



**LIMITACIONES Y POTENCIALIDADES EN LA ENSEÑANZA DE
ALGUNOS CONCEPTOS DE FÍSICA EN LA SECUNDARIA: UNA
SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS**

BERNARDO APONTE RIAÑO

TRABAJO DE GRADO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
ÁREA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA**

**SANTIAGO DE CALI
2016**



**LIMITACIONES Y POTENCIALIDADES EN LA ENSEÑANZA DE ALGUNOS
CONCEPTOS DE FÍSICA EN LA SECUNDARIA: UNA SISTEMATIZACIÓN DE
EXPERIENCIAS**

BERNARDO APONTE RIAÑO
Código: 0310333

DIRECTOR

WILDEBRANDO MIRANDA VARGAS

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
ÁREA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

SANTIAGO DE CALI
2016

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	5
PRESENTACIÓN	6
CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN	8
1.2 ANTECEDENTES DE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN EL CON- TEXTO DE LA EDUCACIÓN EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA	9
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA – EJE PRINCIPAL DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA	11
1.4 OBJETIVOS	12
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.5 JUSTIFICACIÓN	13
CAPÍTULO 2: REFERENTES TEÓRICOS	
2.1 TEORÍA ANTROPOLÓGICO DE LO DIDÁCTICO (TAD)	16
2.2 OBRA MATEMÁTICA (OM)	19
2.3 ECOLOGÍA DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA	20
2.3.1 LA DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA	21
2.3.2 LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	21
2.3.3 LA DIMENSIÓN ECOLÓGICA	21
2.4 DIDÁCTICA DE LA FÍSICA	22
2.4.1 CONOCIMIENTO Y PENSAMIENTO FÍSICO-MATEMÁTICO	23
2.5 MODELO EPISTEMOLÓGICO DE REFERENCIA (MER)	27
2.5.1 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS E HISTÓRICOS DE LAS MAGNITUDES FÍSICAS: DISTANCIA Y DESPLAZAMIENTO	28

CAPÍTULO 3: ENFOQUE CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DE LA SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS

3.1	FUNDAMENTOS DEL CONCEPTO DE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS	46
3.1.1	ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS	49
3.1.2	HACIA UNA DEFINICIÓN DE LO QUE ES UNA SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS	52
3.2	LA SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS DESDE UN ENFOQUE METODOLÓGICO	53
3.2.1	INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPATIVA (I.A.P)	53

CAPÍTULO 4: RECONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

4.1	RECONSTRUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA	56
4.1.1	HECHOS O HITOS QUE INSPIRARON LA REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA	56
4.1.1.1	PRIMER HECHO: “LA ELIMINACIÓN DE LA DISCIPLINA MATEMÁTICA Y AFINES”	57
4.1.1.2	SEGUNDO HECHO: “HACER” Y NO “SABER HACER”	67
4.2	ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA	68
4.2.1	DEL PRIMER HECHO: “LA ELIMINACIÓN DE LA DISCIPLINA MATEMÁTICAS Y AFINES”	68
4.2.2	DEL SEGUNDO HECHO: “HACER” Y NO “SABER HACER”	72

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y SOCIALIZACIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA

5.1	CONCLUSIONES	92
-----	--------------	----

BIBLIOGRAFÍA	95
---------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

1	RECREACIÓN DEL PLANO INCLINADO DE GALILEO GALILEI	29
2	PLANO GEOGRÁFICO	31
3	SISTEMA DE COORDENADAS O DIMENSIONES	32
4	VECTORES POSICIÓN EN UNA DIMENSIÓN	35
5.	DIFERENCIA ENTRE DISTANCIA Y DESPLAZAMIENTO	36
6	VECTORES POSICIÓN EN UNA DIMENSIÓN	38
7	GRAFICO DE POSICIÓN CONTRA TIEMPO	42
8.	COORDENADAS DE VECTORES POSICIÓN	43
9	EXAMEN DE FÍSICA DE UN ESTUDIANTE DE 10°, RESPECTO A LA DISTANCIA Y EL DESPLAZAMIENTO	58
10	EXAMEN DE GEOMETRÍA DE GRADO 8°. TEOREMA DE PITÁGORAS	59
11	EXAMEN DE FÍSICA DE GRADO 8°. CONVERSIONES ENTRE ESCALAS DE TEMPERATURA	60
12	EXAMEN DE GEOMETRÍA DE GRADO 8°. TEOREMA DE PITÁGORAS	61
13	EXAMEN DE FÍSICA DE GRADO 8°. CONVERSIÓN ENTRE ESCALAS DE TEMPERATURA	62
14	EXAMEN DE FÍSICA DE GRADO 11. FUERZA ELÉCTRICA	63
15	EXAMEN DE FÍSICA DE GRADO 8°. PRESIÓN HIDROSTÁTICA	64
16	HABILITACIÓN DE FÍSICA DE UN ESTUDIANTE DE GRADO 10°	65
17	EXAMEN DE FÍSICA DE GRADO 9°. EL SONIDO	66
18	ESTRUCTURA DE LOS LINEAMIENTOS CURRICULARES DE MATEMÁTICAS	69
19	ENTREVISTA A UN ESTUDIANTE DE GRADO 11	80
20	ENTREVISTA A UN ESTUDIANTE DE GRADO 11	81
21	ENTREVISTA A UN ESTUDIANTE DE GRADO 11	82
22	ENTREVISTA A UN ESTUDIANTE DE GRADO 11	83
23	ENTREVISTA A UN ESTUDIANTE DE GRADO 10°	84
24	ENTREVISTA A UN ESTUDIANTE DE GRADO 10°	85
25	CONCEPTOS DE MOVIMIENTO, POSICIÓN Y DESPLAZAMIENTO	87

RESUMEN

El presente trabajo, se realizó desde el punto de vista de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) y desde lo que es una Sistematización de Experiencias, cuya finalidad es llevar a cabo un análisis de la Obra Físico-Matemática (OFM) planteada en una institución educativa con relación al estudio de unas magnitudes físicas asociadas con el movimiento de un cuerpo y así mismo determinar las condiciones necesarias y las limitaciones para la enseñanza de dichos temas.

Desde la TAD un referente para dicho análisis es construir un Modelo Epistemológico de Referencia (MER); el cual se realizó desde la experiencia del docente y de la investigación realizada de varios textos y documentos.

Otros referentes que se tuvieron en cuenta fueron los documentos oficiales de ley, como también del análisis del texto guía del Liceo Anglo del Valle de donde se materializó la sistematización, el Proyecto Educativo Institucional (PEI) y del Plan de Área de Física.

Desde el punto de vista de una Sistematización de Experiencias, se analizaron 2 hechos esenciales que el docente tomó como referentes, a partir de su actividad, para realizar también el análisis y una propuesta en la enseñanza en la Física.

Palabras clave: Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD). Sistematización de Experiencias. Modelo Epistemológico de Referencia (MER). Distancia y Desplazamiento.

PRESENTACIÓN

Este proyecto pretende presentar una forma de reconstruir y ordenar experiencias de la enseñanza y aprendizaje en un aula de clases. El tema es “Limitaciones y Potencialidades en la enseñanza de algunos conceptos de Física en la secundaria: Una Sistematización de Experiencias”.

El objetivo principal del trabajo es compartir dichas experiencias y así motivar a otros educadores a compartir las suyas; de igual modo, contribuir al mejoramiento en la enseñanza-aprendizaje. Es sabido que en el momento en que se pretende realizar cambios en la forma de enseñar se presentan diversos limitantes, el principal es la apatía de los educandos y más cuando se pretende que estos se apropien primero de los conceptos y luego de los procesos. Es un transcurso difícil, pero se han logrado objetivos y uno de ellos ha sido potencializar el razonamiento, el sentido común y la argumentación oral y escrita.

Para dar cuenta de estas experiencias, algunos de los elementos necesarios para sistematizarlas son: entrevistas a algunos de los implicados en la práctica, como son los educandos y la recolección de documentos.

El interés de recoger estas experiencias no es sólo darlas a conocer como información sino, causar impacto en los educadores, reflexionar sobre nuestra práctica, encontrar formas de mejorar y, además que los educandos potencien sus habilidades mentales y sus saberes para ser más competentes en la sociedad.

En el primer capítulo se pretende identificar y contextualizar el objeto de estudio. Para ello se establecen los actores que intervienen, la institución educativa prestante donde se desarrolló, el planteamiento del problema, el objetivo general y los específicos y la justificación del trabajo.

En el segundo capítulo se tratan algunos referentes teóricos, a saber: la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), donde se caracterizan unos fenómenos didácticos,

los cuales se pretenden identificar durante el trabajo y algunas de sus características, como son la Obra Matemática (OM) y las dimensiones epistemológica, económica y ecológica bajo las cuales también se realizará el análisis. También en este capítulo se caracterizan otros referentes teóricos, como son la Didáctica de la Física, el conocimiento y pensamiento físico-matemático y un Modelo Epistemológico de Referencia (MER), como dice es un referente esencial en el análisis de la obra matemática propuesta por la institución, desde el texto guía y desde el plan de área.

En el capítulo tres, se caracteriza otro referente teórico, más exactamente la Sistematización de Experiencia, como concepto y como metodología. Referente trascendental en el desarrollo del trabajo porque es la base de la estructura de éste y consiste en hacer una reflexión crítica de la experiencia laboral de un profesor en un aula de clase.

En el capítulo cuatro, se narra la experiencia antes mencionada y así mismo se evidencia el análisis de la misma y en el capítulo cinco se describen unas conclusiones y la forma de socializar este trabajo.

CAPÍTULO 1

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

Este primer capítulo pretende identificar el objeto de estudio y su contexto, una situación problema y dar cuenta de ella, sus objetivos y su justificación, cuestiones que permiten entender los motivos para llevar a cabo este trabajo y cómo desarrollarlo.

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Las experiencias narradas y criticadas reflexivamente en este trabajo suceden en el Liceo Anglo del Valle. El contexto curricular está formado por: el currículo emanado por el Ministerio de Educación Nacional de las áreas de Matemáticas y de Ciencias Naturales, el currículo base de la institución educativa en lo que concierne a las asignaturas de Matemáticas y Física y el currículo base en el aula de clase, a saber: los textos escolares, los medios audiovisuales y las actividades propuestas.

Los agentes más inmediatos que intervienen en la sistematización de experiencias son el docente de Física y los estudiantes de los grados 10°.

El Liceo está ubicado en Cali, Comuna 17, barrio El Caney 1. La mayoría de los educandos corresponden al estrato 4, los demás, estrato 3 y 5.

La Misión del liceo apunta en brindar a sus estudiantes una formación integral de calidad, cuyos egresados sean bachilleres Técnicos en Gestión Empresarial, con el propósito de que transformen el entorno social y articulen en beneficio del bien común.

La Visión del Liceo apunta en que la institución sea reconocida como un colegio bilingüe a nivel nacional, cuyos educandos sean líderes creativos, respetuosos de Dios y sus semejantes.

1.2 ANTECEDENTES DE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

A partir de la sistematización de experiencias han sido pocos los trabajos e investigaciones realizadas desde el contexto de la educación en matemáticas y en física.

Así mismo, en algunos de los pocos trabajos encontrados que hacen referencia a la frase sistematización de experiencias, en el desarrollo del mismo, en ninguna instancia describen en qué consiste dicha frase. Lo rescatable en estos trabajos y en otros donde no hacen alusión a la frase sistematización de experiencias, es que al analizarlos se puede concebir que está presente una reflexión crítica sobre las prácticas docentes, al igual que una propuesta de mejoramiento o innovación de nuevos saberes y al ser publicados, obviamente ser socializados.

Un ejemplo de lo dicho anteriormente lo constatamos en uno de los párrafos tomados de la parte introductoria de la siguiente experiencia, correspondiente a una aplicación de las TIC, descrita por Agudelo & Castro (2003), donde su trabajo se titula “Sistematización De Experiencias Grado Octavo Escuela Normal Superior María Auxiliadora Granada, Meta. *Una Mirada Geométrica a La Recta Numérica*”:

Pero si los profesores utilizan regularmente las herramientas tecnológicas podrían llegar a descubrir cómo estas pueden transformar su práctica, produciendo actividades radicalmente nuevas. (2003, p. 1)

Encontramos otros trabajos donde no usan la frase “sistematización de experiencias”, ni mucho menos hacen alusión a su concepto, pero en su narrativa se evidencia una reflexión crítica y propuestas innovadoras para el mejoramiento en sus prácticas, es decir, en propuestas ministeriales como el Premio Compartir al Maestro, particularmente en Educación Matemática. Los traemos a colación porque hay un acercamiento a sistematizaciones de experiencias y pueden darnos pautas para llevar a cabo los objetivos propuestos en este trabajo.

Para evidenciar lo dicho anteriormente, citaremos algunos de los premios tratando de rescatar sus reflexiones y sus propuestas de mejoramiento, tomados de Nuestros Mejores Maestros en Matemáticas, Premio Compartir al Maestro (2011):

El premio Maestra Ilustre 1999, otorgado a la docente María Dolores Aristizabal Bonilla, donde su reflexión empezó como docente en un Instituto para Ciegos y Sordos, luego de haber terminado sus estudios como normalista. Hasta ese momento la concepción que se tenía acerca de cómo aprendían los invidentes era memorizando, lo cual le hizo recordar sus primeros años como estudiante, donde todo lo concebido era de igual forma. Dicha relación le hizo reflexionar y pensar en que los invidentes también podrían aprender a partir de ser críticos y tener un pensamiento variacional. Inició su investigación y a partir de las Regletas de Cuisenaire que usaban para aprender a contar hasta diez, diseñó otras regletas, a las que llamó “Materiales Multivalentes” con lo que logró que los estudiantes realizaran las cuatro operaciones y se motivaran en cuestionar y lograr un pensamiento variacional. Su trabajo se tituló “Matemáticas sin Barrera”. Lo anterior lo resumo con sus propias palabras: *“Con adecuaciones táctiles a los materiales logré que los ciegos alcanzaran una mejor y mayor comprensión y construcción activa de los distintos conceptos matemáticos”* (Aristizabal, 1999, p.11)

El premio Maestra Ilustre 2003, otorgado a la docente Mery Aurora Poveda Cortés. Su reflexión surgió cuando empezó a preguntarse, “¿por qué no todos los niños aprenden lo que yo les enseño?” a la cual su Investigación-Acción, la llevó a concluir que cada educando no solo aprende a partir del aula, sino que también su aprendizaje esta permeado por su participación en el contexto social donde sea partícipe y, que de allí surgen sus confrontaciones conllevando a los errores, que a su vez son una base para que un sujeto adquiriera un aprendizaje significativo, lo cual lo evidenciamos en una sus frases emitidas:

Descubrí que lo que para nosotros los docentes eran errores, para los niños eran la expresión de las teorías que ya habían construido, así que si queríamos averiguar lo que un niño o una niña pensaba, era importante tomarse muy en serio sus errores (Poveda, 2003, p.27)

Por tanto esperamos que al realizar nuestro trabajo que consiste en una sistematización de experiencias en la enseñanza de la Física, bajo la tutela de las Matemáticas, contribuyamos en que muchos colegas se animen a realizar una reflexión crítica de sus actividades como educadores, con el fin de que deseen mejorar su labor docente y así mismo estar contribuyendo a la investigación en la didáctica de la Física y de las Matemáticas.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA – EJE PRINCIPAL DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Una de las restricciones que percibimos al enseñar Física, es la poca consciencia de muchos de los estudiantes sobre el vínculo que existe entre la Física y las Matemáticas; un caso particular que da cuenta de esta restricción es cuando, después de que los educandos han reconocido y entendido un fenómeno físico y éste se puede medir, al proponer una situación problema donde tenga que movilizarse las matemáticas, sus gestos y actitudes son de no querer trabajarlas. Otros son conscientes de este vínculo pero se les dificulta establecerlo y abordarlo y son pocos los que entienden que la Física se ampara en las Matemáticas, para ayudar a entender y dimensionar un fenómeno físico; como por ejemplo, si al resolver una situación donde se movilen el desplazamiento y el tiempo y si la relación de estas magnitudes da como resultado -40km/h , hay que entender la velocidad que adquiere un cuerpo y que el signo negativo puede indicar que se esté regresando hacia el punto de partida, a la velocidad de 40km/h .

No sólo la situación anterior se puede considerar como la única restricción en el quehacer de la enseñanza-aprendizaje respecto a la disciplina de la Física, hay otras restricciones y así mismo condiciones necesarias para que una clase logre un aprendizaje más significativo. Por ejemplo, algunas de las condiciones necesarias para relacionar las magnitudes físicas distancia y desplazamiento con el tiempo, es conocer sus conceptos, identificar un plano cartesiano, saber graficar un punto en un plano cartesiano, y así mismo otras condiciones necesarias; por lo tanto, para realizar esta sistematización de experiencias partirá de reconstruir la actividad docente en forma reflexiva y crítica, de una

forma organizada, lo más posible y se desarrollará tratando de dar respuesta a la siguiente inquietud:

¿Qué condiciones son necesarias y qué restricciones se deben tener en cuenta al realizar una clase de Física, en la cual se relacionen las magnitudes físicas: distancia, desplazamiento y tiempo?

Consecuentemente permitiendo identificar las potencialidades y las limitaciones, al llevar a cabo dicha actividad.

1.5 OBJETIVOS:

1.4.1 Objetivo general

Realizar una reflexión crítica de las experiencias en un aula de clase, en los grados décimos, de un profesor de Matemáticas y de Física, tomando como referentes la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), enmarcada en el estudio de la cinemática en los conceptos de distancia y desplazamiento.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Reconstruir la experiencia, a partir de unos hechos o mejor desde la identificación de unos fenómenos didácticos.
- Establecer un Modelo Epistemológico de Referencia (MER) para el estudio de las magnitudes físicas distancia y desplazamiento, relacionadas con el movimiento rectilíneo de un cuerpo, el cual servirá de instrumento de confrontación con la obra matemática-física (OMF) contemplada en la experiencia.

