleta, tornillería de diferentes calibres, algunas partes electrónicas, cuchos y resortes de diferentes elasticidades, tubos de diferentes calibres y piezas mecánicas diversas. El encuentro también propició la posibilidad de realizar posteriormente entrevistas para trabajar en las siguientes fases de la propuesta (cómo miden, qué miden, y con qué miden en estos sectores).

Análisis:

Encontrar objetos y piezas de fácil manipulación para ser clasificadas y posteriormente medidas, obligó a una **observación** consciente y con propósito claro. Tener contacto con objetos que no son de su entorno cotidiano generó muchas expectativas con relación a los nombres de las piezas recolectadas y a su funcionalidad. El diálogo ilustrativo con los trabajadores y con los mecánicos propició información en beneficio de las posteriores **descripciones** que los estudiantes deben hacer en función de las actividades de medición.

Después de una jornada de limpieza de las piezas recolectadas los estudiantes **compararon** y **clasificaron** según criterios propuestos por ellos, en piezas de madera, piezas metálicas, bandas y cauchos, resortes y tornillería, y otros (que son de diversos materiales como plásticos o pastas).

ACTIVIDAD #4: LONGITUD

Iniciar a los estudiantes de noveno grado en la comprensión del concepto de longitud, en la práctica de la medición de la misma, y en la observación y detección de las diferentes variables que intervienen a la hora de medir, fueron los objetivos de esta actividad.

Para el proceso de construcción del concepto se pidió a los estudiantes formular sus opiniones acerca de lo que entendían por **longitud**.

Transcripción 2 de registro escrito de los estudiantes:**➤ PRESABERES (primer momento)*****¿Qué entiende por longitud?***

Qué tan largo es/ Lo que mide una cosa/ Pueden ser varias mediciones de un objeto/ El largo, la anchura o la altura de una cosa/ Que se puede medir con un metro.

Análisis: los estudiantes asocian longitud a las dimensiones espaciales del objeto y a que puedan ser medidas desde el instrumento más popular entre ellos, el metro. Aquí ya

se puede vislumbrar que intuyen que estas dimensiones se miden de igual manera. No hay una asociación a la longitud como una medida de distancia entre dos puntos.

➤ **EL CONCEPTO (segundo momento)**

Se define la **longitud** como la distancia en línea recta entre dos puntos que forman parte del límite de un objeto.

➤ **ENCUENTRO CON LA REALIDAD (tercer momento)**

Se pidió a los estudiantes de noveno grado trazar líneas rectas de diferentes tamaños y posiciones que deberían ser medidas con regla o escuadra, que es el instrumento de medición de longitud más cercano a ellos. Posteriormente, intercambiar sus líneas rectas para ser medidas nuevamente por sus compañeros y hacer una comparación de resultados y sacar algunas conclusiones.

Análisis:

De una transcripción de gráficas de los estudiantes se obtuvieron resultados que sirven para hacer el análisis.

Transcripción 3 de registro gráfico de los estudiantes (se toma registro de cinco pares de estudiantes):

LÍNEA	MEDIDA 1	MEDIDA 2
1	10.3	10.4 cm
2	7.6 cm	7.5 cm
3	15.5	15.5
4	12.9 cm	13 cm
5	3.4	3.5 cm

Las primeras mediciones de longitud se hicieron, entonces, sobre líneas rectas y usando escuadras como instrumentos de medición. Al realizar las mediciones, y luego el intercambio y socialización, para medir nuevamente, se determinó en puesta en común, que las diferencias que fueron apareciendo se debían a la forma como se miró (**observador**), al **instrumento** con el cual se midió, al **cuidado y rigor** con el que se hizo cada una de las mediciones y a la omisión que hicieron algunos estudiantes, en el registro, de las unidades en las que se midió.

Se puede analizar aquí, que la **observación** se dirige ahora al objeto, a la dimensión que se quiere medir, a la forma de utilizar el instrumento de medición y a la escala en que se va a medir, por lo tanto, esta se amplía por lo que tiene que cobijar más variables, pero a la vez se particulariza para dar cuenta de cada una de ellas.

La **descripción** también se amplía y particulariza porque tiene que dar cuenta de lo observado.

Esta primera actividad práctica de medición, llama la atención de los estudiantes en el sentido de que el proceso de observación de lo que se va a medir, con lo que se va a medir y cómo se va a medir, tiene que ser muy juicioso y riguroso, por lo que estas habilidades científicas empiezan a ser más conscientes y necesarias.

ACTIVIDAD #5: LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Después de sensibilizar a los estudiantes en el reconocimiento del cuidado y rigor con el que se deben hacer las mediciones (producto de las conclusiones de la actividad anterior), en la importancia del conocimiento del instrumento de medición utilizado, para reconocer sus escalas y hasta qué niveles de precisión puede medir, se procedió a la incorporación de las denominadas, **cifras significativas**.

Se pidió a los estudiantes, entonces, hacer medición de líneas rectas incorporando en la descripción de sus valores de medida, el valor de incertidumbre que forma parte de dichas cifras significativas.

Transcripción 4 de registro escrito de los estudiantes:

Medición de longitud de líneas rectas (instrumento: escuadra o regla).

No	Valor de medida inicial	Valor en cifras significativas
1	8.1 cm	8.12 cm
2	3.2 cm	3.28 cm
3	5.7 cm	5.70 cm
4	7.8 cm	7.85 cm
5	7.4 cm	7.43 cm

Análisis:

En esta actividad la **observación**, y, por tanto, la **descripción**, se dirigieron fundamentalmente a la lectura de la medida en el instrumento de medición (escuadras y reglas con escalas en centímetros), pero haciendo énfasis en la valoración y registro de las cifras significativas.

Aquí se observa que estas habilidades científicas exigen un proceso de abstracción importante, al tener que calcularse la cifra de incertidumbre para expresar las cifras significativas en el valor de la medición.