1.5 JUSTIFICACIÓN

A través de este trabajo se espera proveer a la comunidad educativa un pequeño aporte sobre la *sistematización de experiencias*. Ahora bien, para iniciar es necesario conocer la sistematización de experiencias como una forma conceptual y metodológica que cuenta con el objetivo de facilitar a los sujetos interventores de diversas experiencias, la capacidad de ser agentes activos, reconocidos y críticos, en los procesos de enseñanza-aprendizaje realizados por ellos mismos. De igual modo, proporciona el momento adecuado para reflexionar críticamente sobre las experiencias que se han realizado y así, contribuir a la producción de saberes innovadores.

En las prácticas actuales del mundo educativo, encontramos cada vez más un gran cúmulo de información que exige a los actores construir estrategias de enseñanza. Un punto de partida para llegar a este objetivo es la participación y socialización de procesos vividos. Esta socialización no se basa sólo en la narración lineal donde se evidencian hechos anecdóticos sin alguna reflexión profunda, más bien, se espera la reconstrucción de momentos y formas que logren evidenciar aquellos sucesos que permiten un cambio en los actores y en la realidad.

De igual forma, desde la educación matemática resultan pertinentes las experiencias de este tipo, dado que actualmente no se tiene un panorama socialmente compartido y aceptado sobre cómo divulgar las experiencias de los docentes de matemáticas en ejercicio. En ocasiones, las experiencias son socializadas sólo en casos de publicación o como parte de un proceso de premiación, como sucede en propuestas de divulgación como el Premio Compartir al maestro y como es el caso de las Rutas del saber-hacer en el portal de Colombia Aprende¹.

La información recolectada en la experiencia, las deducciones a las que podemos llegar y la socialización que se realiza de aquellos aspectos relevantes, aportan positivamente a saberes transformadores e innovadores. Estos saberes podrán ser útiles para otros agentes

¹ Ver: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/docentes/1596/article-86889.html>

en contextos similares, contribuyendo en la disminución de prácticas poco adecuadas o deficientes y así encontrar opciones más certeras para obtener los logros proyectados. No podemos ignorar, que es a través de estas sistematizaciones donde los agentes activos potencian y mejoran sus facultades de razonamiento y acción y ese saber transformado o adquirido, permite que las decisiones tomadas en un aula de clases o en algún otro contexto sean más conscientes, llegando a ser así, las más convenientes para las necesidades determinadas.

Por consiguiente, poseer una mirada crítica ante un trabajo que se ha llevado a cabo, es quizás una manera de mejorar y de este modo, poder usarla como un modelo flexible para que docentes en ejercicio comprendan la importancia de sistematizar sus prácticas.

Si bien es importante presentar el porqué de exponer este trabajo a través de una sistematización de experiencias, es de igual importancia argumentar porqué es relevante el proyecto de enseñanza de la Física a través de la implementación de diversos cambios en la metodología de enseñanza en los grados sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo y once que se ha desarrollado aproximadamente hace tres años en el colegio, Liceo Anglo del Valle, donde la metodología llevada a cabo por la mayoría de los profesores radica en que los estudiantes desde sus primeros contactos con las matemáticas y la física en las aulas de clase, esperan que el docente presente el tema, lo ejemplifique, se espera que desarrolle algún ejercicio y es después de ese momento que ellos pueden iniciar su trabajo.

Sin embargo, a través de la narración y análisis crítico de una experiencia en la disciplina de la Física, se pretende explicitar algunas variaciones en la metodología de las clases descrita anteriormente. Una por ejemplo, tratando de cambiar el *aplicacionismo* (enseñanza tradicional, es decir, de entrada definir un concepto sin ser cuestionado, luego aplicarlo en un ejemplo y por último colocar actividades de tal forma que prácticamente tenga la estructura del ejemplo, simplemente cambiando datos) que por lo general es la metodología de enseñanza que impera en la institución desde hace un buen tiempo, por una, donde el docente inicia la clase preguntando qué entienden por una palabra o frase que se pronuncia o escribe en el tablero, es decir trata de recoger ideas previas y a partir de aquí

construir un concepto, luego cuando el profesor determina que se ha llegado al concepto científico y que en muchas ocasiones ese concepto se recoge en una expresión algebraica o fórmula, el estudiante basándose en la comprensión y apropiación de dicho concepto deberá desarrollar diversas actividades, sin un previo ejemplo desarrollado por el educador.

De esta manera se espera estimular el razonamiento lógico, crítico y participativo, y la concentración de los estudiantes, familiarizándose con los conceptos físicos y matemáticos, y del análisis de las situaciones problema y/o actividades propuestas más que con la memorización en los procesos movilizados. Sólo con iniciar la clase de esta forma, se han generado restricciones y algunas potencialidades. Restricciones, limitaciones y potencialidades de las cuales el profesor dará cuenta, como también de otras variaciones y ampliaciones a éstas, en la sección de reconstrucción de la experiencia.

CAPÍTULO 2

REFERENTES TEÓRICOS

2.1 LA TEORÍA ANTROPOLÓGICA DE LO DIDÁCTICO (TAD).

La Teoría Antropológica de lo Didáctico (en adelante TAD) es una teoría que se desarrolla a partir de la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) de Brousseau (1985) y se enmarca dentro del denominado enfoque epistemológico en Didáctica de las matemáticas que se toma como punto de partida para el análisis didáctico de los diversos fenómenos y la reflexión dentro de las matemáticas. Es decir, el postulado de la TSD según el cual *Todo fenómeno Didáctico tiene un componente matemático esencial*, se desglosa de tal manera que es una de las características fundamentales dentro de la TAD.

Los fenómenos didácticos son en esencia, fenómenos didáctico-matemáticos, una dupla que difícilmente puede ser separada, ya que uno de los aspectos que se enmarcan dentro de su núcleo firme en la terminología de Lakatos (1978) postula la existencia de fenómenos didácticos no reductibles a fenómenos de otro tipo: cognitivos, pedagógicos, etc. y pone el énfasis en el tipo de actividad matemática que se despliega en el estudio de cuestiones problemáticas que en un comienzo no tienen una respuesta inmediata por la comunidad interesada en su abordaje.

En este sentido, surge el concepto de Obra Matemática (OM) que plantea una doble interacción entre las cuestiones generatrices de la problemática estudiada y su justificación dentro de una teoría. En este trabajo se tomará como eje central de reflexión la OM en torno a algunos conceptos básicos de cinemática por lo que la sistematización de experiencias que se propone, se examina en términos de la posible actividad matemática-física que se puede llevar a cabo. En la sección 2.2 se hablará en más detalle sobre la obra matemática.

La diferencia fundamental de la TAD con enfoques de tipo cognitivo radica en la existencia de fenómenos que sólo pueden ser explicados satisfactoriamente si se dispone de un modelo de la actividad matemática que ponga en juego diversos elementos de dicha actividad pero que a la vez nazca como respuesta a un conjunto de cuestiones.

Los fenómenos estudiados desde un punto de vista que Brousseau (1985) denominó *clásicos* tienden a considerar como transparente el saber matemático puesto en juego y tienden acriticamente a considerar que la didáctica de las matemáticas puede ser fundamentada desde otras disciplinas.

Algunos de los fenómenos que interesan en este trabajo y que, desde el punto de vista clásico aparecen inexplicados se mencionan a continuación:

- *La Irresponsabilidad matemática de los alumnos*: No se trata de una irresponsabilidad moral en el sentido de culpabilidad, sino de una irresponsabilidad matemática, en la cual los estudiantes no asumen como propios los problemas que son propuestos para estudiar y por tal razón la responsabilidad última del contrato didáctico recae en el profesor.
- *La Desalgebrización del currículo de la secundaria obligatoria*: caracterizado por la ausencia de problemas algebraicos, donde cada vez se recurre menos a la justificación algebraica en situaciones aritméticas, geométricas, matemáticas y además físicas; también el precario uso de las fórmulas, quedándose sólo en el papel de cálculos rutinarios sin ninguna tematización de las técnicas posibles para examinar las limitaciones y potencialidades de las mismas técnicas de resolución. Es pertinente en la enseñanza-aprendizaje en la disciplina de la física, ya que ésta hace uso del algebra, en el sentido de que al darle el status que amerita, se puede potenciar el pensamiento variacional en el estudio de los fenómenos físicos.

- La *Alienación didáctica*: caracterizada por la creencia de los educandos que social y culturalmente, las matemáticas y las disciplinas donde ésta se movilice son impuestas desde fuera, es decir no son conscientes de su importancia en el desarrollo socio-cultural, incluso en la contribución a desarrollos científicos y culturales de la humanidad y de la resolución de inquietudes que los mismos estudiantes se plantean a lo largo de sus vidas.
- La *Eliminación de la disciplina matemática y afines*: es una consecuencia de la alienación didáctica. Es decir, las instituciones conciben que la problemática radica en el sentido motivacional o de cognición y en algunos casos el decir de la exageración en la cantidad y complejidad de las tareas y lo que de hecho conlleva a dejar de lado la actividad matemática y afines.

Otro fenómeno del cual da cuenta la TAD es el aplicacionismo o enseñanza tradicional.

El aplicacionismo o enseñanza tradicional consiste en primer lugar en emitir saberes sin dar lugar a que sean cuestionados desde ningún punto de vista, para luego ser aplicados en situaciones problema, las cuales así mismo serían resueltas pero sin argumentos profundos. Podríamos decir que los estudiantes logran “hacer” pero sin “saber que hacen”.

De este aplicacionismo dicen Barquero, B., Bosch, M., Gascón, J. (2010), lo siguiente:

Se puede resumir como un proceso que consta de dos etapas: primero, se enseñan unos conocimientos elementales que, como tales, se dan a los estudiantes como instrumentos “ya contruidos” sin especificar con claridad ni su origen, ni su razón de ser, ni su ámbito de aplicación para que, posteriormente, estos puedan aprender a “utilizarlos” o, mejor, a “aplicarlos” a las situaciones problemáticas con las que se puedan encontrar. Esta primera respuesta espontánea de la enseñanza tradicional universitaria crea serias dificultades ligadas a la pérdida de sentido y a la desarticulación de los contenidos matemáticos escolares
(p. 236).

Veremos en los análisis que estos fenómenos pueden explicar en parte las actividades propuestas para la enseñanza de la física en la experiencia sistematizada y que un cambio en ese tipo de contrato choca con ciertas restricciones que el maestro por sí sólo no puede controlar.

2.2. OBRA MATEMÁTICA (OM)

A partir del enfoque antropológico, surge el concepto de *obra matemática* el cual se puede considerar como una modelización de lo que significa estudiar matemáticas para la sociedad en general y para la institución escolar en particular.

Consecuentemente cuando una obra matemática da cuenta de unos interrogantes y de unas situaciones problema, a la par surgen otras clases de problemas. Para llevar a cabo una obra matemática y que ésta sea eficaz se debe recurrir a unas *técnicas*, las cuales deben generar otras situaciones problemáticas. Ahora bien, al hecho de interpretar, justificar, aplicar y validar una técnica, se le llama *tecnología* y ésta a su vez incide en la transformación de una técnica y en la generación de otras.

La técnica debe entenderse como la forma de realizar una tarea. De esto da cuenta (Chevallard, Bosch, Gascón, 1997, p. 123), así: “*Una Técnica puede entenderse de manera general como “una manera de hacer”*”

Al respecto de la técnica y la tecnología que la determina, Gascón sostiene que:

Ninguna técnica puede “vivir” con normalidad en una institución si no aparece en ésta como una manera de hacer a la vez correcta, comprensible y justificada. La existencia de una técnica supone, por tanto, que exista en su entorno un discurso interpretativo y justificativo de la técnica así como de su ámbito de aplicabilidad o validez. Llamamos a este discurso sobre la técnica una tecnología (de tékhne, técnica y logos, discurso).

Además de justificarla y hacerla inteligible, la tecnología tiene la importante función de aportar elementos para modificar la técnica con el fin de ampliar su alcance, superando así sus limitaciones y posibilitando la producción de nuevas técnicas. (Gascón, 1998, p. 12).

Y por último, al hecho de justificar e interpretar la tecnología de una técnica se le llama *teoría*. Respecto a ésta, Chevallard, Bosch, Gascón, (1997), aducen que es: “*en cierto*

modo, el fundamento último de la actividad, más allá del cual todo parece obvio y natural, sin necesidad de justificación alguna (p. 125)''.

2.3 ECOLOGÍA DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

A partir de la Teoría Antropológica de lo Didáctico se deben considerar unas dimensiones básicas que facilitan determinar un fenómeno didáctico para ser analizado. Dichas dimensiones se originan desde la problemática del profesor, en el sentido de tratar de dar cuenta de los interrogantes que surjan para llevar a cabo su enseñanza. En el caso de las experiencias que se analizarán en este trabajo, inicialmente tratan de responder a algunos interrogantes como:

- ¿Qué y cómo se debe enseñar lo que respecta a algunos conceptos básicos de la Cinemática, específicamente a las magnitudes físicas, distancia (x) y desplazamiento (Δx)?
- ¿Cómo modelar situaciones problema, de los cuales los educandos den cuenta, donde estén implícita o explícitamente involucradas las magnitudes físicas mencionadas en el anterior interrogante?
- ¿Cómo lograr que los estudiantes establezcan diferencias entre distancia y desplazamiento y en qué casos estas magnitudes físicas pueden coincidir?

Para responder estos interrogantes problematizándolos, desde la TAD se debe de partir del análisis, en el contexto de la enseñanza, de unos objetos denominados primarios, a saber: cinemática, posición, distancia y desplazamiento, la relación de estas magnitudes físicas con otra como es el tiempo, como también su movilización en situaciones problema.

Para realizar dicho análisis desde la problemática de la didáctica (TAD), Barquero (2013, p. 3), sugiere hacerlo desde tres dimensiones, a saber: la epistemológica, la económica y la ecológica.

2.3.1 La dimensión epistemológica

Se postula como la fundamental, es decir de esta surgen las demás dimensiones. Su característica principal es considerar el modelo matemático, en nuestro caso modelo físico-matemático, para el estudio del o de los fenómenos didácticos identificados. Dicho modelo debe contextualizarse en un Modelo Epistemológico de Referencia (en adelante MER), el cual no es en esencia un modelo rígido, sino que sirve de punto de partida para la investigación a llevarse a cabo. Su construcción se realiza a partir del análisis de algunos textos de Física referenciados y desde la experiencia misma del docente.

2.3.2 La dimensión económica

Consiste en analizar cómo la Institución de referencia aborda los fenómenos didácticos, los conceptos y los procesos. En este trabajo para realizar dicho análisis se tendrán en cuenta el Saber Sabio, Saber a enseñar, además el currículo de ley, el Proyecto Educativo Institucional (PEI) y el texto de referencia para la labor docente.

2.3.3 La dimensión ecológica

Surge desde la TAD, como contraposición a cuestiones clásicas, por ejemplo, no pensar en el analizar los problemas que surgen en la enseñanza-aprendizaje y más bien pensar en las condiciones y a la par en las posibles restricciones que surjan para llevar a cabo las actividades. Respecto a la caracterización de esta dimensión, Barquero dice que:

En lugar de plantear los problemas de enseñanza y aprendizaje en términos de qué hacer para que tal o cual noción, actividad o problemática puedan enseñarse o aprenderse mejor y,

en consecuencia, investigar las dificultades que surgen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas buscando la manera de superarlas, la TAD se pregunta cuáles son las *condiciones* que permiten, facilitan o favorecen que determinadas actividades matemáticas y didácticas puedan desarrollarse (existir, tener lugar, o “vivir”) en un determinado entorno institucional (la escuela primaria, la escuela secundaria, la universidad, un entorno profesional determinado o la sociedad en general) y cuáles son las *restricciones* que dificultan, entorpecen o incluso impiden la puesta en práctica de estas actividades (Barquero, 2009, p. 6).

De aquí, que a partir de la propuesta de un MER, en el trabajo se puedan identificar las condiciones y restricciones para mejorar la obra Matemática- Física, hasta ahora llevada a cabo en la institución educativa de referencia.

Realizar la sistematización de experiencias educativas, tomando como referentes las tres dimensiones mencionadas y explicitadas anteriormente, seguramente permitirán realizar una amplia reflexión crítica de dicha actividad docente. El hecho de investigar, cuestionar y a las vez identificar las condiciones necesarias para llevar a cabo la enseñanza, en este caso de algunos conceptos físicos como la posición, distancia y desplazamiento de un cuerpo, relacionados con el movimiento rectilíneo, del cual da cuenta la cinemática, como también preguntarse para qué y cómo enseñarlos, y así mismo identificar las restricciones que limiten su aprendizaje, se espera contribuyan en aportar al mejoramiento de dicha labor y así mismo aportar en la investigación de los fenómenos didácticos que sean identificados en esta sistematización de experiencias.

2.4 DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Una consecuencia de la investigación en la enseñanza de la Física, es el mejoramiento de ésta y así mismo el del adiestramiento del educador. Esta mejora apunta en que un profesor debe continuamente reflexionar sobre su práctica.

Dicha reflexión y mejoramiento en la enseñanza del educador se da en el aula de clase, cuando el profesor es consecuente con los problemas que se evidencien en la clase y les de la debida importancia para el análisis y el mejoramiento en su labor. Es decir, el educador asume el papel, además de profesor, de investigador.