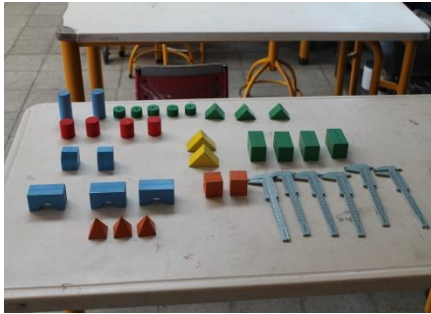
ACTIVIDAD #6: CALIBRADOR PIE DE REY- NONIUS O VERNIER

Luego de la presentación del instrumento y de la explicación de los fundamentos teóricos y operativos para el ejercicio de la medición, se pidió a los estudiantes de noveno grado realizar observaciones y descripciones de los nombres, los materiales, los usos y las magnitudes y medidas respectivas, de algunos objetos con formas geométricas regulares.

Para esta actividad se introdujeron nuevos objetos para trabajar tales como, cubos, paralelepípedos, prismas, cilindros, esferas, pirámides y otros, lo que permitió realizar

medidas de longitud expresadas como espesores, alturas, profundidades, y diámetros interiores y exteriores.

Figura 5.10 Cuerpos geométricos y calibradores.



De esta actividad se toman registros de dos grupos y se transcriben a continuación para su análisis.

Transcripción 5 de registro escrito de los estudiantes (registro de dos grupos).

No	Nombre	Material	Uso	Magnitud
1	Rectángulo	Madera dura	Representa formas	Altura= 3.530 cm
				Ancho= 3.530 cm
				Largo= 7.085 cm
2	Triángulo tridimensional	Madera dura y lisa	Representa imágenes	Base largo= 5.245 cm
				Base ancho= 3.510 cm
				Altura= 2.630 cm
				Lado= 3.670 cm
3	Rueda	Madera dura	Forma para medir	Ancho= 3.440 cm
				Altura= 3.515 cm
				Profundidad= 3.510 cm
4	Cubo	Madera dura	Ficha de juego	Lado 1= 3.600
				Lado 2= 3.585 cm
5	Pirámide	Madera dura	Ficha de juego	Lado 1= 3.465 cm
				Lado 2= 3.455 cm

				Altura= 3.780 cm
6	Figura Cilíndrica	Madera dura	Para juego infantil	Espesor= 3.250 cm
				Altura= 6.780 cm

Análisis:

Como se puede ver, la incorporación de este nuevo instrumento de mayor precisión en la medición de longitudes, exigió mayores niveles de **observación** y **descripción** por parte de los estudiantes, especialmente en la lectura de los resultados en el instrumento; aquí se incorporaron tres decimales (hasta milésimas de centímetro), lo que cualificó los niveles de precisión y exactitud en las medidas.

La **descripción** de los objetos incorporados (nombre, material, usos y magnitudes medidas), se hizo en términos del saber previo de los estudiantes y en un lenguaje aún carente, en muchos de los casos, de rigor académico como se puede ver en la transcripción anterior.

Después de una socialización para analizar resultados y dificultades, y previa una investigación sobre los nombres de las figuras geométricas utilizadas en esta actividad, se procedió a realizar las correcciones que ajustaran la **descripción** a un lenguaje más académico (ver transcripción 6).

La **comparación** de las magnitudes medidas permitieron ser **clasificadas** como correspondientes a una sola magnitud: **longitud**, expresada de diferentes maneras (largo, ancho, altura, profundidad, espesor y diámetro).

Transcripción 6 de registro escrito de los estudiantes (registro de corrección).

No	Nombre	Material	Uso	Magnitud (longitud)
1	Prisma rectangular paralelepípedo	Madera	Pieza de juego didáctico	Altura= 3.530 cm
				Ancho= 3.530 cm
				Largo= 7.085 cm
2	Pirámide rectangular	Madera	Pieza de juego didáctico	Base largo= 5.245 cm
				Base ancho= 3.510 cm
				Altura= 2.630 cm
				Lado= 3.670 cm
3	Cilindro	Madera	Pieza de juego didáctico	Ancho= 3.440 cm
				Altura= 3.515 cm
				Profundidad= 3.510 cm
4	Prisma cuadrangular cubo	Madera	Pieza de juego didáctico	Lado 1= 3.600
				Lado 2= 3.585 cm
5	Pirámide cuadrangular	Madera	Pieza de juego didáctico	Lado 1= 3.465 cm
				Lado 2= 3.455 cm
				Altura= 3.780 cm
6	Cilindro	Madera	Pieza de juego didáctico	Diámetro exterior= 3.250 cm
				Altura= 6.780 cm

La **comparación** de **los** materiales y los usos permitieron **clasificar** los objetos como de madera y como piezas de un juego didáctico. El **análisis** y la **síntesis** se expresan en el manejo, la comprensión y el control que van adquiriendo los estudiantes de toda la actividad para dar razón de todos y cada uno de los objetos analizados, y de todas y cada una de las variables investigadas.

ACTIVIDAD #7: VOLUMEN DE LÍQUIDOS

Esta práctica permitió trabajar sobre otra magnitud física (volumen), presentar diferentes instrumentos para la medición de líquidos, analizar las escalas de graduación de los mismos y las unidades respectivas.

Se pidió a los estudiantes hacer un reconocimiento y una descripción de los diferentes instrumentos de medición de volumen utilizados para la práctica: nombres, materiales, capacidad, escalas y precisión en la medición. Posteriormente se les pidió realizar

medición de diferentes volúmenes de agua, haciendo los registros respectivos con cifras significativas.

Se toman registros de varios grupos para el análisis. Cada grupo trabaja con un instrumento, lo describe y mide con él diferentes volúmenes:

Transcripción 7 de registro escrito de los estudiantes:

Grupo	Instrumento	Material	Forma	Capacidad	Escala	Volumen
1	Vaso de precipitado	Plástico	Cilíndrica	250 ml	De a 5 ml	112 ml- 83 ml- 220 ml- 173 ml
2	Probeta	Cristal transparente	Cilindro con base	50 ml	1 ml	21,6 ml- 40.5 ml- 13.2 ml- 25.5 ml
3	Probeta	Vidrio y plástico	Cilindro con base hexagonal	100 ml	1 ml	91.5 ml- 24.0 ml- 76.0 ml- 86.5 ml
4	Probeta	Plástico	Cilíndrica	250 ml	2 ml	145 ml- 58 ml- 38. 0 ml- 227 ml

Análisis:

Hay una **observación** ahora mucho más detallada y una búsqueda por **describir** los objetos, los instrumentos y las mediciones en un lenguaje más cercano a una descripción académica. Se nota una preocupación por ser rigurosos en la expresión oral y escrita, por realizar mediciones más precisas y por dar cuenta de todas las variables que la actividad exige (**análisis y síntesis**).

Se observa dificultad en el manejo de las cifras significativas en el caso de los grupos 1 y 4. Puesto que las escalas están graduadas respectivamente de a 5 ml y 2 ml, les cuesta dividir en décimas entre una línea de la escala y otra.

Por otro lado, es importante mencionar que el trabajo en grupo se nota más consolidado; la misma dinámica de las actividades fue decantando los grupos en conformaciones principalmente de a tres integrantes, lo que a su vez redundó en mejores resultados, pues la participación de todos se hace más real y efectiva. Esto se puede apreciar en el desarrollo de las prácticas y en la presentación de los resultados, como lo muestran las transcripciones registradas.

ACTIVIDAD #8: MEDICIÓN DE MASA

Esta actividad permitió abordar una nueva magnitud física (masa), trabajar el concepto, presentar diferentes instrumentos para la medición de la misma, analizar las escalas de graduación y las unidades respectivas.

Se pidió a los estudiantes su opinión acerca del concepto de masa, a lo que respondieron:

- Lo que ocupa un espacio
- El peso de un objeto
- Cantidad de materia que posee un cuerpo
- Lo que se presenta en un estado físico

Al hacer la discusión acerca de sus opiniones, se fue deliberando para intentar reconstruir el concepto. De esta manera, que ocupe un espacio, que se presente en un estado físico, se determinó que son propiedades de la materia; que el peso está asociado con la masa y la gravedad. Finalmente se define el concepto de masa como una magnitud física que representa una medida de la cantidad de materia que poseen los cuerpos.

Seguidamente se presenta a los estudiantes instrumentos de medición, tales como, balanza mecánica, dinamómetro digital y balanza digital (Gramera); se observan las escalas y las unidades de medida respectivas (g y Kg) y se les enseña a operarlos.

Se entrega a cada grupo nuevos materiales tales como, tornillos, tuercas, arandelas, canicas, fichas plásticas, monedas y maletas escolares, y se les pide observar, describir y medir sus respectivas masas.

Se presenta un reporte transcrito de un grupo de estudiantes para su análisis.

Objeto	Material	Forma	Uso	Masa
Canica	Cristal	Esférica	Juego	5.3 g
Maleta	Tela	Rectangular	Útil escolar	1.51 kg
Paralelepípedo	Madera	Paralelepípedo	Construcción	6.3 g
Cuaderno	Papel, hojas	Rectangular	Útil escolar	0.27 kg

Tornillo	Metal	Cilindro espiral	Ajustar cosas	15.0 g
Tuerca	Metal	Hexágono	Apretar piezas	4,3 g
Arandela	Metal	Cilíndrica	Ajustar piezas	18.8 g

Análisis:

Se puede observar que en los pre saberes de algunos de los estudiantes el concepto de masa está asociado y/o confundido con el peso, y que en general casi siempre que se pretende definir algún concepto, se hace más bien referencia a la descripción de sus propiedades o atributos, como en este caso, y no al concepto como tal.

Lo anterior sugiere que hablar de las propiedades de los objetos, o de las propiedades de los conceptos, es mucho más sencillo porque es un proceso mental que requiere de **observación** y **descripción**, mientras que definir el objeto o el concepto, exige mayores niveles de abstracción puesto que hay que verlo como **un todo** conformado por partes relacionadas entre sí (**síntesis**).

Con relación a la descripción de los diferentes objetos se puede observar que el uso de un lenguaje académico empieza a ser estable y continuo, lo que permite sugerir que está siendo aprehendido e incorporado a su conocimiento y a su estructura de pensamiento.

ACTIVIDAD #10: CÁLCULO DE DENSIDADES

Se plantearon como objetivos de esta práctica el análisis del concepto de densidad, la determinación de las variables que intervienen, y el cálculo de la densidad de algunos materiales como agua, madera y cristal.

Esta actividad fue una de las más complejas, pero a la vez, una de las más enriquecedoras en el desarrollo de las habilidades científicas propuestas:

Cada grupo de estudiantes recibió tres materiales distintos (agua, bloque de madera y canica de cristal). Se pidió hacer una descripción de cada material (material, características, composición y usos). Por último, se dispusieron instrumentos de medición (balanza digital, probetas y vasos de precipitado), y se les pidió calcular la **densidad** de cada uno de los materiales, hacer los registros respectivos en sus bitácoras (cuaderno de apuntes), y sacar algunas conclusiones respecto a las densidades halladas.

Transcripción 8 de registro escrito de los estudiantes (anexo C guía sobre densidad):

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	COMPOSICIÓN	USOS	MASA	VOLUMEN	DENSIDAD
AGUA	Líquido transparente sin color ni sabor.	H ₂ O	Agua potable para uso doméstico.	75.7 g	75.0 cc	1.009 g/cc
MADERA	Bloque de madera liviana. Origen vegetal	Celulosa (C, O, H, N y otros)	Combustible, industrial y construcción	32.2 g	41.8 cc	0.77 g/cc
CRISTAL	Canica de forma esférica. Transparente con visos de colores.	Vidrio (arena de sílice, carbonato de sodio y caliza)	Industria, construcción y adornos.	6.62 g	2.5 cc	2.65 g/cc

CONCLUSIONES

- Son materiales completamente diferentes
- Densidad cristal > Densidad agua > Densidad madera
- Se puede entender por qué la madera flota y el cristal no.

Análisis:

Al tener que dar cuenta de las características, de la composición y el uso de los materiales, se obliga a una observación mucho más fina que busca establecer otros detalles en las propiedades observables de las sustancias analizadas. Aquí los estudiantes investigan (internet) para argumentar sus observaciones.

La **descripción**, ahora, es mucho más completa y se presenta, al analizar las transcripciones, en un lenguaje académico mucho más cercano al lenguaje de la ciencia y con datos investigados.

Claramente se perciben las diferencias entre las sustancias, tanto en sus características, composición material, usos y densidades (**comparación** y **clasificación**), que permiten, entonces, relacionarlas para sacar algunas conclusiones.

El **análisis** y la **síntesis** determinan el control que hay sobre cada una de las variables, el poder establecer relaciones entre ellas, y la consecución del logro final de encontrar las densidades y establecer una comparación entre ellas para, por ejemplo, entender por qué la madera flota y por qué la canica de cristal no.