Respecto a la investigación y al estudio de las problemáticas que ocurren en la enseñanza-aprendizaje en esta disciplina, Marinez (2013) dice:

La Didáctica de la Física es una ciencia que explica para qué, cómo y por qué se enseña la Física mediante la relación Matemática-Física, la construcción del Conocimiento y la relación física, sociedad y tecnología; así mismo da cuenta de los desarrollos que se dan en cuanto a cada aspecto que establecen la comprensión directa de la naturaleza en función de la abstracción y la matematización (p. 31)

Además, si hablamos de didáctica en la física debemos tener en cuenta la construcción del conocimiento y del pensamiento físico-matemático.

2.4.1 Conocimiento y pensamiento Físico-Matemático

Esta sección está basada en la Tesis de Marinez (2013) y un artículo de Aragón & Marín Santamaría (2010). El Conocimiento y pensamiento Físico de un individuo son concebidos por un devenir en las diferentes Instituciones de su quehacer diario, reconociendo algunas cualidades y propiedades físicas de los objetos y de fenómenos naturales.

Cualidades y propiedades como: color, forma, sabor, tamaño, peso, textura, etc. y fenómenos naturales como: el movimiento, la velocidad, la aceleración, las acciones de las fuerzas, el eco, los tornados, la transformación de la materia, el calor, etc. Como consecuencia de lo anterior se generan en un individuo ideas, nociones, concepciones y conceptos y así mismo, se fundan algunas habilidades como lo son: comparar, describir, analizar, sintetizar, abstraer, modelar, etc.

Ahora bien, algunos de los fenómenos naturales reconocidos en la disciplina de la Física, reciben el nombre de magnitudes físicas; magnitudes porque son fenómenos naturales que además de analizarse se pueden medir y modelar, es decir se pueden matematizar.

El hecho de reconocer, entender y de matematizar un fenómeno físico (natural) indica comprender, interpretar, modelar y medir; lo cual implica que se movilicen los diferentes pensamientos físico-matemáticos contemplados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), a saber:

- **Pensamiento Numérico:**

En el contexto matemático, lo constituyen el conjunto de los números y sus operaciones, las expresiones algebraicas, las relaciones entre conjuntos (funciones), etc. y el significado de los resultados obtenidos por la manipulación de los anteriores parámetros.

La Física se ampara en las Matemáticas, para ayudar a entender y dimensionar un fenómeno físico.

Además del uso de los anteriores parámetros, en la disciplina de la Física, análogamente se ha hecho necesario la generación y uso de otros para representar y medir algunas magnitudes físicas, como son los llamados vectores. Los números y operaciones son útiles para medir algunos fenómenos físicos y las funciones para relacionar y significar entre ellas algunas magnitudes físicas; por ejemplo, identificar cómo se relacionan el desplazamiento de un cuerpo (en física un cuerpo se refiere a persona, animal o cosa) y el tiempo en que transcurre.

En consecuencia en el estudio de la mayoría de los fenómenos físicos, en el sentido de medirlos, de realizar conversiones entre unidades de medida, el realizar operaciones, presentar datos en tablas y analizarlos, utilizar gráficas para ayudar a entender una situación, entre otros, permiten potenciar el pensamiento numérico.

- **Pensamiento Espacial:**

Como lo expresa Marinez (2013) corresponde al “*conjunto de procesos que permiten establecer y dar uso a las representaciones mentales de los distintos objetos en el espacio, las relaciones entre ellos y sus transformaciones*” (p. 34)

En cuanto a las representaciones mentales de los objetos podríamos ampliarla también a algunos fenómenos físicos, las relaciones entre ellos y sus transformaciones. Por ejemplo, la magnitud física *desplazamiento* se representa por un vector y al relacionarla con el tiempo se genera otra magnitud física llamada *velocidad*, que en un plano cartesiano esta relación corresponde a una línea recta y que su valor está dado por la pendiente de ésta.

El hecho de que a través de la Física como Ciencia, los educandos logren entender y hacerse una idea de la mayoría de los fenómenos físicos, logren cuantificarlos, percibir la relación entre algunos de ellos, que entiendan cómo está articulado el Universo, sus características, inclusive cómo funciona y cómo contribuir a su conservación y a su funcionamiento, es lograr potenciar su pensamiento espacial.

- **Pensamiento Métrico:**

Se relaciona con los diferentes sistemas de medida. Es decir donde un individuo es capaz de hacer comparaciones a partir de unos patrones, que estos son representados por unas cantidades o valores y así mismo realizar transformaciones o equivalencias entre esos patrones de medida.

Además, reconocer, interpretar y encontrar equivalencias entre estos patrones que de acuerdo al contexto socio-cultural se movilizan; es decir, los patrones de medida difieren en algunos países pero a su vez son equivalentes. Por ejemplo, para nuestro caso el desplazamiento en Latinoamérica es medido en metros (m) y en algunos países de Europa se mide en millas, pulgadas o pies.

La Física también ha contribuido en la Ciencia y en la Tecnología, en la búsqueda de patrones para lograr magnificar los fenómenos físicos y así mismo tratar de manipularlos en el sentido de controlarlos o potenciarlos para nuestro beneficio. Además, lograr relacionar unos fenómenos físicos con otros haciendo comparaciones a partir de sus magnitudes, obviamente buscando su utilidad a nuestros intereses.

- **Pensamiento Aleatorio:**

Lo entendemos en el sentido de emitir un juicio con cierto grado de incertidumbre acerca de ciertas situaciones. Permeado por la movilización de los números y sus operaciones, de funciones, de datos estadísticos, etc.; objetos matemáticos que son herramientas para el estudio de los fenómenos físicos, como por ejemplo predecir temporadas de lluvia, de verano, etc.

Los aportes de las investigaciones de la Física, cada vez nos benefician en el sentido de que al observar los fenómenos físicos y también a los llamados fenómenos naturales, tomar datos y al analizarlos, se pueden sacar conclusiones con cierto grado de incertidumbre, sea para entenderlos, aprovecharlos, dimensionarlos, prevenirnos de alguna catástrofe y tomar medidas o en su defecto saber a qué nos enfrentamos.

- **Pensamiento Variacional:**

Donde a partir del análisis matemático de la relación entre magnitudes físicas, se puede dimensionar una situación. Es decir, si un cuerpo aumenta su desplazamiento en una determinada cantidad, en una unidad de tiempo, se puede decir, en determinado instante de tiempo qué velocidad ha adquirido, como también determinar la variación de la velocidad por unidad de tiempo.

El estudio de los fenómenos físicos o naturales, en cuanto a relacionarlos, al preguntarse, ¿cuál depende de cuál? crea la necesidad de involucrar funciones, ecuaciones o fórmulas, que son algunas de las tecnologías para lograr dicho objetivo, es decir potencia la necesidad de modelizaciones algebraicas, que a su vez permiten el análisis de la variación de una magnitud física respecto de otra, como también permitir

realizar justificaciones, demostraciones, procedimientos e interpretaciones de dichos fenómenos.

Como se puede percibir a través de los ejemplos tomados para caracterizar cada uno de los pensamientos contemplados por el MEN en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, lo hemos ampliado hacia la disciplina de la Física, donde hemos tomado el caso particular de relacionar las magnitudes físicas del desplazamiento y del tiempo. Para relacionarlas hacemos uso de las Matemáticas, en el sentido de que se pueden medir y así mismo darle un significado a las cantidades encontradas, como también al hecho de que se puede hacer uso de un plano cartesiano para determinar su relación junto con el reconocimiento y concepto de estas magnitudes. Es decir, en esta situación vemos claramente que la Física y las Matemáticas van de la mano, donde a partir de situaciones Físicas se pueden movilizar las Matemáticas, como también podemos decir que se generan habilidades de observación, de abstracción, de análisis, de demostración, de operación, de relación, de conclusión, etc.; de aquí que podemos hablar de un Conocimiento y Pensamiento Físico-Matemático.

Ahora bien, para llevar a cabo nuestro trabajo, que principalmente consiste en hacer una reflexión crítica de una experiencias en la enseñanza-aprendizaje relacionadas con la disciplina de la Física, la idea es articularlo desde la Teoría Antropológica de lo Didáctico, TAD y para ello se debe realizar a partir de lo que se llama un Modelo Epistemológico de Referencia (MER), desde el cual se hace el análisis de la Obra Matemática (OM), llevada a cabo en la Institución.

2.5 MODELO EPISTEMOLÓGICO DE REFERENCIA (MER)

Corresponde a un esquema o patrón, que en nuestro caso se debe estructurar a partir de los conceptos, propiedades, formas de relacionarse, de las transformaciones y de operaciones, de las siguientes magnitudes físicas: distancia (x), desplazamiento (Δx) y tiempo (t). Este modelo en una primera instancia no necesariamente debe ser rígido, sino que debe ser un punto de partida para el análisis de la OM de la institución, permitiendo un ambiente que sea condicionado a partir de los conocimientos físicos y matemáticos que se crean

esenciales y sirvan para realizar un análisis de las Tareas, Técnicas, Tecnología y Teorías, parámetros fundamentales para llevar a cabo una eficiente OM.

Además de tener claros los conceptos antes mencionados para estructurar el MER, también se debe tener en cuenta que éste debe responder a unas preguntas que le dan su razón de ser y que planteamos como sigue:

- ¿Qué y cómo se deben enseñar lo que respecta a algunos conceptos básicos de la Cinemática, específicamente a las magnitudes físicas, distancia (x) y desplazamiento (Δx) y su relación con otra como es la del tiempo?
- ¿Cómo modelar situaciones problema, de los cuales los educandos den cuenta, donde estén implícita o explícitamente involucradas las magnitudes físicas mencionadas en el anterior interrogante?
- ¿Cómo lograr que los estudiantes establezcan diferencias entre distancia y desplazamiento y en qué casos estas magnitudes físicas pueden coincidir?

Por tanto, a continuación haremos en primera instancia un análisis epistemológico e histórico respecto a las magnitudes físicas, distancia (x) y desplazamiento (Δx).

2.5.1 Fundamentos epistemológicos e históricos de las magnitudes físicas:

Distancia (x) y Desplazamiento (Δx)

Estas magnitudes surgen a partir del estudio del movimiento, como también las de posición, trayectoria, velocidad y aceleración, desde Aristóteles, con su sentido lógico, pasando por Galileo Galilei, siglo XVII, al cual se le atribuye el nacimiento del análisis científico, al querer demostrar la ley de los graves², construyendo un plano inclinado en línea recta para medir el

²La ley de los graves de Galileo, se refiere al estudio que hizo sobre la caída libre de los cuerpos pesados o como los llama “graves”, en función del tiempo, a partir de un plano inclinado.

tiempo del desplazamiento de unas bolas sobre éste y hay indicios de que a la par enunció los conceptos de las magnitudes físicas relacionadas con el movimiento, descritas anteriormente; posteriormente enmarcados como figuras claves en la Revolución Científica en el Renacimiento, tenemos a los ilustres, Nicolás Copérnico, con su teoría Heliocéntrica, en la cual los planetas se mueven en forma circular alrededor del sol y Johannes Kepler, el cual en corrección a la teoría copernicana demuestra que el movimiento de los planetas alrededor del sol, en sus órbitas, es en forma elíptica; cronológicamente tenemos a Sir Isaac Newton, donde en el enunciado de sus leyes respecto a la mecánica, aduce que el movimiento de un cuerpo es a causa de las fuerzas, ya sean a distancia o por contacto, en forma rectilínea, ya sea con velocidad constante o velocidad variable y por último rescatamos al científico Albert Einstein, en el siglo XXI, con el enunciado de su teoría de la relatividad, donde hace alusión en que si un cuerpo se mueve al cuadrado de la velocidad de la luz, su masa se transforma en energía.



Figura 1. Recreación del plano inclinado de Galileo (Museo Galileo, Florencia). Tomada de Biografías y vida

Por lo descrito anteriormente, algunas de las condiciones necesarias para el análisis de la relación entre las magnitudes físicas, la distancia y el desplazamiento con el tiempo, es menester tener en cuenta algunos conceptos físicos como: magnitud física, magnitudes físicas escalares y

vectoriales, el movimiento, la cinemática, la posición, sistema de referencia, cuerpos puntuales y la trayectoria, además en lo que respecta con las matemáticas, las condiciones son: saber graficar puntos en un plano cartesiano, reconocer y aplicar conceptos como el de valor absoluto de un número real y saber realizar las operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división con los números naturales, enteros y decimales por lo regular.

Los conceptos físicos que se registran a continuación, se han construido a partir de mi experiencia y de textos referentes como: Investiguemos 10 (1995, p.19 a 35); Física 10 (1986, p. 25 a 28); Física Tomo I Serway (1992, p. 25 a 44); Física Serway & Faughn (2005, p. 21 a 26) y Física Universitaria, Sears & Zemansky (1995, p. 40 a 43).

Magnitud física:

Previamente a dar el concepto de magnitud física, debemos tener claro el concepto de **magnitud** y corresponde a las propiedades de los cuerpos, que se pueden medir; a estas propiedades también se les suele llamar fenómenos físicos. Cuando se habla de cuerpo en Física, se asume como todo aquello que se compone de materia y ésta equivale a la cantidad de masa que posee un cuerpo.

A esas propiedades de los cuerpos que se pueden medir se les denomina **magnitudes físicas**. Como por ejemplo, un cuerpo tiene masa, densidad, temperatura, volumen, puede desplazarse, recorrer una distancia o describir una trayectoria, adquirir una velocidad, realizar una fuerza, el tiempo, etc.

Respecto al concepto de medida, unidades de medida y conversión entre unidades de medida, que también son condiciones necesarias sino que estas curricularmente se asumen que ya han sido estudiadas antes de llegar a tratar la cinemática.

Ahora las magnitudes físicas de acuerdo a su medida y al patrón de medida o unidad de medida, se clasifican en **magnitudes escalares o vectoriales**.

Magnitudes escalares: son aquellas que quedan bien determinadas por su medida y su unidad de medida. Como por ejemplo, la temperatura promedio normal de un cuerpo humano es 37°C , es decir la medida es 37 y la unidad de medida es el grado centígrado ($^{\circ}\text{C}$), no se necesita de otro argumento para entender esta situación física. Otras son: la masa, la longitud, el tiempo, la densidad, el volumen, etc.

Magnitudes vectoriales: son aquellas propiedades o fenómenos físicos, que no solo basta con conocer su medida y su unidad de medida, para que queden bien definidas. Por ejemplo, para que un avión se desplace además de indicársele con qué rapidez hay que decirle también en qué dirección. Por decir, determinado avión debe desplazarse a una velocidad de 900 km/h en dirección 65° hacia el noreste. El nombre de magnitudes vectoriales, se debe a que se representan geométricamente o gráficamente por un vector.

Vector: palabra que viene del latín Vectoris, que significa: el que acarrea, el que conduce, el que transporta. Un vector se representa gráficamente o geométricamente con una semirrecta o rayo. Se puede decir que surgió como una buena representación de las magnitudes que no quedan bien definidas solo con la medida y su unidad de medida, ya que la semirrecta o rayo tiene medida, la flecha en uno de sus extremos indica el sentido y el ángulo que forma con respecto a un eje del plano cartesiano equivale a la dirección. Retomemos el ejemplo del avión que va a una velocidad de 900 Km/h en dirección 65° hacia el noreste. La velocidad es una magnitud vectorial ya que su medida o rapidez es 900, su unidad de medida kilómetros/hora (km/h), su sentido noreste y su dirección 65° . Entonces el vector velocidad (v) lo podemos representar así: (en este caso usaremos un plano geográfico)

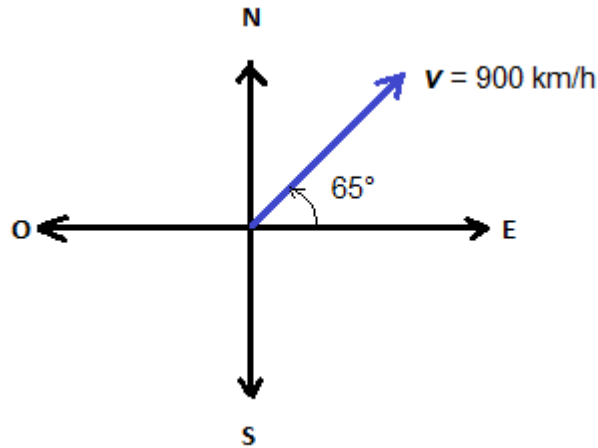


Figura 2. Plano Geográfico

Cinemática:

(Del griego *kivew*, *kineo* que significan movimiento). Es la rama de la Física que estudia el movimiento y sus propiedades o magnitudes físicas, como son la posición, la distancia, el desplazamiento, la velocidad y la aceleración y lo hace sin tener en cuenta qué causa el movimiento.

El movimiento:

Físicamente el movimiento se concibe cuando un cuerpo cambia de posición respecto a otro y este otro se considera como un **sistema de referencia**, también denominado **sistema de coordenadas**. Si el referente es un cuerpo en el espacio (tres dimensiones) se considera un sistema de tres coordenadas (x , y , z) pero si se considera en un plano (dos dimensiones), el sistema es de dos coordenadas (x , y) y si considera el movimiento de un cuerpo en una dimensión, entonces el sistema corresponderá a un eje coordenado.