5.3 Síntesis del Desarrollo de las Habilidades Científicas

5.3.1 La observación

Esta habilidad, entendida como el proceso mental de identificación de las características, particularidades y estímulos sensoriales de los objetos o fenómenos a través de los sentidos, para convertirlos en símbolos para ser comprendidos y transmitidos, se inicia durante el primer contacto con algunos objetos del entorno de los estudiantes (esferos, llaves, celulares, espejos, útiles escolares, tablero, pupitres y otros), enumerando y nombrando los objetos para posteriormente dirigirse a la detección de las posibles propiedades susceptibles de ser medidas en ellos.

Ejemplo del registro hecho por los estudiantes:

OBJETO	PROPIEDADES QUE SE PUEDEN MEDIR
LLAVES	Largo, ancho, grueso, dureza.
CELULAR	Largo, ancho, grueso, cámara, memoria, dureza, resolución

	pantalla.
TORNILLO	Largo, grueso, peso y dureza.

En las posteriores actividades la observación se extiende a la indagación sobre el material del que están hechos los objetos, su funcionalidad, su forma, su nombre técnico, y el conocimiento y uso adecuado de los instrumentos de medición para la obtención de los valores de las magnitudes medidas, y que en su orden fueron, **longitud, volumen de líquidos, masa, área y densidad**. En esta instancia la observación es más consciente, más detallada, más fina, tiene propósitos claros y es rigurosa y sistemática.

5.3.2 La Descripción

La descripción está siempre asociada a la observación; es el siguiente proceso de pensamiento, que, mediado por el lenguaje y la construcción de representaciones simbólicas, tiene el propósito de hacer evidentes las características y propiedades de los objetos o fenómenos observados.

La descripción inicia, a partir de la **actividad No 2**, al ser enunciados los objetos con su nombre común y al ser enunciadas, sin mayor rigor, algunas de las propiedades y cualidades de los mismos. Aquí el lenguaje, como representación simbólica hecha sobre lo observado, para ser comunicado, proviene del lenguaje común y por eso parece básico y un poco descuidado (ver transcripción #2 del registro escrito de los estudiantes).

Durante las siguientes actividades la representación simbólica se va depurando para hacer de la descripción un proceso más elaborado: se exige nombrar los objetos, su función, su composición material, sus propiedades, las magnitudes físicas a medir y los instrumentos de medición, con el lenguaje técnico o de orden académico respectivo.

5.3.3 La Comparación

La comparación, entendida como ese proceso de pensamiento mediante el cual el estudiante identifica elementos comunes, idénticos, semejantes o diferentes en los objetos o fenómenos analizados, es una acción intelectual posterior a la observación para descubrir, y a la descripción para simbolizar y comunicar.

Desde la observación inicial, y a lo largo del proceso, se van descubriendo diferencias entre los objetos analizados (usos, formas y nombres); se van descubriendo semejanzas (propiedades semejantes que se pueden medir como longitudes, masas o volúmenes). En los instrumentos de medición, que algunos miden la misma magnitud, o que las escalas poseen el mismo o diferente nivel de precisión.

5.3.4 La clasificación

Entendida como ese proceso mental que permite, a partir de un criterio de semejanza establecido, agrupar objetos, fenómenos, propiedades o características, esta se hace presente durante las actividades permitiendo ordenar y agrupar lo observado, descrito y comparado, para una mejor comprensión de los mismos objetos, los instrumentos de medición y hasta los mismos resultados.

5.3.5 El análisis y la síntesis

Estas habilidades científicas requieren de procesos de pensamiento un poco más complejos, pues se requieren mayores niveles de abstracción. Buenos procesos de observación, de descripción, de comparación y de clasificación, desarrollan esa capacidad de comprender los objetos en sus respectivas partes para comprenderlos de una manera más profunda.

Para el caso concreto de esta estrategia, el análisis y la síntesis permitieron volver más consciente las acciones, los conceptos, los propósitos y los resultados trabajados por los estudiantes.

Finalmente, y con base en el desarrollo de cada una de las actividades, un análisis global permite concluir algunas generalidades respecto al desarrollo de las habilidades científicas:

-La primera mirada sobre los objetos es poco consciente y es en razón del uso cotidiano.

-Una segunda mirada sobre los objetos se sale de su razón de uso, para indagar sobre algunas de sus propiedades (forma, material, color, utilidad, etc.), y establecer cuáles de ellas pueden ser cuantificadas en la medición.

-La tercera observación sobre los objetos es de un orden cualitativo superior, puesto que está dirigida de manera consciente, sistemática y rigurosa a la cuantificación de dichas propiedades en el proceso de medición.

-Las primeras descripciones, al igual que las observaciones, son expresadas casi que de manera inconsciente; los nombres de los objetos, su funcionalidad, sus materiales y sus propiedades son emitidas en el marco de un lenguaje coloquial, sin rigor académico, y que obedece a una falta de formación en el lenguaje técnico y académico, y a una falta de compromiso con el objeto o fenómeno puesto que no es visto como una posibilidad de formación académica y científica.

- A medida que las actividades se van desarrollando, la estrategia didáctica exige que el lenguaje utilizado para la descripción se vuelva más riguroso, más acorde al lenguaje de la ciencia.

-Cuando se realizan mediciones de diferentes magnitudes para calcular otra (densidad, presión, etc.), se desarrollan habilidades científicas más complejas porque hay que hacer clasificaciones, establecer relaciones entre variables y tener control sobre las mismas. Aquí, es importante desarrollar buena capacidad de análisis y de síntesis.

-A lo largo del desarrollo de esta estrategia didáctica los estudiantes van adquiriendo mayor consciencia, las actividades y los conceptos que resultan de ellas se vuelven más

significativos, y las habilidades de análisis y síntesis van tomando cuerpo, en la medida que comprenden que su quehacer dentro de este proyecto forma parte de un todo, y que hay una estructura sobre la cual se desarrollan todas las actividades.

-A lo largo de la implementación de la estrategia, los estudiantes de noveno grado del Colegio Nuevo San Andrés de los Altos IED, en diferentes niveles de profundidad, desarrollaron habilidades científicas, y su percepción de los objetos del entorno superó el marco de valor de uso, para comprenderse como una posibilidad de indagación académica y científica.