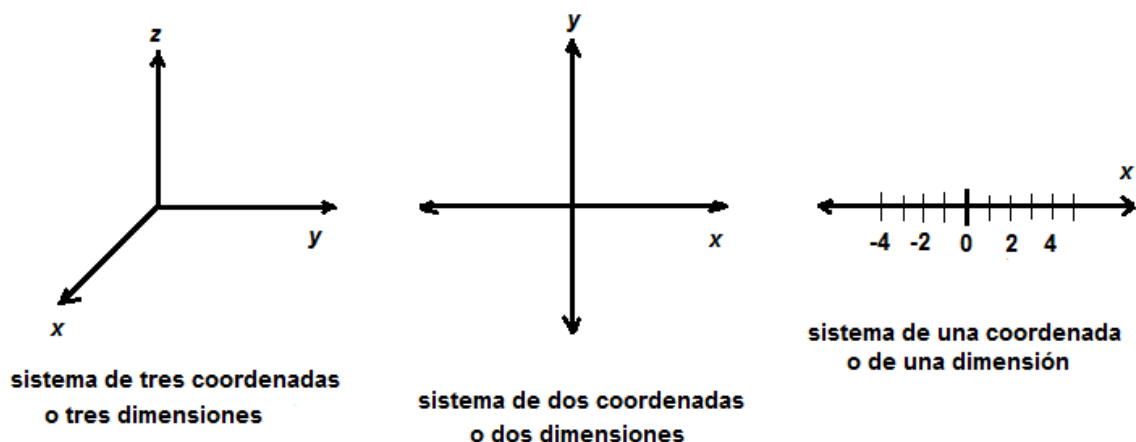


Figura 3. Sistemas de coordenadas o dimensiones

Clases de movimiento: cuando un cuerpo se mueve y si nos imaginamos ir trazando una línea formada por la unión de las posiciones (geométricamente puntos) que vaya tomando, esa figura (en Matemáticas, lugar geométrico) formada por la línea se le llama **trayectoria** y a su medida se le llama **distancia**. De acuerdo a la trayectoria que se forme, se determinan las clases de movimiento; algunos de ellos son:

El movimiento rectilíneo: cuando el movimiento de un cuerpo describe una trayectoria en línea recta. Ejemplo: un cuerpo en caída libre.

El movimiento circular: cuando la trayectoria descrita por un cuerpo es una circunferencia. Ejemplo: el descrito por una rueda de una ciudad de hierro.

El movimiento parabólico: la trayectoria descrita por el cuerpo es una parábola. Ejemplo: el lanzamiento de un proyectil.

El movimiento ondulatorio: corresponde al movimiento descrito por la vibración de un medio elástico (cualquier estado en que se encuentre la materia) o de la vibración de un campo electromagnético (vacío). Es decir la trayectoria tiene forma de una ondulación. Ejemplo: cuando se produce el sonido que es una onda; si se propaga en el aire, cada una de las partículas que componen el aire empiezan a vibrar.

Cuerpos puntuales:

Para estudiar el movimiento de un cuerpo en Física, en la mayoría de las situaciones no se tiene en cuenta su forma, su tamaño, ni su naturaleza, ni mucho menos cómo se mueven las partes que lo componen, de aquí que se considere como si fuera un punto geométrico, por tanto se le llama cuerpo puntual.

El movimiento rectilíneo:

Para nuestro trabajo tomaremos como referencia el movimiento rectilíneo, es decir que sólo consideraremos trayectorias determinadas por cuerpos que describan líneas rectas.

Las disciplinas que tienen que ver con las Ciencias, para lograr un mejor estudio de ciertos fenómenos se tienden a considerar situaciones ideales, es decir cuando se presenta un fenómeno a la vez pueden ocurrir otros y para facilitar su estudio se le aísla y se crean unas condiciones que haga que el contexto donde se produce el fenómeno correspondan al máximo con la realidad y que ya en ésta cuando se hacen aplicaciones funcione con incertidumbres poco significativas.

Con esta salvedad queremos explicar que si un cuerpo se mueve sobre la tierra, la trayectoria no es una línea recta, es decir realmente es una línea curva. Pero como la Tierra es tan grande, un pedazo de su curvatura pareciera una línea recta; inclusive si uno observa al horizonte, supongamos un kilómetro, nuestra mente observa que es una línea recta; de aquí me surge la idea de cuestionarme ¿en un km, en cuánto sería su curvatura? ¡Me imagino, millonésimas de milímetro! Por esta circunstancia, la Geometría Euclidiana cumple con condiciones ideales y en la vida real sus teoremas funcionan. Es claro decir también que en el espacio, no sobre la superficie de la Tierra, podemos trazar líneas rectas. De acuerdo a investigaciones por lo grande de la Tierra, si se trazan líneas que sean mucho menores que su radio, se ven como líneas rectas, de esto da cuenta López así:

La desviación de la geometría plana será tanto mayor cuanto más grandes sean las dimensiones de las figuras que tracen en comparación con el radio de la esfera, que es el parámetro que especifica su grado de curvatura. Así, las líneas trazadas sobre la superficie terrestre parecen ajustarse exactamente a la geometría "plana" si su longitud es mucho menor que el radio de la Tierra, que es lo que sucede en la mayoría de las actividades

humanas que requieren medir distancias y lo que sirvió de inspiración a los geómetras griegos.(López, 2000, p. 1)

Con esta claridad y las condiciones ideales concebidas, seguimos con nuestro estudio sobre algunas propiedades o magnitudes físicas relacionadas con la cinemática del movimiento rectilíneo, no sobra decir que el estudio se realiza en una sola dimensión o con una sola coordenada.

Posición (x_i): Para nuestra situación tomaremos el eje coordenado x . Todo eje coordenado tiene un punto de referencia que corresponde al número cero (0) y de aquí al sentido derecho se encuentran los números reales positivos y al lado izquierdo del cero los reales negativos. La posición es un vector que se traza desde el origen hasta la coordenada de la posición donde se encuentre el cuerpo.

Ejemplo:



Figura 4. Imagen escaneada del texto *Investiguemos 10* (p. 33). Corresponde a vectores posición en un sistema coordenado en una dimensión

Si el cuerpo se encuentra en la posición X_1 su coordenada respecto al origen es -4 m. Si el cuerpo se encuentra en la posición X_2 su coordenada será 5 m.

El desplazamiento y la distancia o trayectoria:

Sin bases científicas, podríamos decir a priori que desplazamiento y distancia son sinónimos, es decir indican lo mismo, porque al uno desplazarse se entiende que ocurre un movimiento lo mismo que al formarse una trayectoria o distancia,(por cuestiones prácticas y como dijimos antes que **distancia (x)** es la medida de la trayectoria descrita por el movimiento de un cuerpo, ya en contexto se suele decir más distancia que trayectoria) en

cierto sentido es así, pero es en ciertas situaciones que coinciden, lo cual quiere decir que hay una diferencia. Para entender la diferencia y así mismo determinar cuándo coinciden, recurriremos a la siguiente situación:

Supongamos que queremos ir en auto de una ciudad A a otra ciudad B. Es lógico que no nos iremos en línea recta, es decir que el camino que recorramos en el auto es la trayectoria, pero si en el imaginario trazáramos un camino en línea recta desde la ciudad A hasta la ciudad B, su medida es lo que en física se llama **desplazamiento** y se denota con la letra delta del alfabeto griego acompañada de la equis (Δx). En esta situación sólo interesa la posición de la ciudad A y la posición de la ciudad B. Ilustremos con una gráfica para dar más claridad respecto a la distancia o trayectoria y al desplazamiento:

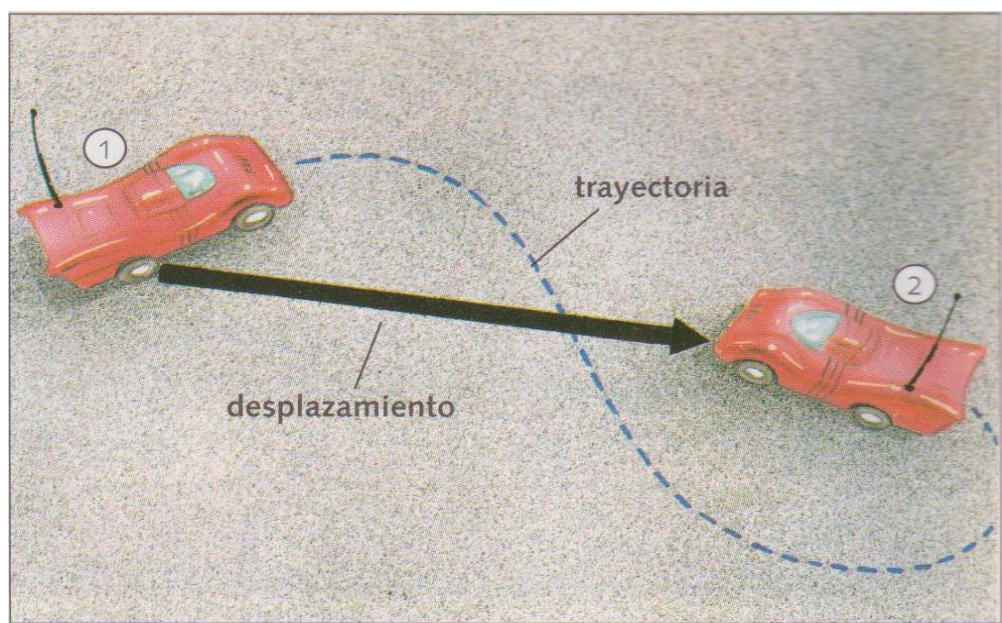


Figura 5. Imagen escaneada del texto Física 10 (p.27) Corresponde a la diferencia entre trayectoria o distancia y el desplazamiento

Ahora, podríamos preguntarnos ¿cómo podemos hallar la medida del desplazamiento?

Supongamos que la ciudad A es la posición inicial (x_i) y que la ciudad B es la posición final (x_f), lo más probable es que se diga, que para hallar el desplazamiento debemos restarle a la posición final la posición inicial, es decir:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

Como estamos restando dos posiciones y las posiciones son vectores, entonces **el desplazamiento también es una magnitud vectorial**; además, cuando hablamos de posiciones debemos tener en cuenta que es a partir de un sistema de referencia, al mismo tiempo que sea la ciudad A o la ciudad B, también se puede tomar otra ciudad C y, como estamos hablando del movimiento en una dimensión, el desplazamiento puede ser negativo si el sentido es hacia la izquierda o positivo si el sentido es hacia la derecha del sistema de referencia.

Queda por preguntarnos si, ¿la distancia es una magnitud escalar o vectorial?

Retomando la situación anterior, para medir su trayectoria, es decir hallar la distancia entre las ciudades, la medida de la trayectoria de la ciudad A a la ciudad B es igual que a la medida de la trayectoria de la ciudad B a la ciudad A, en este caso ni la ciudad A, ni la ciudad B se toman como sistemas de referencia, por tanto **la distancia es una magnitud escalar**.

Ahora bien, después de haber debatido y haber logrado en la mayoría de los estudiantes se apropien de los conceptos científicos con bastante proximidad descritos anteriormente, es pasar a movilizar dichos saberes, para lo cual se proponen actividades (tareas), las cuales tengan una intencionalidad en potencializar algún pensamiento y para lograr desarrollar esos pensamientos se hace necesario que los estudiantes desarrollen y recreen unas técnicas que ya antes habían adquirido (en cursos anteriores, como las operaciones básicas y que sean verificadas con la calculadora) como también logren aplicar unas fórmulas (expresiones algebraicas llamadas ecuaciones), para calcular las medidas de las magnitudes que estén en juego en dichas actividades.

Tareas donde se relacionen la distancia y el desplazamiento.

Las tareas que se proponen en este MER, se encuentran en el texto escolar Investiguemos 10.

Se sugiere que la siguiente actividad se realice en clase, de acuerdo a lo tratado anteriormente, lo más probable es que los educandos hallen el valor del desplazamiento demostrándolo matemáticamente; respecto a la distancia si usan el concepto darían el resultado, pero cuando se les pida que demuestren matemáticamente, es posible que no logren hacerlo.

1. Si un cuerpo parte de la posición x_1 cuya coordenada es cero (0 m), dirigiéndose a la posición x_2 cuya coordenada es -2m y por último vuelve a la posición x_1 . ¿Cuál es el desplazamiento y cuál es la distancia recorrida en esta situación?

La siguiente es una técnica propuesta a los estudiantes para resolver situaciones problema de Física. Esta técnica es consecuencia de mi experiencia como docente:

Una técnica propuesta para resolver situaciones problema de Física consiste en seguir unos pasos que en la mayoría de las situaciones, consideramos son claves.

Los pasos son los siguientes:

- a. Leer la situación y entenderla. Al decir entenderla es que el educando pueda enunciarla de otra forma y sin enunciar las cantidades de las magnitudes físicas que están en juego, además sin tener en cuenta qué se quiere hallar, es decir simplemente qué situación está planteada, inclusive si es en clase debatirla y emitir y dimensionar una solución. Aquí también se puede recurrir a realizar una gráfica de la situación.
- b. Identificar el o los datos principales, que corresponde a la magnitud o magnitudes físicas de las cuales se van a hallar sus medidas.

- c. Identificar los datos secundarios, que corresponden a las magnitudes físicas de las cuales ya tenemos sus medidas.
- d. Plantear y resolver la expresión o expresiones algebraicas a las que tenga que recurrir donde estén inmersas las magnitudes físicas a hallar o que sean necesarias para resolver la situación problema.
- e. Analizar el resultado. Es decir debatir y entender si es posible la solución resultante.

Desarrollo de la tarea

Lo más probable es que algunos estudiantes realicen una gráfica, correspondiente al eje coordenado de una dimensión y grafiquen los vectores posición.

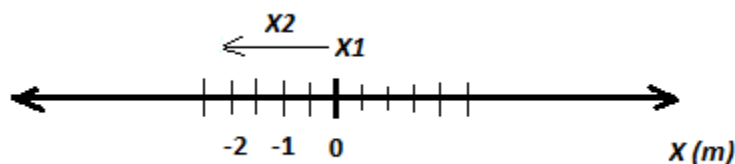


Figura 6. Vectores posición en una dimensión.

Procedemos a hallar el desplazamiento:

Supongamos que la situación se debatió y la mayoría de los estudiantes la entendieron. Seguidamente identificamos el dato o datos principales, los cuales corresponden a las magnitudes físicas de las cuales nos piden hallar sus medidas y estas corresponden al desplazamiento y a la distancia recorrida. Es decir,

$$\Delta x = ?$$

$$x = ?$$

Luego identificamos los datos secundarios, que son las magnitudes físicas de las cuales nos dan sus datos, es decir:

La coordenada de la posición x_1 es cero (0)

La coordenada de la posición x_2 es -2

Ahora si procedemos a hallar el desplazamiento (Δx). Dijimos que el desplazamiento se halla restando la posición inicial de la final, entonces queda por identificar, qué posición es la inicial y la final, entonces, tenemos que:

$$x_i = 0 \quad \text{y} \quad x_f = 0$$

$$\text{Luego} \quad \Delta x = x_f - x_i = 0m - (0m) = 0m - 0m \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\Delta x = 0m}$$

Sería ideal preguntar, si el valor que resultó del desplazamiento tiene sentido.

Respecto a la distancia, lo más probable es que los estudiantes digan que es 4m. Así mismo preguntarles ¿por qué 4m? Lo más probable es que digan que de la posición x_1 a la posición x_2 el cuerpo ha recorrido 2m y como regresa al punto de partida, recorre otros 2m, es decir en total recorrió 4m, lo cual es correcto.

Esta situación se puede aprovechar para matematizarla, preguntándole a los educandos, matemáticamente, ¿cómo se podría demostrar que la distancia es 4m?

Una respuesta posible que enuncien los estudiantes, es sumar los dos desplazamientos que se identifican. Es decir que un primer desplazamiento es desde la coordenada 0 hasta la coordenada -2 y el segundo desplazamiento de la coordenada -2 a la coordenada 0.

Veamos si es correcto:

Para el primer desplazamiento desde la coordenada $0m$ (posición inicial) a la coordenada $-2m$ (posición final), tenemos:

$$\Delta x_1 = -2m - (0m) = -2m$$

Para el segundo desplazamiento desde la coordenada $-2m$ (posición inicial) a la coordenada $0m$ (posición final), tenemos:

$$\Delta x_2 = 0m - (-2m) = 0m + 2m = 2m$$

Asumiendo que los estudiantes dijeron que para comprobar que la distancia recorrida (x) es $4m$, es sumando los dos desplazamientos, entonces se tiene que:

$$x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = -2m + 2m = 0m$$

En la propuesta de los estudiantes la distancia dio como resultado $0m$ y no $4m$ que es la medida correcta. Ante esta situación uno o varios estudiantes dirán “es el valor de los desplazamientos pero tomándolos positivos”. Aquí se puede aprovechar y preguntarles ¿cómo haríamos para que luego de haber hallado los desplazamientos estos queden positivos y luego si sumarlos? Alguno podría responder “con el valor absoluto”, lo cual es correcto. Es decir, que para hallar la distancia sumariamos los valores absolutos de cada uno de los desplazamientos que hallan en una situación; por lo tanto tendríamos que:

$$x = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| = |-2m| + |2m| = 2m + 2m = 4m$$

¡Bien! Entonces a partir de aquí podemos determinar que:

Para hallar la distancia recorrida (x) en función del desplazamiento en esta situación, se tiene que:

$$x = |\Delta x_1| + |\Delta x_2|$$

Ampliándola a lo general (teorizando) tendríamos que:

$$x = \sum_{i=1}^n |\Delta x_i| = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| + |\Delta x_3| + \dots + |\Delta x_n|$$

En conclusión, para hallar la distancia recorrida se suman los valores absolutos de los desplazamientos que se encuentren en la situación propuesta.

Nota: los supuestos que se han descrito son situaciones que con regularidad han ocurrido en mi experiencia.

Con la construcción de los conceptos antes descritos, relacionados con las magnitudes físicas distancia y desplazamiento, además integrando ahora la magnitud física, el tiempo (t), con las técnicas propuestas, además de las tecnologías y de las teorías a las que se llegaron anteriormente, los estudiantes ya están en capacidad de realizar las siguientes actividades propuestas a continuación, obviamente en algunos momentos, lo más probable es que soliciten la guía del profesor o de algún compañero que se haya apropiado de los saberes con mayor propiedad.

Otras tareas

2. ¿Es posible que en alguna situación coincidan la distancia y el desplazamiento?
Cualquiera sea tu respuesta debes justificarla

Esta actividad permite que el estudiante, haciendo uso de los conceptos logre determinar que la distancia y el desplazamiento coinciden en ciertas situaciones y además, que esta afirmación sea justificada.

Gráficos de posición contra tiempo

Los gráficos de posición contra el tiempo, es una técnica útil para representar el desplazamiento de un cuerpo, obviamente esto ocurre al transcurrir el tiempo.

En el eje vertical (y) se representan las posiciones que va adquiriendo el cuerpo y en el eje horizontal (x) el tiempo en que transcurre.

3. El siguiente gráfico de posición contra tiempo, representa el movimiento de un cuerpo.
 - a. Haz una descripción del movimiento.

- b. Halla el desplazamiento en cada intervalo de tiempo
- c. Encuentra el desplazamiento total
- d. Halla la distancia total recorrida

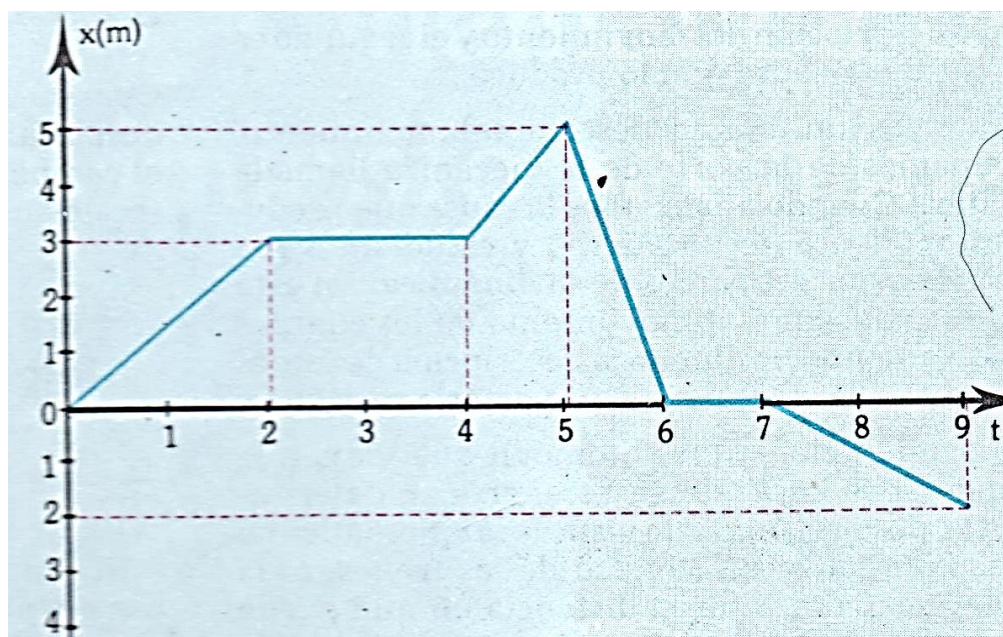


Figura 7. Imagen escaneada del texto *Investiguemos 10* (p.34). Corresponde a un gráfico de posición contra el tiempo

Esta actividad permite potenciar el pensamiento variacional del estudiante, respecto al análisis de gráficos. Donde en el análisis de estos gráficos de posición contra tiempo, debe determinar la clase de movimiento de un cuerpo. Por mi experiencia algunos de los estudiantes en ocasiones creen que el aumentar en la posición es que el cuerpo está subiendo una cuesta o si disminuye es que la está recorriendo en bajada. Es decir, no son conscientes de que la situación corresponde a un movimiento de un cuerpo, donde cuya trayectoria es una línea recta, es decir el movimiento corresponde a un movimiento rectilíneo.

Por mi experiencia también algunos estudiantes determinan que es un movimiento donde un cuerpo, se mueve a diferentes velocidades, lo cual es muy gratificante para uno como educador, lo digo porque esta instancia es predecesora al estudio de la velocidad en el movimiento rectilíneo.

4. En el siguiente eje coordenado se representa el desplazamiento de una persona, donde se muestran las posiciones de referencia durante el recorrido:

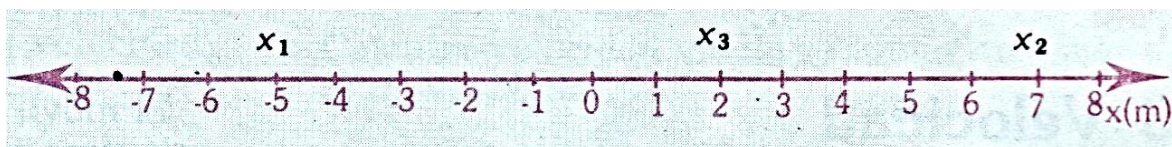


Figura 8. Imagen escaneada del libro Investiguemos 10 (p35). Corresponde a las coordenadas de vectores posición

- Hallar el desplazamiento cuando la persona se dirige de la posición x_1 a la posición x_2
- Hallar el desplazamiento desde la posición x_2 a x_3
- Encontrar el desplazamiento total de la persona
- Hallar la distancia total recorrida

Esta tarea es más sencilla, ya que se evidencia el movimiento de un cuerpo en una sola dimensión, no relaciona el tiempo. Digamos que es una actividad más que de análisis de práctica en unos procesos. Su potencialidad quizá es que el estudiante afiance la diferencia que hay entre la distancia y el desplazamiento y que así mismo las logre dimensionar.

5. Un auto al desplazarse describe una trayectoria en línea recta. En la siguiente tabla se muestran las posiciones que va alcanzado y en que instantes de tiempo:

Tabla 1. Corresponde a las posiciones de un auto en ciertos instantes de tiempo

Tiempo t (s)	0	1	2	3	4	5
Posición x_i (cm)	6	4	5	5	6	10

- Realiza un gráfico de posición contra tiempo
- Haz una descripción del movimiento
- El móvil, ¿en qué intervalos de tiempo permanece en reposo?
- ¿Cuál es el desplazamiento entre 1 s y 3 s?

- e. Hallar el desplazamiento total del móvil
- f. Hallar la distancia total recorrida

La potencialidad de esta actividad, es que a partir de unos datos pueda realizar una gráfica donde se pueda entender el movimiento rectilíneo de un cuerpo en el tiempo.

6. La siguiente tarea se puede proponer, como introducción al movimiento rectilíneo en dos dimensiones, el cual generaría expectativa y debate. Con las condiciones propuestas hasta aquí, se puede resolver, pero serían muy poco los estudiantes e inclusive ninguno, ya que esta situación tiene cierto grado de dificultad o restricción y obviamente una de ellas es que el movimiento es en dos dimensiones. Otra condición por la que se puede proponer, es que se asume que en los grados anteriores ya han trabajado el Teorema de Pitágoras.

Si una persona se desplaza con una trayectoria rectilínea inicialmente 6m hacia el este y luego se desplaza de la misma forma 8m hacia el sur:

- a. ¿Cuál es el desplazamiento total de la persona?
- b. ¿Cuál es la distancia total recorrida?

Consideramos que los conocimientos físicos y matemáticos, las tareas (actividades), las técnicas, la tecnología y las teorías propuestas para desarrollar este modelo epistemológico referente a la diferencia físicamente hablando, entre las magnitudes físicas distancia y desplazamiento, en el movimiento rectilíneo, cumplen con las condiciones necesarias para ser enseñada. Es decir, consideramos que es un MER idealizado y puesto en cuestionamiento para llevar a cabo la enseñanza de las magnitudes físicas distancia y desplazamiento, en el movimiento rectilíneo.

CAPÍTULO 3

ENFOQUE CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

3.1 FUNDAMENTOS DEL CONCEPTO DE SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS

En el momento en que se habla sobre *sistematizar experiencias*, solemos generar una relación con recolectar, escoger y organizar información bajo ciertos parámetros. Pero cuando la palabra *sistematizar* va acompañada del vocablo *experiencias* su significado se transforma. La recolección de información, la manera de proceder y trabajar con ésta, es basada en el análisis crítico constante, además de su vinculación con los acontecimientos vividos y los agentes participantes de la experiencia en concreto. Este análisis crítico del agente sobre su experiencia, genera la posibilidad de discernir y deliberar sobre las características de una actividad específica, para lograr comprender sus fortalezas y debilidades; también, se espera reconocer enseñanzas y aprendizajes, las cuales son las consecuencias de la actividad que se ha realizado.

Según la Guía de Sistematización de Experiencias: Haciendo Memoria de las Redes de Apoyo (2009), los cimientos de la sistematización de experiencias, se remonta a los años setenta, en América Latina. Fue debido a la reflexión de las profesionales del trabajo social, motivadas en la insatisfacción de los resultados de sus investigaciones. Se preguntaban si la forma en que se llevaba a cabo su tarea era inapropiada o esto se debía a las características difíciles de los escenarios donde realizaban sus investigaciones. A partir de dichas reflexiones, las trabajadoras sociales determinaron:

- Su educación intelectual estaba permeada por el contexto social de Estados Unidos, cuyos escenarios políticos, económicos y culturales difieren a los de los pueblos latinoamericanos. Por consiguiente, sus bases y sus acciones no cumplían con las necesidades y el avance social de los pueblos.
- Desconocían en gran parte las condiciones de vida y los aspectos sociales de las comunidades con las que interactuaban. Ante estas falencias, decidieron mejorar su socialización con dichas poblaciones. Como consecuencia, debían replantear su forma de investigar.
- Comprendieron que sus bases intelectuales sólo serían un punto de apoyo, de tal forma que tenían que replantear criterios para socializar y participar en el desarrollo social de las poblaciones en ejercicio, para así garantizar sus objetivos conservando el aspecto facultativo. Es decir, se realizó una transformación en la forma de abordar dicho trabajo social.

En consecuencia, en la época de los setenta y ochenta empezaron a evidenciarse cambios sociales y políticos, los cuales a su vez permitieron transformar las bases en la formación académica de las ciencias sociales y humanas en América. De tal forma que en los currículos surgieron cambios, convirtiendo en indispensable las experiencias sociales, con la finalidad de lograr que el profesional se comprometa, vivencia y participe de las necesidades de las poblaciones más desamparadas.

La repercusión de este suceso en nuestro territorio se evidenció a través de la creación de diversas corrientes sociales en la salud, en los grupos indígenas, en la educación, en grupos de género, en empresas, en grupos culturales y en las comunicaciones. De igual modo, se crearon muchas más que fueron las encargadas de influir políticamente y contribuir en el bienestar social en muchas de nuestras comunidades.

Dichas corrientes que surgieron en nuestro país, como también las del resto de Latinoamérica, estuvieron influenciadas por las Pedagogías Críticas³, La Investigación Acción Participativa-IAP (su ideología se encuentra en la sección 4, como parte del enfoque metodológico del trabajo) y la Teología de la Liberación.

Por tanto, a partir de las reflexiones de las profesionales del trabajo social de los años sesenta, que influenciaron los cambios en las ciencias sociales y humanas entre los años setenta y ochenta, que a su vez generaron corrientes en los diferentes contextos sociales, políticos, económicos y religiosos, corrientes influenciadas por los movimientos: Investigación Acción Participativa, La Teología de la Liberación y de Las Pedagogías Críticas, podemos decir que la *Sistematización de Experiencias* surgió como una necesidad de evidenciar situaciones a través del análisis y la reflexión sobre el quehacer cotidiano y, a partir de los agentes que intervienen en dichas prácticas, surgen teorías que permiten mejorar las actividades y que éstas pueden ser construidas por los mismos individuos partícipes de dichas experiencias. Es decir las acciones y las teorías son consecuencia, una de la otra.

De igual modo, estos análisis y reflexiones a determinadas prácticas, deben apuntar a que las poblaciones menos favorecidas, logren una igualdad de oportunidades, como aquellas que han monopolizado la educación académica, técnica y profesional. También, encontramos que aquellos análisis y reflexiones a las prácticas en cuestión, no deben ser ajenos a estamentos políticos, económicos, académicos, religiosos y sociales. Por esto, en síntesis consideramos que las características antes expuestas sirven como fundamentos teóricos para sentar bases para realizar nuestro trabajo.

En este caso, al hacer una reflexión crítica sobre la actividad de enseñanza-aprendizaje en un aula de clases, pretender encontrar formas en que los educandos logren eficientemente adquirir nuevos conocimientos o transformar sus saberes previos o ideas previas, en cuanto a la disciplina de Física. El principal agente de la reflexión crítica y de ese pretender

³Citadas de la Guía de Sistematización de Experiencias: Haciendo Memoria de las Redes de Apoyo del Ministerio de Protección Social (2009)

encontrar formas, es el educador, el cual a través de sus acciones y de sus reflexiones en su experiencia pedagógica logre visualizar las dificultades y, así mismo, las soluciones en su quehacer, con la influencia de sus compañeros de labor y de los mismos educandos; ya que estos reflexionan y emiten juicios, tanto de las acciones del docente como de ellos mismos.

Ahora, al realizar una reflexión crítica de una experiencia educativa, no solo se debe tener en cuenta el contexto social donde se desarrolla, sino también el contexto histórico en que transcurre; es decir, la motivación principal para que los sujetos que intervienen en dichas acciones (en nuestro caso, educador y educando) emitan, adquieran o transformen su conocimiento, depende en gran parte de su entorno familiar y de personas allegadas, pero estos a su vez están permeados por un momento económico, político y religioso a nivel nacional o mundial. Y no debemos dejar de lado, que los sujetos por el hecho de ser seres humanos tienen formas particulares de percibir, sentir, interpretar y reaccionar.

3.1.1 Algunos conceptos sobre sistematización de experiencias

En este momento, nos dedicaremos a presentar algunos conceptos que se reconocen como *sistematización de experiencias*. Actualmente, las sistematizaciones de experiencias se presentan a través de diversos aspectos, cuya finalidad es en síntesis: *“el análisis de una actividad vivida, con miras a ponerla en cuestionamiento para poder mejorarla”*.

Ahora bien, algunos de estos aspectos son: a) A partir de las experiencias se crean o se transforman saberes. b) Existe una relación de enseñanza-aprendizaje entre los agentes que intervienen en estas prácticas y los afectados por éstas. c) Como consecuencia, que los agentes que intervienen en dichas experiencias logren analizar, reflexionar y ver desde otros puntos de vista la realidad de nuestros contextos de vida.

Los siguientes son algunos conceptos de sistematización de experiencias:

Para El Taller Permanente de Sistematización de la Pontificia Universidad del Perú, es:

Un proceso permanente y acumulativo de creación de conocimientos a partir de las experiencias de intervención en una realidad social. Ello alude a un tipo de conocimientos a partir de las experiencias de intervención, aquella que se realiza en la promoción y la educación popular, articulándose con sectores populares y buscando transformar la realidad. (1998, p. 2)

Para Oscar Jara

La sistematización es aquella interpretación crítica de una o varias experiencias que, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, descubre o explicita la lógica del proceso vivido en ellas: los diversos factores que intervinieron, cómo se relacionaron entre sí y por qué lo hicieron de ese modo. La Sistematización de Experiencias produce conocimientos y aprendizajes significativos que posibilitan apropiarse de los sentidos de las experiencias, comprenderlas teóricamente y orientarlas hacia el futuro con una perspectiva transformadora. (2004, p.4)

Barnechea & Morgan la conciben como:

La reconstrucción y reflexión analítica sobre una experiencia, mediante la cual se interpreta lo sucedido para comprenderlo. Ello permite obtener conocimientos consistentes y sustentados, comunicarlos, confrontarla con otras y con el conocimiento teórico existente, y así contribuir a una acumulación de conocimientos generados desde y para la práctica (2007, p. 12)

El Centro Latinoamericano de Trabajo Social, dice que:

Permite entender científicamente una práctica, una experiencia en la cual se ha participado para, a partir de ello, elaborar nuevos conocimientos que permitan no sólo comprender más, sino contribuir a convertir este nuevo conocimiento en una herramienta útil para transformar nuestra realidad”. (Guía de Sistematización de Experiencias: Haciendo Memoria de las Redes de Apoyo, 2009, p. 17)

María Dolores Meléndez, afirma que:

Muchas son las definiciones y conceptualizaciones acerca de la sistematización, desde una forma de recuperación de la memoria de la experiencia a partir de la reflexión teórica, hasta un tipo de investigación que produce un saber singular, cuyo propósito es el incidir de inmediato sobre la realidad de la práctica o experiencia. (2012, p. 12)

Desde el punto de vista de la Sistematización de Experiencias en Educación, para Escobar & Ramírez es:

Memoria crítica y reconstructiva de lo que los y las educadoras han hecho y han sido como sujetos pedagógicos y en consecuencia ubica la importancia de la narrativa como recurso metodológico en este tipo de investigación y que la acción sustantiva que caracteriza la sistematización de experiencias educativas es la producción de saber-conocimiento pedagógico sobre estas experiencias (2010, p. 3).

A partir de los conceptos descritos anteriormente sobre sistematización de experiencias, seguidamente se da una apreciación para este trabajo de lo que significará la sistematización de experiencias de tal manera que dicha acepción pueda ser coherente con lo explicitado en los referentes teóricos.

3.1.2 Hacia una definición de lo que es una sistematización de experiencias:

De los anteriores conceptos retomados se podría decir que la sistematización de experiencias es una forma de deliberar críticamente sobre unas prácticas, sobre los agentes que intervienen en ella, sobre las labores que se llevaron a cabo y sobre el entorno donde se desarrollaron, para seguidamente recopilarlas organizadamente. Como consecuencia de dicha metodología lograr renovar los saberes que intervienen en las diferentes prácticas en cuestión, inclusive llegar a crear otros saberes, que contribuyan al mejoramiento de dichos procesos.