5.4 Encuesta de percepción

A continuación, se presentan unos apartes de las impresiones de los estudiantes de noveno grado al contestar tres preguntas acerca de su participación en el desarrollo de esta estrategia didáctica.

¿Qué cosas positivas percibieron durante el proyecto?

- “Durante este proyecto mejoré mi forma de pensar, la de observar mejor las cosas, la medición de los objetos, llegar a conclusiones casi exactas y de tener buen uso de los objetos”.
- “Pues a mí me sirvió muchísimo el proyecto porque aprendí cómo medir los objetos, cómo comparar, cómo hacer una descripción porque a veces la respuesta de uno es, amarillo y cuadrado, en cambio ahora sé que en una observación y una descripción no se dice lo básico, sino hay que mirar más allá”.
- “Primero que todo aprendí a analizar a profundidad, a tener una mayor concentración, a medir con mayor precisión”.
- “Podimos comprender cómo vemos las cosas, podemos conocer y aprender a medir. Pude ver cómo una figura no es tan simple como aparenta ser. Las cosas que vemos a diario tienen más sentido de lo que imaginamos”.

- “Fue la manera de hacer mediciones tan complejas. Pensar cómo medir me influyó a saber cómo deducir problemas aparte de la medición. El pensar en grupo y dar soluciones”.
- “Saber realmente las medidas que tenía cada objeto y saber usar estos nuevos instrumentos de medición que antes no los habíamos utilizado”.
- “Me ayudó a observar, a investigar y analizar durante el proceso de trabajo”.
- “Aprender a observar y analizar diversos materiales, medir muchas magnitudes y entender nuevos conceptos”.
- “Esas dinámicas me ayudan a analizar más a fondo de mis capacidades de observación. Logré comprender que de un objeto se pueden realizar tantas cosas como profundizar sobre sus medidas”.

¿Qué dificultades tuvieron durante el proyecto?

- “Había unos objetos difíciles los cuales había que analizar más para resolverlos”.
- “Un poco el trabajo en grupo por los diferentes pensamientos y los estilos de medir. Confiar en las cosas que dedujimos con nuestro propio pensamiento”.
- “Mi dificultad era la observación y la descripción del objeto porque a veces no lo comprendía”.
- “Tuvimos unas pocas dificultades al principio porque no estábamos seguros si era el nombre correcto y la medida correcta. Pero esto pasó al principio, porque después cogimos el tiro y todo fue perfecto”.
- “Pocas por la buena explicación del profesor. De pronto hubo complejidad en los análisis”.
- “Que los objetos para medir unos eran uniformes pero otros raros. Con los raros se dificultaba utilizar los aparatos de medición”.
- “Se me dificultó la parte de las longitudes porque no entendía bien los instrumentos”.
- “Al medir, poder poner el objeto en una posición buena para efectuar una excelente y exacta medición”.
- “Una dificultad que tuvimos fue poder comprender y cómo hacer para comparar una figura con la otra, cómo hacer si todo era diferente, cada objeto era distinto. Pero poco a poco fuimos mejorando”.

- “De pronto medir figuras complicadas ya que había que hacer un procedimiento de análisis”.
- “Una de las dificultades al comienzo, la medición ya que no muchas veces daba la medida esperada y también la observación y la descripción que requería cada objeto, pero después con la práctica esto se mejoró”.

¿Cómo se sintieron durante el desarrollo de la estrategia?

- “Me sentí muy segura de mi misma, de mi trabajo y de mis capacidades para desarrollar una estrategia la cual era observar, describir, analizar y pensar”.
- “Una de las cosas fue por fin el pensar por sí solos y tener que descifrar toda clase de objetos y figuras. Me sentí profesional con el carácter para resolver los diferentes problemas de medida”.
- “Me sentí muy bien porque con este trabajo estaba desarrollando mi mente en la forma de pensar más exactamente y además estaba aprendiendo a manejar mejor las medidas de cada cosa”.
- “Me sentí muy cómodo ya que fue un trabajo muy analítico y había que tener mucha precisión a la hora de medir”.
- “Genial fue una experiencia donde se aprendió algo nuevo, alimentamos nuestro cerebro, aprendimos a observar, a concluir y procesar mejor las cosas”.
- “Bien, otras dinámicas diferentes, súper conocer cosas diferentes, aprender a ser exacta en las mediciones de las cosas”.
- “Me sentí cansado y estresado en la parte visual”.
- “Bien, ya que fue algo más didáctico que una clase normal y como le mostramos interés se pudo resolver el trabajo de buena manera y con agrado”.
- “Bien, chévere al tener que pensar y desarrollar más habilidades analíticas”.

Análisis:

Las respuestas recurrentes de los estudiantes en la encuesta de percepción permiten sacar algunas conclusiones expuestas a continuación.

Respecto a la pregunta, *¿Qué cosas positivas percibieron durante el proyecto?*, se puede ver que hubo desarrollos en tres aspectos:

- **En lo intelectual**

Hubo desarrollos en la observación, en la descripción, en la comparación, en el análisis, en obtener conclusiones, en la manera de pensar, y en la apropiación de algunos conceptos sobre magnitud y medición. Estos son, por supuesto, desarrollos de las habilidades científicas propuestas por esta estrategia didáctica.

- **En lo procedimental**

Se desarrollaron aprendizajes en el manejo de instrumentos de medición y en la realización de medidas en objetos del entorno escolar.

- **En lo actitudinal**

Se generó confianza en sí mismos, mejoraron su capacidad de concentración y su voluntad para asumir nuevos retos y se cualificó la manera de percibir y relacionarse con los objetos.

Respecto a la pregunta, *¿Qué dificultades tuvieron durante el proyecto?*, se puede ver que unas se relacionan con volver consciente y desarrollar cada una de las habilidades científicas; cuesta comenzar, pero el trabajo práctico de las diferentes actividades va facilitando el proceso. Igualmente sucede con los instrumentos y la medición.

Otras dificultades tienen que ver con la complejidad que puede tener los objetos irregulares a la hora de ser observados, descritos, analizados y medidos.

Respecto a la pregunta, *¿Cómo se sintieron durante el desarrollo de la estrategia?*, se observa que en general los estudiantes se sintieron cómodos, que fueron retados intelectualmente, y que participaron de una propuesta didáctica diferente y novedosa.