De esta forma, las nuevas perspectivas de ver los saberes, demandan particularidades relevantes en la sistematización de experiencias, como por ejemplo, para llevarla a cabo, es inobjetable que los agentes directamente implicados sean los intelectuales de la sistematización de experiencias. Es decir, lo más importante es que los agentes del proceso realicen su reproducción, reflexión y transformación, al fin y al cabo, estas experiencias favorecerán al desarrollo de las mismas, y a los respectivos agentes implicados.

El hecho de que en este método los agentes que intervienen en dichas prácticas, a la par sean quienes teorizan, hace que la sistematización de experiencias tenga una connotación social y humana, porque en ésta no interviene una sola persona, sino un equipo conformado por varios individuos, los cuales tienen sus propias motivaciones e intereses para ser partícipes en este proceso, lo que hace que sean reconocidos socialmente.

Como en la sistematización de experiencias intervienen varias personas, no sólo las prácticas sufren transformaciones, sino también dichas personas. Es decir, a partir de intervenir en el análisis y reflexión de los procesos, van a identificar saberes, aprender de dichas prácticas, proponer cambios en los procesos, contribuir a transformar dichas actividades y por último lograr socializar dicha investigación.

3.2 LA SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS DESDE UN ENFOQUE METODOLÓGICO

Desde el enfoque metodológico, la Sistematización de Experiencias se puede decir que es consecuencia de una Investigación, que desde luego hay acciones y donde hay agentes que participan en ella y la hacen posible. De aquí que un referente para dicha Sistematización es la corriente Investigación-Acción Participativa (IAP)

3.2.1 Investigación acción-participativa (IAP)

En Colombia da inicios alrededor de 1970. Uno de sus impulsores es el sociólogo barranquillero Orlando Fals Borda, en asocio con otros sociólogos y antropólogos. Su trabajo se fundamenta en el análisis social y la intención de lograr el reconocimiento de la población menos favorecida. Para ello, debían conocer y hablar en el mismo lenguaje de dichas comunidades, como también hacer observaciones y comunicarse a partir de ser partícipes en las experiencias o actividades de estas poblaciones. Esto, lo encontramos expresado a continuación:

Llegamos a declarar que las gentes del común merecen conocer más sobre sus propias condiciones vitales para defender sus intereses, que aquellas otras clases sociales que han monopolizado el saber, los recursos, las técnicas y el poder mismo, es decir, que debemos prestar a la producción del conocimiento tanto o más atención que a la producción material. Así podíamos inclinar la balanza en pro de la justicia para los grupos desprotegidos de la sociedad. (Guía de Sistematización de Experiencias: Haciendo Memoria de las Redes de Apoyo: 2009, p. 15)

Entre sus bases fundamentales más relevantes encontramos:

- La Investigación, como un referente esencial en toda práctica.

- Dicha Investigación debe ser un concepto democrático. Es decir, debe estar presente en las prácticas de toda índole social, sin diferencia de género y mucho menos de raza.
- Reestructurar la forma de adquirir un conocimiento; éste no sólo debe ser tipo de intelectual, también debe ser producto de la relación entre el saber académico y el saber en la acción social. En gran porcentaje, debe fortalecer la relación con las prácticas que existen entre las poblaciones populares; es decir, romper con la forma de adquirir y teorizar el conocimiento tradicionalmente.

Estas bases fundamentales apuntan en que si se quieren lograr cambios en los contextos sociales, es necesario conocer la realidad de las poblaciones donde se quiere intervenir. Y para lograr dicha transformación social es donde se hace necesario una metodología que esté direccionada en la producción de conocimiento propositivo y transformador. Dicha metodología (IAP) se basa en la revisión, en el debate, en la reflexión de las actividades y en la construcción de saberes entre los diferentes agentes de dichas poblaciones. Dicho de otra forma, el proceso IAP se enfoca en hacer frente a las realidades sociales, cuyos actores principales deben ser los integrantes de dichas poblaciones, sean estudiados o no, y así mismo sean los transformadores relevantes de sus realidades.

Una implicación de la intervención de la IAP es lograr el reconocimiento histórico, de los agentes que han transformado la realidad social. Otra de las implicaciones es que dichas poblaciones sean autogestoras de dicha metodología, siendo consciente de ella y así apropiarse de dicho proceso de una forma racional y reflexiva.

Además la metodología IAP no termina con la transformación de la realidad social en un momento, ni con la construcción de saberes, sino que este proceso debe ser cíclico, es decir, siempre se debe estar pensando en la reflexión y renovación, ya que las acciones tienen una influencia del momento histórico; por tanto, no hay realidad absoluta, está en continua transformación.

El análisis a estas bases fundamentales de la IAP, se pueden resumir en unas frases emitidas en el VI Foro de Ministros de Desarrollo Social de América Latina (2007), así:

El eje central de la IAP debe plantearse como un proceso cíclico de reflexión – acción - reflexión, en el que se reorganiza la relación entre conocer y hacer, entre sujeto y objeto, configurando y consolidando con cada paso la capacidad de autogestión de los implicados. Es un contexto investigativo más abierto y procesual.

La IAP quiere superar la investigación al servicio de unos pocos (una clase privilegiada), y la investigación para las universidades – bibliotecas solamente.

La investigación y la ciencia deben estar al servicio de la comunidad; ayudarla a resolver sus problemas y necesidades y a planificar su vida. (p. 2)

Las bases de la IAP las tendremos en cuenta para llevar a cabo nuestro trabajo, es decir hacer una reflexión de nuestro quehacer académico, del contexto social donde se lleva a cabo y de los agentes que intervienen en este análisis, pretendiendo mejorar dichas acciones. Por consiguiente, realizar una deliberación crítica y exponer soluciones en nuestra forma de enseñar y en el aprendizaje, pretendiendo transformar la realidad de nuestros educandos, de nosotros sus orientadores y de las otras Instituciones que intervienen en la educación.

CAPÍTULO 4

RECONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

La reconstrucción y análisis de la experiencia se hará bajo los parámetros del enfoque metodológico de una Sistematización de Experiencias en conjunto con los fundamentos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico.

En la sección 4.1 se hará la reconstrucción de la experiencia, a partir de los hechos que motivaron a realizar la Sistematización de la experiencia y en la sección 4.2 se harán los análisis de dichos hechos.

4.1 RECONSTRUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Desde la propuesta de Sistematizar la experiencia y tomando como referente La Guía de Sistematización de Experiencias: Haciendo Memoria de las Redes Sociales de Apoyo (RSA), la reconstrucción como punto de partida está demarcada por identificar los hechos o hitos, podríamos decir qué fenómenos didácticos, que se consideren importantes reconocidos en la experiencia, que a la vez estén en relación con el planteamiento del problema (eje de la sistematización), con el objeto general y con los objetos específicos.

4.1.1 Hitos o hechos que inspiraron la reflexión crítica de la experiencia

Los siguientes hechos son los que motivaron la narrativa y reflexión crítica de esta experiencia en el contexto educativo, más exactamente en un aula de clases, los cuales también se construyen desde la dimensión económica, es decir a partir de la OM y la OFM propuestas en la institución educativa:

4.1.1.1 Primer hecho: “La *Eliminación de la disciplina matemática y afines*”

Cuando ingresé al Liceo, fui contratado para enseñar Física de noveno grado a once. Quise hacer un diagnóstico respecto a una de las condiciones necesaria para realizar buenos cursos de Física, como es el de saber el grado del conocimiento y del pensamiento numérico de los educandos. Empecé por las operaciones básicas, como una resta de este tipo: a 9000 restarle 8765 y más de uno la realizó mal, inclusive esto pasó con estudiantes de grado once. Igual sucedió cuando llegamos a que realizaran sumas o restas o combinadas con los números enteros. Así mismo al operar sumas y restas con los fraccionarios, sobre todo cuando eran de tres fracciones o más y en la mayoría de los casos con las heterogéneas, como también al operar los decimales. Igual al operar las potencias y expresiones radicales. También presentaron muchas falencias cuando llegamos al repaso de ecuaciones con varias variables y se les solicitaba despejar una de ellas.

En general la mayoría de los educandos presentaban errores en los procesos y operaciones u otros no recordaban, inclusive más de uno quería hacer uso de la calculadora, o del celular, al tratar de realizar las operaciones básicas, como son la suma, la resta, la multiplicación (en este caso, la mayoría no se sabían las tablas), la división, la potenciación, la radicación, inclusive la logaritmicación, con cada uno de los conjuntos de números que componen el conjunto de los número reales, así mismo presentaron falencias en las operaciones con números expresados en notación científica y también con el despeje de una variable o incógnita en una ecuación.

A partir de dicho diagnóstico propuse a los estudiantes, que las actividades que se realicen en el aula y donde haya la necesidad de realizar operaciones, las hagan “primero a mano” es decir a lápiz y papel, luego que usen la calculadora para verificarlas y que en las evaluaciones no se haga uso de la calculadora.

Para evidenciar este primer hecho a continuación, presentamos los scanner de varios exámenes donde se pueden apreciar las diferentes falencias en la resolución de las operaciones:

Handwritten student work for a physics exam. The work is divided into two main sections: distance and displacement.

Distance Section (Left):

- Formula: $2. x = \sum | \Delta x |$
- Calculation: $x = |2| + |0m| + |0m| + |2m| + |0m| + |10m| + |8m|$
- Result: $x = 34m$

Displacement Section (Right):

- Formula: $\Delta x = x - x_i$
- Calculations:
 - $\Delta x = 2m - 0m$ / $\Delta x = 2$
 - $\Delta x = 8m - 2m$ / $\Delta x = 6m$
 - $\Delta x = 8m - 8m$ / $\Delta x = 0m$
 - $\Delta x = x - x_i$ / $\Delta x = 8m - 8m$ / $\Delta x = 2m$
 - $\Delta x = x_i - x_i$ / $\Delta x = 0m - 0m$ / $\Delta x = 10m$
 - $\Delta x = x - x_i$ / $\Delta x = 10m - 0m$ / $\Delta x = 10m$
 - $\Delta x = x - x_i$ / $\Delta x = 2m - 10m$ / $\Delta x = -8m$

Figura 9. Examen de Física de un estudiante de 10° grado; respecto a la distancia y el desplazamiento

Podemos observar que para hallar uno de los desplazamientos debe restar $2m - 10m$ y como resultado el estudiante colocó $8m$, el menos se ve repintado, el cual lo hice yo. Para verlo con más claridad se puede observar que, los desplazamientos debía hallarlos para al aplicarle los valores absolutos, encontrar la distancia, lo cual se puede ver al lado izquierdo de gráfica. También ocurre con el desplazamiento donde $0m - 8m$ le da como resultado $8m$, como también el de $6m - 8m$ le da como resultado $2m$. Es decir estos resultados no son correctos.

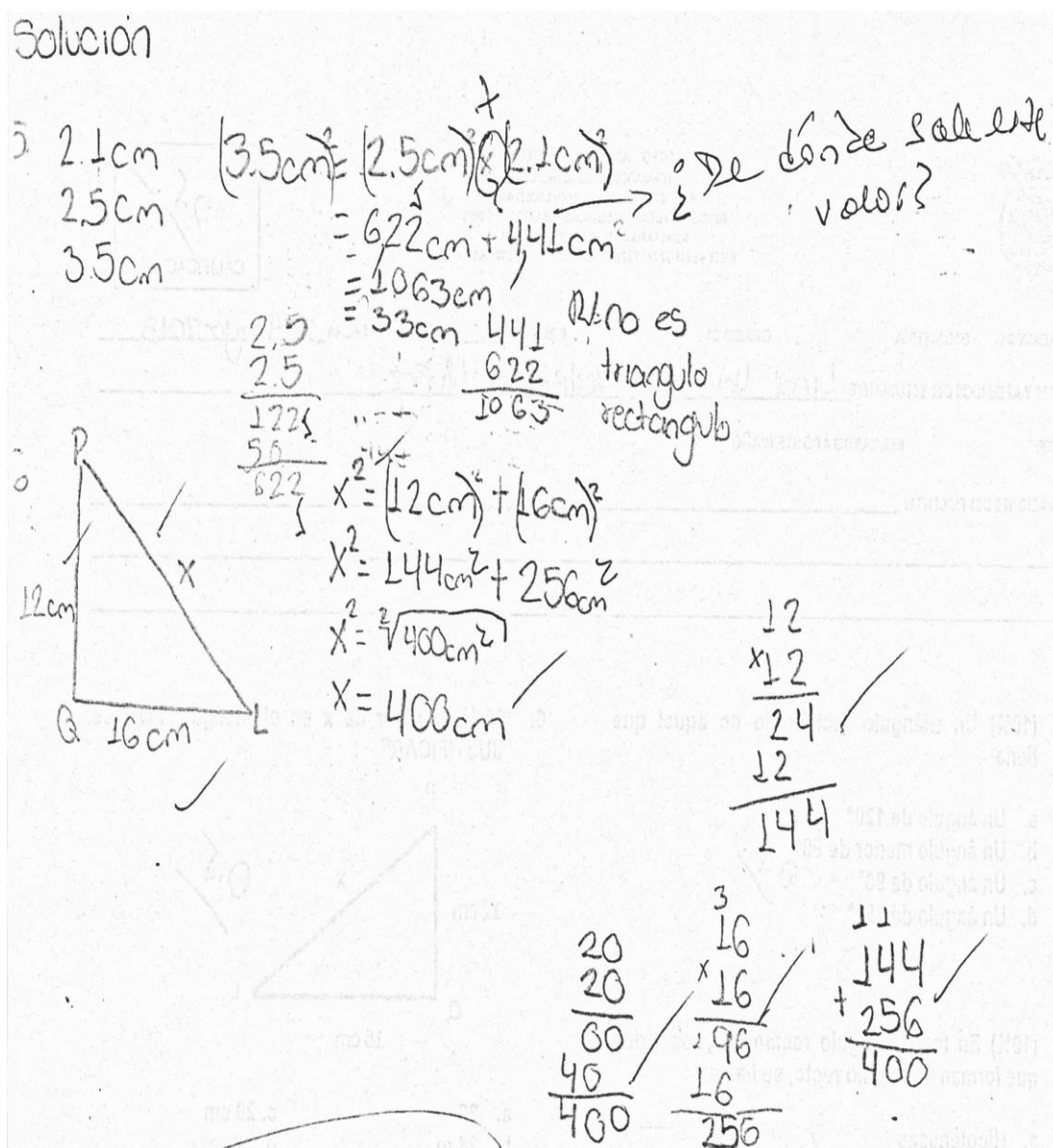


Figura 10. Examen de Geometría de un estudiante de grado 8°, respecto al Teorema de Pitágoras

Como se puede observar el estudiante resolvió sin dificultad las potencias de la situación inferior, pero podemos intuir que, no se ven las operaciones correspondientes a las potencias de la situación superior, además vemos multiplicaciones con decimales, donde sus resultados son números enteros, lo cual indica que hay falencias en el proceso de cómo se realizan las multiplicaciones con decimales.

Solución

$$K = ^\circ C + 273$$

$$C = 37^\circ C$$

$$K = ^\circ C + 273$$

$$K = 37^\circ C + 273$$

$$K = 310^\circ K$$

$$F = (9/5)^\circ C + 32$$

$$F = 9/5^\circ C + 32$$

¿por qué solo este valor?

$$F = 1,8 \cdot 37^\circ C + 32$$

$$F = 66,6 + 32$$

$$F = 98,6$$

La persona tendría fiebre la temperatura está mayor que lo normal, lo que debe estar una persona, el promedio de la temperatura normal de una persona es 98,6

El agua hierve a 100°C

~~100 x 32~~

¿por qué?

$$100 + 273 = 373^\circ K$$

¿por qué?

$$100 + 98,6 = 212^\circ F$$

273
37
310

Figura 11. Examen de Física de grado 8°. Conversiones entre escalas de temperatura

Observamos que no aparece la división de 9 entre 5, tampoco la multiplicación entre 1,8 y 37 y además en la suma de 100 más 98,6 el resultado es errado, es decir la suma de un entero con un decimal.