5.5 Dificultades

Algunas dificultades que se presentaron a lo largo de este trabajo de investigación tienen que ver con temas de infraestructura y con temas de orden pedagógico y metodológico.

No se contó con un espacio adecuado de laboratorio, por lo que las actividades se tuvieron que desarrollar al interior de los salones, con limitaciones de espacio y con mobiliario no apto para este tipo de actividades.

La poca intensidad horaria, una hora semanal, retrasó el avance para abordar la medición de otras magnitudes físicas previstas.

La heterogeneidad en el desarrollo del pensamiento de los estudiantes, condicionó los diferentes ritmos de aprendizaje individuales, fortaleciendo algunas veces el trabajo en grupo y en otras oportunidades retrasándolo.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El presente trabajo de investigación sobre el diseño de una estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científicas con estudiantes de grado noveno, desde los conceptos de magnitud y medición, presenta algunas conclusiones de orden disciplinar, de orden pedagógico y de orden actitudinal, que son el resultado de la construcción de la misma, y de algunos avances en su aplicación con los estudiantes.

En el orden **disciplinar** se inició en la discusión y construcción del concepto de **magnitud física** como aquella propiedad o atributo de los objetos o fenómenos susceptible de ser **medida**, o sea, comparada con un patrón de medida perteneciente a una magnitud homogénea. Se lograron avances en los conceptos de algunas magnitudes físicas concretas: longitud, área, masa, volumen y densidad.

Procedimentalmente se lograron avances en el manejo de algunos instrumentos de medición, tales como, escuadras, calibradores nonius o vernier, balanzas, instrumentos de medición de volumen de líquidos y sus respectivas escalas.

En el orden **pedagógico** se trabajó sobre el reconocimiento de la importancia de desarrollar las habilidades científicas, como esas destrezas que permiten acceder a la cultura científica de manera competente para responder los interrogantes del mundo contemporáneo dependiente de la ciencia y la tecnología.

Desde el orden **actitudinal** los estudiantes hicieron más conscientes cada uno de sus actos en relación con el estudio de las magnitudes y en el trabajo práctico de hacerles mediciones.

Con relación al **objetivo general** se logró diseñar una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades científicas con una estructura didáctica apoyada en los saberes previos de los estudiantes, en la construcción de los conceptos y en el encuentro experimental con los objetos, y con una estructura curricular que propone una serie de contenidos y actividades a desarrollar aproximadamente en un año escolar con los estudiantes de grado noveno.

La **caracterización** que se hizo de los estudiantes, con base en la propuesta de la Reorganización Curricular por Ciclos, RCC, ratificó la pertinencia de diseñar, construir y aplicar la estrategia didáctica con los estudiantes de noveno grado.

Por otro lado, y a pesar del poco tiempo de implementación, se lograron evidenciar transformaciones importantes en las dinámicas de los estudiantes con relación al conocimiento: compromiso real y consciente con la estrategia, desarrollo de la sensibilidad para la apreciación de los atributos de los objetos y para el ejercicio de la medición, ruptura de las jerarquías académicas que prevalecen entre estudiantes, apreciación del trabajo en equipo, aumento en la capacidad de resolución de problemas y búsqueda permanente de respuestas a sus inquietudes intelectuales.

6.2 Recomendaciones

A partir de la experiencia acumulada durante este trabajo de investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar el trabajo con las magnitudes físicas propuestas.
- Persistir en el desarrollo de las habilidades científicas como instrumentos de pensamiento que permiten generar verdaderos procesos de aprendizaje de las ciencias.
- Seguir empoderando a los estudiantes como artífices de sus propios desarrollos académicos, personales e intelectuales.

- Socializar la propuesta para motivar en la búsqueda permanente de nuevas alternativas pedagógicas que resignifiquen la escuela y su poder transformador.

A. Anexo: Estructura Didáctica de la Estrategia

ESTRUCTURA DIDÁCTICA DE LA ESTRATEGIA.

SELECCIÓN DEL TEMA	SABERES PREVIOS		CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO		PROCESO EXPERIMENTAL		HABILIDADES CIENTÍFICAS
	METODOLOGÍA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	RECURSOS	DESCRIPCIÓN	
	La pregunta.	<ul style="list-style-type: none"> -Permitir la expresión libre de los estudiantes. -Reconocer los saberes previos. -Interesar sobre el concepto propuesto. --Generar dudas y tensiones que movilicen el pensamiento de los estudiantes. -Recoger los 	El Diálogo	<ul style="list-style-type: none"> -Variables que intervienen -Categorización de las variables que intervienen. -Relaciones entre 	MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> Nombre del objeto o fenómeno. Composición. Forma. Textura. Dureza. Color. Usos. Magnitudes Físicas. 	<p>OBSERVACIÓN.</p> <p>DESCRIPCIÓN.</p> <p>COMPARACIÓN.</p>

		elementos pre conceptuales que permitan dirigir el diálogo hacia la construcción del concepto.		variables.			
	Confrontación de ideas.	-Abrir el espectro del diálogo. -Movilizar el pensamiento de los estudiantes. -Vislumbrar desde dónde se dicen las cosas. -Dirigir el diálogo hacia la construcción del concepto. -Confrontar los saberes con la realidad.	Confrontación de ideas	-Contextos donde se puede manifestar el concepto. -Construcciones didácticas de apoyo. -Expresión, Algoritmo o modelo matemático.	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Longitud. Volumen. Masa. Tiempo. Fuerza. Temperatura. Voltaje. Corriente eléctrica.	CLASIFICACIÓN. ANÁLISIS Y SÍNTESIS.

B. Anexo: Estructura curricular de la estrategia

Etapa 1: SENSIBILIZACIÓN

Objetivo: sensibilizar a los estudiantes en el interés por identificar las propiedades observables y medibles de los objetos o sistemas.

<i>MÓDULO</i>	<i>OBJETIVO</i>		<i>HABILIDADES</i>	<i>ACTIVIDAD</i>
Introducción	Motivación	Hacer conciencia en los estudiantes de la importancia de desarrollar habilidades científicas.		Exposición
Magnitud y Medición	Marco conceptual. Estimulación de los sentidos.	Introducir los conceptos de magnitud y medición. Observar conscientemente atributos de los objetos.	Observación Descripción	Taller
Materiales del entorno	Recolección	Identificar objetos medibles del entorno. Recolectar y clasificar.	Observación Descripción Comparación Clasificación.	Visita
Longitud	Concepto Medición	Aproximar a los estudiantes al concepto de longitud y al ejercicio de su medición.	Observación Descripción Comparación	Taller
Evaluación	Conclusión Alcances	Evidenciar los alcances obtenidos. Formular inquietudes.	Análisis Síntesis	Diálogo

Etapa 2: FORMACIÓN

Objetivo: Profundizar en los conceptos de las magnitudes físicas y afianzar logros procedimentales para la medición de las mismas.