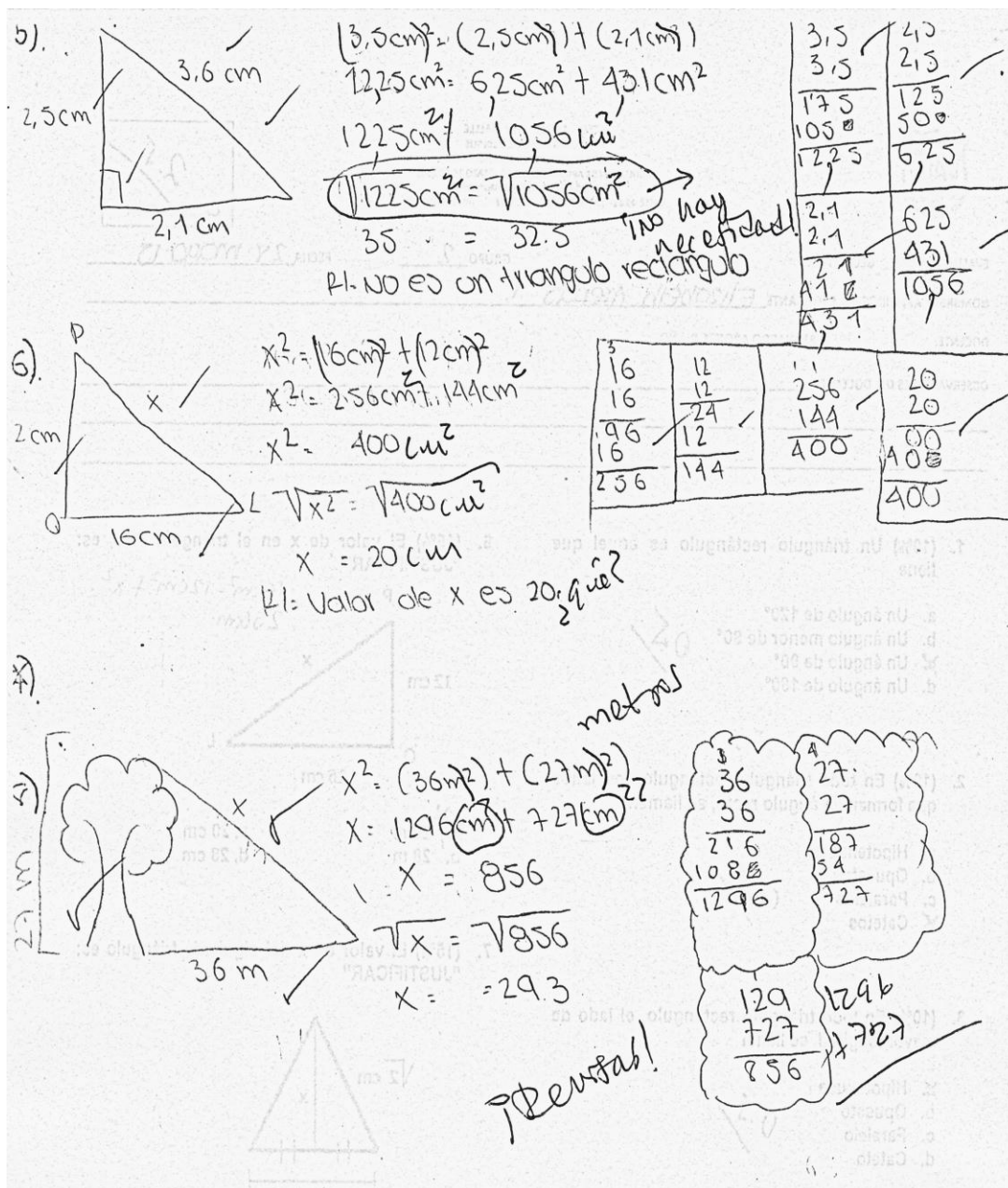


Figura 12. Examen de Geometría de grado 8°. Teorema de Pitágoras

Se puede observar que las multiplicaciones de la situación inferior las realizaron correctamente, pero en las de la parte superior no colocó las comas o punto de los decimales correspondientes, esas comas las puse yo en el proceso de corrección. Para verificar se pueden observar los resultados para sacar las raíces cuadradas.

6) $K = ^\circ C + 273$
 $^{\circ}F = (9/5)^{\circ}C + 32$

$K = 37 + 273$
 $K = 310$

$^{\circ}F = (9/5)37 + 32$

$\frac{9}{5} \frac{37}{1} + 32 = \frac{333}{5} + 32 = \frac{333}{5} + \frac{160}{5} = \frac{493}{5} = 98,6$

7) esto equivale a $43^{\circ}C$ estaria practica-mente hirviendo.

8) $K = ^\circ C + 273$
 $^{\circ}F = (9/5)^{\circ}C + 32$

$\frac{9}{5} \frac{100}{1} + 32 = \frac{900}{5} + 32 = 180 + 32 = 212$

Figura 13. Examen de Física de grado 8°. Conversión entre escalas de Temperatura

En el punto 6 podemos observar que la multiplicación de $9/5 \times 37$ la realizó bien, pero al sumar el resultado de dicha operación con 32 podemos ver claramente que está muy confundido para realizarla.

Igual pasa con la suma de fraccionarios en el punto 8

6) $E = K \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ✓
 $E = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{2 \times 10^{-2} \text{ C} \cdot 3 \times 10^{-2} \text{ C}}{(0,5 \text{ m})^2}$ ✓
 $E = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{6 \times 10^{-2} \text{ C}}{0,25 \text{ m}^2}$ ✓
 $E = \frac{54 \times 10^7 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \cdot \text{C}}{0,25 \text{ m}^2}$ ✓
 $E = -2,16 \times 10^7 \text{ N}$ ✓
 Quecido positivo ✓

7) $F = K \cdot \frac{Q}{r^2}$ ✓
 $F = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{3 \times 10^{-2} \text{ C}}{(1 \text{ m})^2}$ ✓
 $F = \frac{27 \times 10^7 \text{ N m}^2/\text{C}}{1 \text{ m}^2}$ ✓
 $F = 2,7 \times 10^7 \text{ N/C}$ ✓
 a (b) o opción E

3) $Q_1 \oplus$ $Q_2 \oplus$
 Se duplica ya que q_1 y q_2 no se duplican al reducir la fuerza se expande

Handwritten calculations on the right side of the page:

$$\begin{array}{r} 0,5 \\ 0,5 \\ \hline 2,5 \\ 00 \\ \hline 0,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54/0,25 \\ 11 \quad 2,16 \\ 14 \quad 2,16 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27/1 \\ 0 \quad 2,7 \\ 7 \end{array}$$

Figura 14. Examen de Física de grado 11. Fuerza Eléctrica y Campo eléctrico

Este examen corresponde a un estudiante de grado once. Podemos observar claramente que la división entre 54 y 0.25 no ha sido realizada como debe ser y por ende, el resultado no es correcto.

También podemos observar que la división entre 27 y 1, le da como resultado 2.7

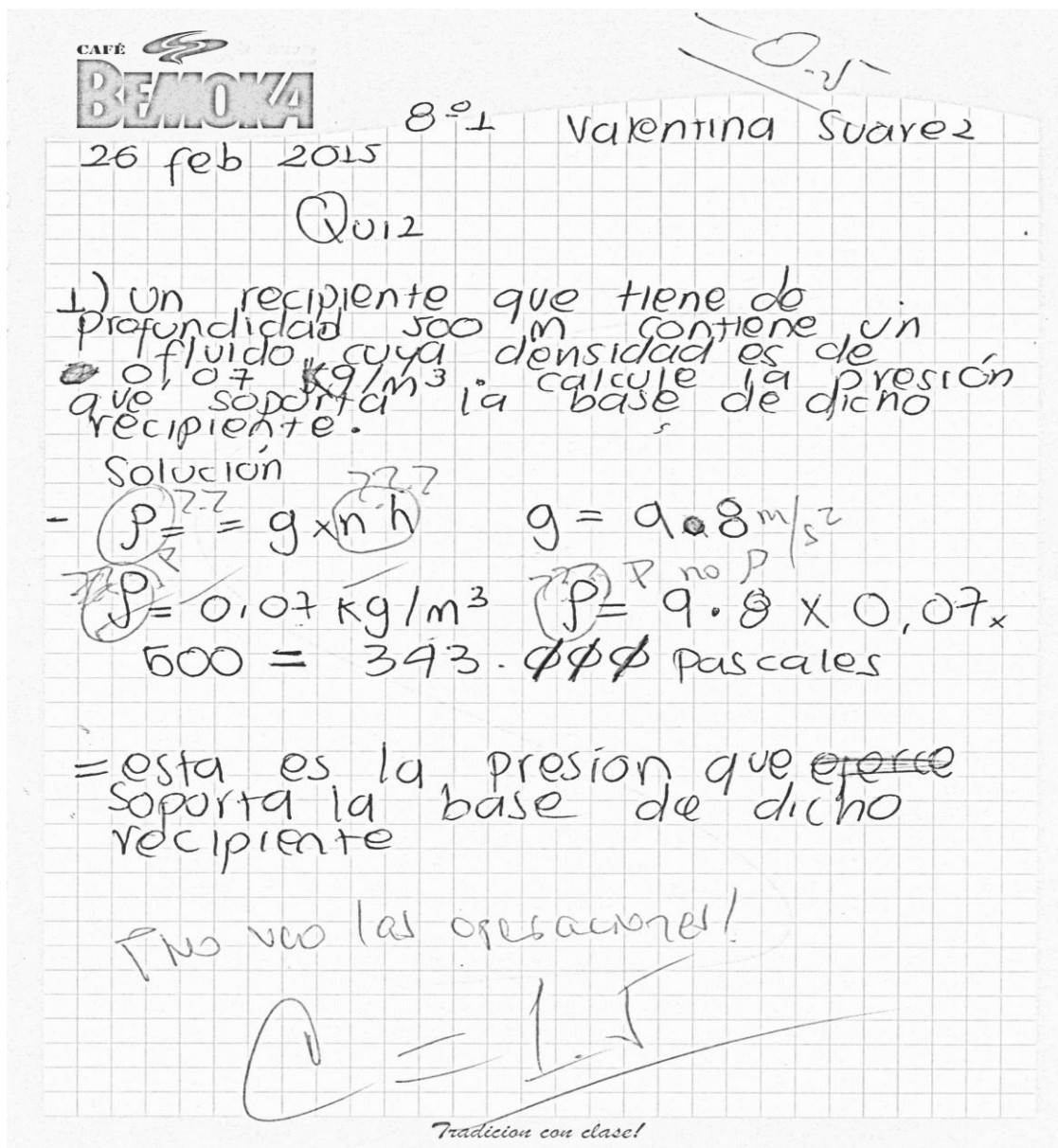


Figura 15. Examen de Física grado 8º. Presión Hidrostática

Para hallar la presión que ejerce un fluido sobre la base de un recipiente debe multiplicar la gravedad, la densidad del fluido y la profundidad a la que está dicha base. Como podemos observar no realizó las multiplicaciones, lo más probable porque hay valores con decimales y si observamos en la parte superior aparece un - 0.5 que coloqué por haber tratado de usar la calculadora.

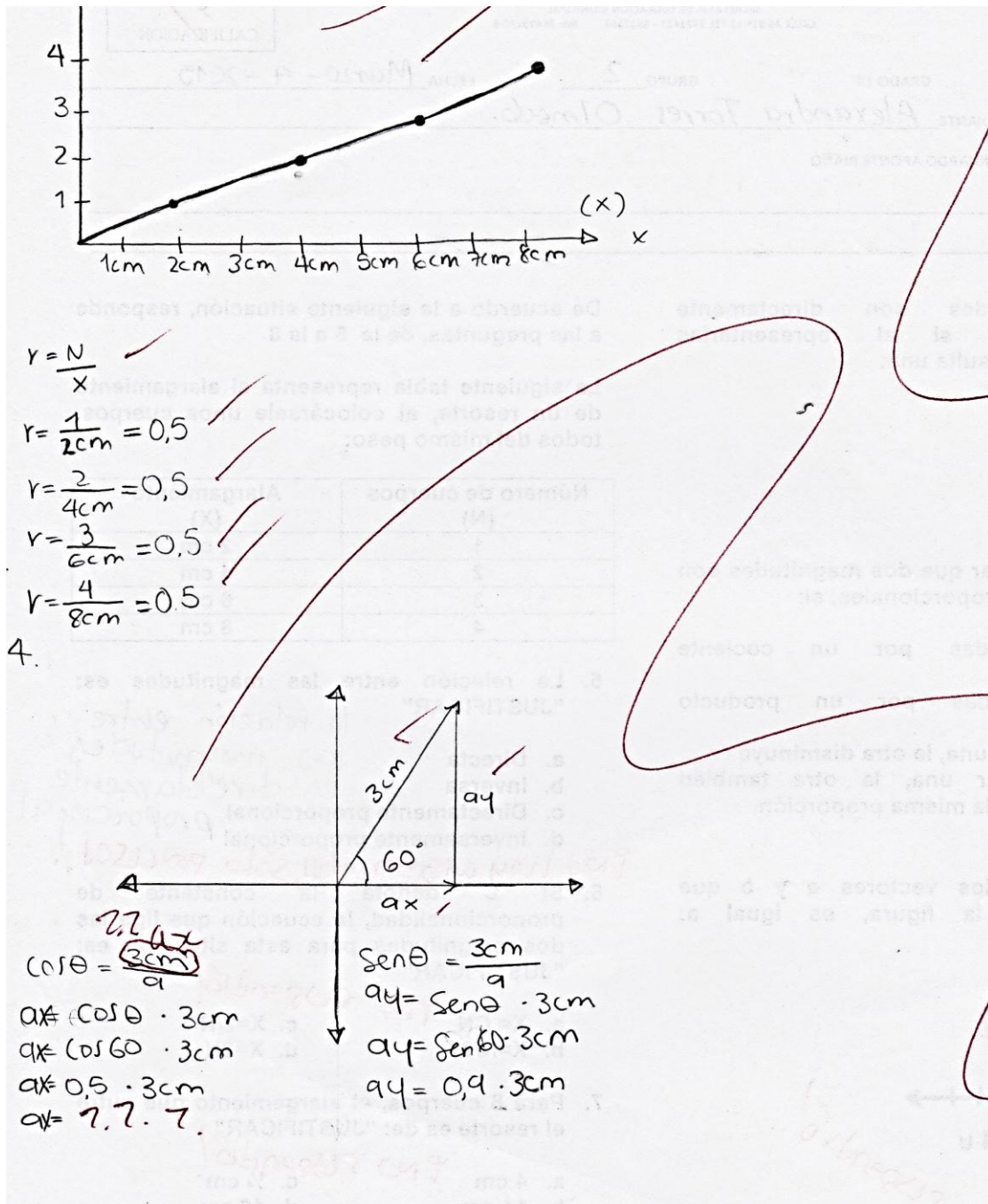


Figura 16. Habilitación de Física de grado 10°

En el punto cuatro podemos observar que no pudo concluir el proceso, lo más probable porque tenía que multiplicar un decimal por un entero, es decir no multiplicó $0,5 \times 3 \text{ cm}$ como tampoco $0,9 \times 3 \text{ cm}$.

Juan José Rico 9-2 Física

Ciertos Quirógrafos como el Murelelago, emiten ultra sonido. Si la frecuencia del sonido es de $3 \times 10^5 \text{ Hz}$, ¿cuál será la longitud de onda?

DESARROLLO

$$V = \frac{\lambda}{T} \checkmark$$

$$T \cdot F = 1 \checkmark$$

$$F = \frac{1}{T} \checkmark \quad T = \frac{1}{F} = \frac{1}{3 \times 10^5 \text{ Hz}} = 2.22 \checkmark$$

$$\begin{array}{l} 2.22 \\ 3 \times 100000 \quad 300000 \text{ Hz} \quad 2.22 \\ \rightarrow V \cdot T = \lambda \quad 340 \text{ m/s} \quad 300000 \end{array}$$

$$\lambda = 2.0$$

Figura 17. Examen de Física de grado 9°. El sonido

Podemos observar que no pudo resolver la operación 1 dividido 3×10^5 , es decir no pudo movilizar una operación donde hay un número en notación científica, que a su vez también hay presente un manejo de la potenciación.

4.1.1.2. Segundo hecho: “Hacer” y no “Saber hacer”

El siguiente hecho fue el que más motivó a realizar este trabajo. Continuando con el diagnóstico del que se habló anteriormente y siguiendo un orden del currículo, pasando de la aritmética al álgebra, se preguntó: ¿cómo se resuelve un binomio al cuadrado o mejor el cuadrado de un binomio?, ante lo cual ningún educando respondió, se ocurrió escribir en el tablero dicha expresión algebraica $(a + b)^2$ y la reacción de varios estudiantes fue decir “profesor yo sé hacer eso”, ante lo cual, esta situación se interpretó de que los estudiantes aprendieron a “hacer” y no a “saber hacer”; a lo cual se preguntó “quién quería resolverlo”, más de un estudiante quería salir, hubo inconsistencias pero entre todos se pudo realizar.

Con el transcurrir de las clases se siguió identificando este fenómeno. Como el Liceo se rige por un Enfoque Pedagógico Integrador⁴, donde la función del docente es de mediador, de innovador y de motivador de experiencias, da pie a que los profesores tengamos cierta autonomía en aplicar un modelo pedagógico o en llevar a cabo una metodología de clase, surgió la siguiente pregunta *¿cómo se debe enseñar o mejor qué condiciones se deben tener en cuenta para que los educandos no se queden en el hacer sino que puedan lograr el saber hacer?*

⁴ PEI del Liceo. Pág. 103

El Enfoque Pedagógico Integrado se entiende como una manera especial de seleccionar, organizar, construir y evaluar el conocimiento y las relaciones sociales que se dan en torno a la institución educativa. Esto nos permite tener un currículo flexible que implica una selección, secuencia y ritmo en el aprendizaje, a este enfoque subyace algunos principios de la pedagogía crítica, constructivista y conceptual. Con los cuales llevaremos a cabo el proceso de formación ellos se verán expresados en el currículo, el cual estará formulado desde las necesidades de los estudiantes, intereses, los problemas que se generan en el entorno social, porque nuestra visión pedagógica está orientada a promover en los estudiantes una aptitud crítica/constructiva frente al mundo para que sean líderes, creativos, respetuosos de Dios y la Humanidad, logrando ser transformadores positivos y miembros útiles de nuestra sociedad.

4.2 ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

El análisis de los hechos citados en el anterior apartado, se realizará teniendo en cuenta algunos fenómenos didácticos, la dimensión ecológica, la dimensión económica, citados en la TAD y así mismo, el MER construido (dimensión epistemológica).