<i>MÓDULO</i>	<i>OBJETIVO</i>		<i>HABILIDADES</i>	<i>ACTIVIDAD</i>
Cifras Significativas	Concepto Aplicación a la medida.	Establecer un marco teórico sobre los conceptos de precisión exactitud e incertidumbre en la medición. Lectura.	Observación Descripción	Taller
Volumen en líquidos	Concepto Medición	Medir volúmenes de líquidos. Comprensión del concepto.	Observación Descripción Comparación	Taller
Masa	Concepto Medición	Medir masas de diferentes sustancias.. Comprensión del concepto.	Observación Descripción Comparación	Taller
Área	Concepto Cálculo de la medición	Medir volúmenes de líquidos. Comprensión del concepto.	Observación Descripción Comparación Clasificación	Taller
Volumen de sólidos	Concepto Cálculo Medición indirecta	Medir volúmenes de sólidos. Comprensión del concepto.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis	Taller
Densidad	Concepto Cálculo de la medición	Establecer el cálculo de densidad de diferentes sustancias. Analizar y plantear hipótesis.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis	Taller
Fuerza	Concepto Medición	Medir fuerzas. Comprensión del concepto.	Observación Descripción Comparación	Taller
Presión	Concepto Cálculo de la medición	Calcular presión de sólidos. Apreciación del concepto.	Observación Descripción Comparación	Taller
Flujo	Concepto	Calcular flujo de agua.	Observación	Taller

Anexo D. Guía de Trabajo. Presión.

	Cálculo de la medición. Transposición	Calcular flujo en otros contextos (Personas, vehículos).	Descripción Comparación Análisis	
Tensión y corriente eléctrica	Conceptos Medición Manejo de instrumentos	Analizar el fenómeno eléctrico. Manejo adecuado de los instrumentos.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis	Taller
Tiempo	Concepto Medición	Medir tiempos. Calcular periodos y frecuencias.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis	Taller
Coefficientes de rozamiento	Concepto Cálculo del valor	Calcular coeficientes de rozamiento estático y cinético. Comprensión del concepto.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis	Taller
Constantes de elasticidad	Concepto Cálculo del valor	Calcular constantes de elasticidad de resortes y cauchos. Apreciar significado práctico.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis	Taller
Ángulos planos	Concepto y medición	Comprender la magnitud. Medir ángulos.	Observación Descripción	Taller
Elevación y declinación	Concepto y medición	Comprender el concepto. Medir en el entorno natural.	Observación Descripción Comparación Clasificación	Salida Taller
Coordenadas horizontales	Conceptos Mediciones	Comprender el significado de la magnitud. Medir Acimut y Altura.	Observación Descripción Comparación Clasificación	Taller Entorno celeste
Velocidad	Conceptos Mediciones Comparaciones	Comprender el significado de la magnitud Calcular velocidades promedio.	Observación Descripción Comparación Clasificación Síntesis	Salida taller

Aceleración	Conceptos Mediciones Comparaciones	Comprender el significado de la magnitud. Calcular aceleración	Observación Descripción Comparación Clasificación Síntesis	Salida taller
Evaluación	Conclusiones Alcances Inquietudes	Evidenciar los alcances obtenidos y retroalimentar la propuesta.	Análisis Síntesis	Diálogo

Etapa 3: PROYECCIÓN

Objetivo: Trascender los conceptos de magnitud y medición del ámbito escolar, y reconocer su importancia en el desarrollo de la industria y el sector comercial.

MÓDULO	OBJETIVO		HABILIDADES	ACTIVIDAD
Verificación	Encuentro con la realidad:	Verificar experimentalmente las informaciones técnicas	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis Síntesis	Taller
Estimación		Calcular por estimación valores de diferentes magnitudes. Establecer comparaciones.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis Síntesis	Taller
Sector comercial	¿Cómo se mide en el sector comercial? Instrumentos establecidos	Dialogar con el sector del comercio para conocer sus instrumentos de medición, cómo los operan, qué miden y qué unidades de medida se utilizan.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis Síntesis	Visita-entrevista
Sector productivo	¿Cómo se mide en el sector productivo? Instrumentos establecidos	Dialogar con el sector del productivo para conocer sus instrumentos de medición, cómo los operan, qué miden y qué unidades de medida se utilizan.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis Síntesis	Visita-entrevista
Los profesionales de diferentes áreas	¿Cómo miden en las diferentes disciplinas profesionales? Instrumentos establecidos	Conocer de manera directa qué y cómo se mide desde diferentes profesiones. Trascender el espacio escolar.	Observación Descripción Comparación Clasificación Análisis Síntesis	Diálogo con profesional invitado. Visita orientada.
Evaluación	Establecer logros y desarrollos en las HC	Determinar los alcances en el desarrollo de las habilidades científicas y los avances disciplinares sobre las diferentes magnitudes físicas.	Análisis Síntesis	Diálogo

C. Anexo: Guía de trabajo. Densidad.

MAGNITUD Y MEDICION: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS.

MAGNITUD Y MEDICION: ESTATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Integrantes equipo de trabajo: _____

Curso: _____

MAGNITUD	DESCRIPCION				MEDICION				
	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS Forma, material, color, etc.	COMPOSICIÓN	USOS	MASA	LONGITUD	ÁREA	VOLUMEN	DENSIDAD
DENSIDAD									
CONCLUSIÓN									

D. Anexo: Guía de trabajo. Presión.**MAGNITUD Y MEDICION: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS.**

MAGNITUD Y MEDICION: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

MAGNITUD	DESCRIPCION				MEDICION				
	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS Forma, material, color, etc.	COMPOSICION	USOS	FUERZA	LONGITUD 1	LONGITUD 2	ÁREA	PRESIÓN
PRESIÓN									

CONCLUSIÓN	
------------	--

Integrantes equipo de trabajo: _____

_____ Curso: _____

Bibliografía

1. Hernández, C. (2005). ¿Qué son las “competencias científicas”. Trabajo presentado en el Foro Educativo Nacional. Bogotá.
2. Boletín Informativo No. 14, feb. De 2010. Educación Superior.
3. Estándares básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, MEN
4. Callejas Arévalo, Ronal Enrique (2012) *Magnitud y medida: propuesta didáctica desde el desarrollo de habilidades de pensamiento científico*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia.

Carvajal, C. (2008). *Una propuesta didáctica para la enseñanza de las magnitudes masa peso en la Educación Básica*. Antioquia: Universidad de Antioquia.

Chamorro, C. V. (2001). *Dificultades del aprendizaje de las matemáticas*. España: Ministerio de Educación y Cultura.

Díaz, J. y. (1952). *Las Magnitudes Físicas*. España: Alhambra.

5. Doménech, A. (1992). El concepto de masa en la física clásica: aspectos históricos y didácticos. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 10, pp. 223-228).
6. Sanchiz, R (ca 2010). Evolución histórica de las concepciones del tiempo. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos901/evolucion-historica-concepciones-tiempo/evolucion-historica-concepciones-tiempo.shtml>).

Carvajal, C. (2008). *Una propuesta didáctica para la enseñanza de las magnitudes masa peso en la Educación Básica*. Antioquia: Universidad de Antioquia.

Chamorro, C. V. (2001). *Dificultades del aprendizaje de las matemáticas*. España: Ministerio de Educación y Cultura.

Díaz, J. y. (1952). *Las Magnitudes Físicas*. España: Alhambra.

7. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Formar en Ciencias: ¡El Desafío! Lo que Necesitamos Saber y Saber Hacer. Series, Guías No. 7. Ministerio de Educación Nacional. Colombia.
8. Moreno, M (2008). El desarrollo de habilidades como objetivo educativo. Una aproximación conceptual en Revista Electrónica Educrea, no. 09, Santiago de Chile disponible en <http://www.educacionbc.edu.mx/publicaciones/SintesisEv/Sintesis.php?Num=99> y consultado el 12 de Abril del 2011.
9. Mantilla, W. (1999). El Científico y la Ciencia: intuición, observación, descripción, clasificación, análisis, síntesis y analogía. Bogotá. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas – UNISUR.
10. Chamorro, C-. Belmonte, J. (1994). El Problema de la Medida. Didáctica de la Magnitudes Lineales. Ed. Síntesis
11. Escobar Guerrero, M. (1990). Educación Alternativa, pedagogía de la pregunta y participación estudiantil. México D.F.: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
12. Plata Santos, M. E. (Primer Semestre 2011). Procesos de indagación a partir de la pregunta. Una experiencia de formación en investigación. Praxis & Saber, 2(3), 139 - 172.
13. Bloom, B.S. et al. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The clasification of educational goals. New York: Mc. Kay.
14. Quimbita, 2013. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Médicas.
15. Marco A. Moreira. Conceptos en la Educación Científica: Ignorados y Subestimados. Instituto Física. Universidad Federal Do Rio Grande. Brasil
16. Desarrollo a una escala humana una opción para el futuro. Ed. Nordan- Comunidad. E.E.U.U., 1993, p. 15
17. Albancin, R. Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría de Jean Piaget. Universidad Central de Venezuela. Disponible en <<http://constructivismos.blogspot.com/> (15 de enero de 2011)

Bibliografía Imágenes**Figura 2.1 El tiempo y su medición**

http://2.bp.blogspot.com/_ww0KUFon7B0/S7K6FXMkMUI/AAAAAAAAAA4/SP06p8qXJyw/s1600/Tiempo+y+espacio.jpg

Figura 2.2 Isaac Newton

<https://i.ytimg.com/vi/vNcTb50cmXY/maxresdefault.jpg>

Figura 2.3 Masa inercial

<https://a1215ledesmamancillajennifer.files.wordpress.com/2014/03/4.gif>

Figura 2.4 Masa gravitatoria

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/Universal_gravitation.svg/305px-Universal_gravitation.svg.png

Figura 2.5 Aristóteles

<http://www.diariomasonico.com/wp-content/uploads/2014/05/4-elementos-iniciaticos-masoneria.jpeg>

Figura 2.6 Los cuatro elementos

<http://www.diariomasonico.com/wp-content/uploads/2014/05/4-elementos-iniciaticos-masoneria.jpeg>

Figura 2.7 Antoine Laurent de Lavoisier

<http://www.omnibiography.com/bios/AntoineLaurentdeLavoisier/foto1.jpg>

Figura 2.8 Estados de la materia

http://3.bp.blogspot.com/-kR2nVW3WQ6k/T7Y-8NHLa2I/AAAAAAAAAfg/0n_aM55NTgU/s320/Teor%C3%ADa+cin%C3%A9tico+molecular.png

Figura 2.9 Masa. Magnitud escalar

<http://image.slidesharecdn.com/cantidadesescalaresyvectoriales-130321094921-phpapp02/95/cantidades-escalares-y-vectoriales-4-638.jpg?cb=1363861785>

Figura 2.10 Vector. Representación

http://agrega.educacion.es/repositorio/29052014/17/es_2014052912_9090549/400px-Vector_07.svg.png

Figura 2.11 Líneas de campo eléctrico

<http://laplace.us.es/wiki/images/6/62/Lineas-campo-electrico.gif>

Figura 2.12 Magnitudes Tensoriales

<http://image.slidesharecdn.com/2magnitudesyunidades-141029214945-conversion-gate01/95/2-magnitudes-y-unidades-8-638.jpg?cb=1414619504>

Figura 2.13 Volumen

<https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTLUx6lme7msJDY22niOFNixbKbhWx3J3VzJbFYp9o9828q-Mo>

Figura 2.14 Temperatura

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ5bOzOwnCck3rNuS4kX9S3BU3n1loWslnisgo0DCuBWrCD12405A>

Figura 2.15 Instrumentos de medición. Longitud.

Figura 2.16 Instrumentos de medición. Volumen.

Figura 2.17 Instrumentos de medición. Masa.

Figura 2.18 Instrumentos de medición. Tiempo.

Figura 2.19 Dinamómetros. Fuerza.

Figura 2.20 Multímetro.