4.2.1 Del primer hecho: “*La Eliminación de la disciplina matemática y afines*”

Por el diagnóstico realizado a los estudiantes cuando llegué al Liceo, en el año lectivo 2011-2012, por el seguimiento realizado a la propuesta hecha a los mismos respecto al uso de la calculadora y por lo observado en los escáneres de los exámenes, se podría decir que en esta experiencia se evidencia el fenómeno didáctico “*La Eliminación de la disciplina matemática y afines*”, en el sentido de que la mayoría de los educandos no son conscientes de la importancia de realizar las operaciones básicas: sumas, restas, multiplicaciones (inclusive las tablas de multiplicar), divisiones, potenciación, radicación y logaritmación, con los números naturales, enteros, racionales, fraccionarios, decimales, inclusive operaciones con los números representados en notación científica. Realizar en lo posible las operaciones antes descritas, contribuyen en potenciar el pensamiento numérico, pensamiento con el cual se dinamiza el razonamiento numérico, el razonamiento inductivo y deductivo y así mismo el razonamiento lógico.

Leithold (1998, p. 13) al respecto dice: “*La tecnología debe incorporarse para mejorar la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo, **no** para reemplazar las matemáticas o restar importancia a los temas teóricos*”.

Recordemos que la Física hace uso de las Matemáticas, sobre todo en el sentido de medir y así mismo darle significado a dicha medida. Por tanto la Física, de esta forma contribuye en movilizar y potenciar el pensamiento matemático. Respecto a esta situación Abril & Villamarín, sostienen que:

El papel de la ciencia en los procesos de aprendizaje se dan con la matematización de ideas que permiten al individuo ser capaz de transformar su realidad mejorando el estatus que se le da a la didáctica y enfatizando en que ésta no es una rama de la pedagogía sino por el contrario es una ciencia que absorbe la práctica del docente en la escuela como problema de estudio desde lo real y no como un mecanismo de fórmulas que pretenden ajustar a un modelo de educación sin valorizar el quehacer del maestro y la interacción del mismo con los estudiantes (2008, p. 2).

Las actividades matemáticas para el desarrollo integral de un individuo también están contempladas en los Lineamientos Curriculares del MEN, cuya estructura se basa en tres parámetros, a saber: Procesos, Conocimientos Básicos y los Contextos. Dicha estructura la resumimos con el siguiente diagrama:

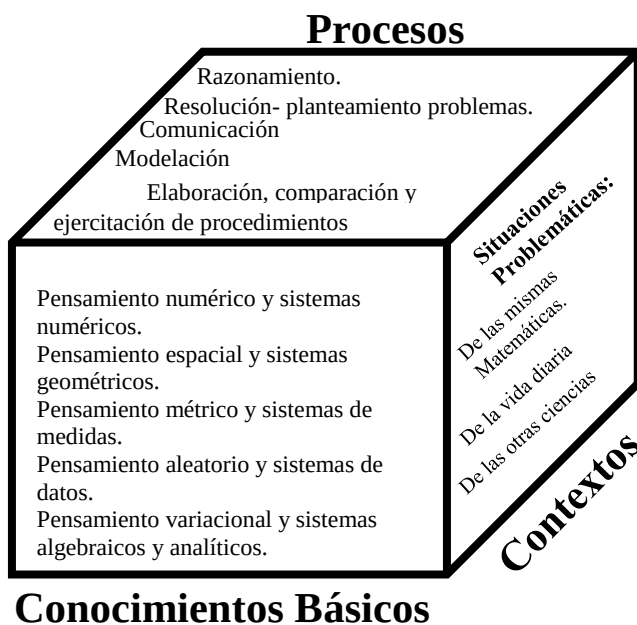


Figura 18. Estructura de la propuesta de los Lineamientos Curriculares de Matemáticas

En cuanto a las actividades matemáticas, los lineamientos sostienen que:

Cuando hablamos de la actividad matemática en la escuela destacamos que el alumno aprende matemáticas “haciendo matemáticas”, lo que supone como esencial la

resolución de problemas de la vida diaria, lo que implica que desde el principio se integren al currículo una variedad de problemas relacionados con el contexto de los estudiantes.

(p. 97).

Y hasta donde se sabe, realizar operaciones a papel y lápiz es hacer matemáticas, tanto como lo es el uso de las TIC.

Además del fenómeno didáctico *eliminación de la disciplina de las matemáticas y afines*, se puede decir que se ha identificado otro en la experiencia, como es el de *la desalgebrización del currículo de la secundaria obligatoria*, en el sentido de que cuando se trata de demostrar una fórmula o ecuación, son pocos los estudiantes que le prestan la debida importancia. Los que la consideran de relevante, dicen que “es bueno saber de dónde se sacan las fórmulas y así se memorizan con concientización y más facilidad”.

También este fenómeno de la *desalgebrización*, se puede decir, que se presenta cuando se le dice a los estudiantes que “primero resuelvan la situación algebraicamente y luego sí aritméticamente” y muchas de las veces los estudiantes dicen que “les queda más fácil cuando es con números”, se trata de motivarles a trabajar algebraicamente, diciéndoles que así “los procesos se minimizan, que en cualquier momento se pueden simplificar algunas variables y que también las cantidades a operar son más pequeñas”; pero, incluso de esta manera, la restricción que presentan los estudiantes en este aspecto es aún bastante persistente.

Es claro decir que este fenómeno es consecuencia de otros, por el de *la irresponsabilidad matemática de los estudiantes*, por *la alineación didáctica* y por *la eliminación de la disciplina de las matemáticas y afines*.

La irresponsabilidad matemática de los estudiantes, en el sentido de que los estudiantes no le han dado la debida importancia a las expresiones algebraicas en la solución a situaciones problema, sobre todo su aplicación como un proceso y un concepto en situaciones en el estudio de los fenómenos físicos. En los estudiantes hace falta conciencia en el sentido de

que una ecuación, que es una expresión algebraica, es un parámetro que sirve para relacionar magnitudes físicas y que además permite potenciar el pensamiento variacional. Sólo la perciben como una forma de realizar cálculos.

En los lineamientos curriculares en matemáticas se hace alusión, a la relevancia de la relación entre la variación de magnitudes, así:

Respecto al álgebra, se considera que en un primer momento generaliza patrones aritméticos y posteriormente se constituye en una potente herramienta para la modelación de situaciones de cuantificación y de diversos fenómenos de variación y cambio, es por ello que debe involucrar entre otros aspectos el uso comprensivo de la variable y sus diferentes significados, la interpretación y modelación de la igualdad y de la ecuación, las estructuras algebraicas como medio de representación y sus métodos como herramientas en la resolución de problemas, la función y sus diferentes formas de representación, el análisis de relaciones funcionales y de la variación en general para explicar de qué forma un cambio en una cantidad produce un cambio en otra, y la contextualización de diversos modelos de dependencia entre variables, todos éstos desarrollos propios del pensamiento variacional. (p. 33).

Alineación didáctica en el sentido de que los estudiantes no son totalmente conscientes de la importancia que han tenido y que tienen las matemáticas en nuestro desarrollo social, científico y cultural, y que además han y siguen respondiendo a interrogantes a que los mismos estudiantes se plantean en cuanto a los fenómenos socio-culturales y físicos.

La eliminación de la disciplina de las matemáticas y afines, en el sentido de que las instituciones piensan que el problema de la asimilación de las matemáticas se debe a falta de motivación, a problemas en la forma de concebir los conocimientos y por tanto proponen no exagerar en las tareas, como también que éstas no sean de niveles altos de resolución; como consecuencia, la importancia que amerita esta disciplina y las que se relacionen con ella, han perdido en trascendencia en las instituciones y la atención se traslade a las otras disciplinas donde no se movilicen.

La preocupación respecto a este hecho, se basa en preguntarnos, para qué aprendimos a realizar operaciones con el conjunto de los números reales, como son la suma, la resta, la multiplicación, la división, la potenciación, la radicación, inclusive la logaritmación y también las operaciones con números expresados en notación científica y además, lo que respecta a los porcentajes. Para luego, ¿olvidar sus conceptos, sus procesos, su significación y su representación?, se podría decir que se evidencia en esta situación otro fenómeno didáctico contemplado en la TAD y es el de *la atomización del proceso de la enseñanza*, es decir, que las actividades matemáticas nombradas anteriormente se queden en unos hechos anecdóticos o mejor sean tratados como unos hechos aislados, de esta situación Gascón dice: “La enseñanza se convierte entonces en un conjunto atomizado de actividades aisladas, de “anécdotas” matemáticas independientes entre sí y encadenadas arbitrariamente” (1999, p. 9).

La alusión y el análisis a este hecho, no es de restarle importancia al aporte de las tecnologías en el sistema educativo, en especial en esta institución, sino que los educadores que participamos en ella y donde hacemos uso de las TIC, repensemos sobre su uso, como en qué benefician y en qué pueden perjudicar.

4.2.2 Del segundo hecho: “Hacer” y no “Saber hacer”

Para lograr resolver situaciones problema, una condición necesaria, debe ser tener claros los conceptos y en nuestro caso, de los fenómenos físicos con los cuales se deben realizar dichas competencias.

Una condición para comprender los conceptos, sería en parte la apropiación del lenguaje físico-matemático, esto se ha percibido cuando un estudiante al tratar de comunicarse con el profesor o un compañero de clase no usa el lenguaje adecuado, por ejemplo, en vez de usar

las palabras referentes a los conceptos, las reemplaza por las palabras: eso, éste, ésta, lo que está aquí, estos, éstas, etc., lo cual no lleva a una interiorización y a una apropiación a largo plazo de dichos conceptos. Para que esta condición se cumpla, se requiere que el educador esté pendiente y sea exigente permanentemente en que los educandos cuando den cuenta de un fenómeno o para resolver una situación problema, se dirijan usando el lenguaje físico-matemático.

Una consecuencia de no cumplir con esta condición, es que como el educador habla en el lenguaje físico-matemático, los estudiantes obviamente no van a entenderlo y eso crea apatía por parte del educando y así mismo su atención se desvía hacia otros intereses diferentes a los de la clase que se quiere llevar a cabo.

Otro ejemplo, donde se hace clara la evidencia de que los educandos no se apropian de los conceptos es el siguiente: hay muchos estudiantes que factorizan una expresión algebraica, pero se les pregunta acerca de su concepto, ¿qué es o qué entienden por factorización?, lo más probable es que digan cómo se factoriza, pero no en qué consiste, es decir “*hacen*” pero “*no saben qué hacen*”

De ahí que, si hay inconvenientes con el significado de un concepto, surja la pregunta *¿qué condiciones son necesarias para enseñar, cuando hay que hacer distinción entre dos conceptos que en la cotidianidad se asumen que significan lo mismo y además para hallar sus magnitudes no se usan los mismos procesos?*

Por ejemplo, con los conceptos de magnitudes físicas, distancia y desplazamiento, en el devenir cotidiano para la gente del común y la concepción de los estudiantes en una primera instancia, son sinónimos. Al cuestionar a los estudiantes dando pautas de que no significan lo mismo, la distinción más común a la que llegan, es que distancia es la medida del camino de un lugar a otro y el desplazamiento es la acción de recorrer ese camino, en esencia dan a entender que es lo mismo, al igual que su medida.

Dado que en el curso de Física es importante que estos dos conceptos los educandos los tengan claros, porque hay situaciones donde son aplicables; como por ejemplo en el estudio, más adelante, del movimiento parabólico, donde la trayectoria que describe un cuerpo es una línea curva, llamada parábola y el desplazamiento corresponde a la línea recta que se trazaría desde el lugar de donde parte el cuerpo hasta el punto donde al caer toca el suelo o tierra y que recibe el nombre de alcance máximo horizontal.

De otra forma, es una situación donde si no se tienen claros estos conceptos, sus diferencias y en qué situaciones coinciden, no es posible resolver situaciones problema eficientemente, además para hallar sus magnitudes los procesos subyacen bajo expresiones algebraicas, llamadas ecuaciones en el contexto matemático y en el físico, fórmulas.

A partir de la situación comentada en la descripción del segundo hecho, respecto al binomio al cuadrado, al ejemplo sobre la factorización nombrado al comienzo de este análisis, al tratar de dar respuesta a la pregunta *¿qué condiciones son necesarias para enseñar, cuando hay que hacer distinción entre dos conceptos que en la cotidianidad se asumen que significan lo mismo y además para hallar sus magnitudes no se usan los mismos procesos?* y, en especial al reflexionar sobre la situación de que los educandos no se queden en el “*hacer*” y alcancen el “*saber hacer*”, se propone un cambio en la metodología en la enseñanza, pasar del aplicacionismo, (en el sentido de que el estudiante espera que se le diga qué tema se va a tratar, que se le defina el concepto del fenómeno físico a estudiar, se le dé una fórmula, se den ejemplos y luego se propongan actividades similares a los ejemplos que realizó el profesor, simplemente por lo general cambiar los valores) a una más cercana al constructivismo.

La metodología propuesta consiste en primera instancia, en crear unas condiciones donde el estudiante logre ser más consciente y asimismo apropiarse con más sentido de los conceptos de los fenómenos físicos, buscando potenciar su habilidad para ser más competente en resolver situaciones problema. Una de las condiciones consiste en propiciar debates acerca del concepto del fenómeno o fenómenos físicos a tratar y es a partir de que el educador nombre o escriba en el tablero el fenómeno a estudiar y preguntar, *¿qué*

entienden o a “qué les suena” lo escrito en el tablero?, es decir, a partir de unas ideas previas o concepciones, construir el concepto.

Luego de haber construido el concepto lo más cercano al científico, es construir una ecuación o fórmula. Muchas de las fórmulas en Física se construyen a partir del concepto del fenómeno físico a estudiar, por tanto por lo regular, en conjunto con los educandos también se construyen dichas expresiones algebraicas.

Seguidamente, se les propone una actividad, la cual deben sin ayuda del profesor tratar de resolverla. Es aquí en esta instancia donde se ha presentado con más ahínco limitaciones a la metodología propuesta; los educandos sugieren y hasta exigen que primero el educador desarrolle un ejemplo y que luego ellos ya realizan los demás, exigencia porque educandos han dicho al educador “que para eso se le paga, no para que les enseñen a pensar, sino que como usted es el que sabe, tiene que enseñarnos a resolver”. Ante esta situación el educador, en la mayoría de estos casos toma la actitud un poco emancipadora y conciliadora, sugiriéndoles que *“hagan un esfuerzo por resolverlo”*, que *“se tomen la molestia de pensarlo individualmente o con otros compañeros, por lo menos unos cinco minutos”*.

La mayoría de las veces la respuesta ha sido positiva, surgen estudiantes que logran pensar en las situaciones propuestas, incluso llegando a resolverlas, seguidamente el educador sugiere que aquel estudiante o alguno de los estudiantes que han resuelto la situación la resuelvan en el tablero; en ocasiones ya estudiantes motivados a trabajar, le piden al profesor que todavía no lo desarrollen en el tablero, que ellos quieren hacer el intento; ante esta situación el educador sugiere que el estudiante que necesite orientación la solicite a aquellos estudiantes que ya han logrado terminar o en su defecto al educador.

A los estudiantes que ya han terminado y que van a colaborar a otros, el educador les sugiere que no digan cómo lo hicieron sino que procuren darles pautas de que primero entiendan la situación planteada y que sigan intentando resolverla. En estas ocasiones la mayoría de los estudiantes han sido receptivos y han trabajado, una minoría no se siente a

gusto y optan por no realizarlas y desvían su atención hacia otras actividades o conversar pero no del tema propuesto.

Respecto a las limitaciones identificadas al llevar a cabo la metodología propuesta descrita anteriormente, se podría decir que en esta situación se pueden evidenciar varios fenómenos didácticos: uno podría ser que el modelo pedagógico llevado a cabo por la mayoría de los profesores que han enseñado y enseñan asignaturas donde se movilicen las matemáticas en la institución, es *el aplicacionismo*; otros podrían ser algunos de los fenómenos didácticos en matemáticas descritos en el análisis del anterior hecho, transponiéndolos análogamente a la enseñanza de la disciplina de la física, a saber: *la irresponsabilidad física de los estudiantes, la irresponsabilidad matemática de los estudiantes, la desalgebrización del currículo de la secundaria obligatoria, la alienación didáctica de la enseñanza y la atomización del proceso de la enseñanza.*

El aplicacionismo en el sentido de que los saberes se dan a los educandos como herramientas rígidas o terminadas, es decir sin dar lugar a pensar y debatir su epistemología, porque su importancia y su utilidad en diferentes contextos, incluso al resolver las situaciones problema ni se tienen en cuenta estos saberes, ya que por lo regular en este modelo, las tareas que deben realizar los estudiantes, son propuestas después de que el educador ha realizado unas cuantas y es donde el estudiante atomiza (aísla) esos saberes, es decir sólo le interesa realizar unos procesos sin sentido, pensando que toda situación se resuelve de igual forma como las realizó el profesor, tanto que el resultado a que se llega no es cuestionado.

La irresponsabilidad física de los estudiantes, donde una de las consecuencias de éste fenómeno es la falta de compromiso con las tareas y actividades sugeridas donde se movilicen los fenómenos físicos, pero esto debido a que en gran porcentaje no son conscientes de la importancia en la trascendencia de que su estudio ha sido de utilidad y sigue siendo para su bienestar en salud, comodidades y en responder a las inquietudes que los mismos estudiantes perciben sobre los fenómenos físicos que ocurren en la cotidianidad.

La irresponsabilidad matemática de los alumnos da lugar a que los educandos no cumplan a cabalidad con las tareas propuestas, debido a que en gran medida no son conscientes de que haciendo uso de las matemáticas se puede dimensionar la importancia de la incidencia de los fenómenos físicos en su diario vivir.

La desalgebrización del currículo de la secundaria obligatoria: es percibido cuando en la mayoría de los educandos al tratar de demostrárseles una fórmula, se actúa de apatía y además porque saben que en las evaluaciones no se les pide una demostración sino la aplicación de la ecuación. También se da por el fenómeno antes nombrado, es decir no son conscientes de que una expresión algebraica de la naturaleza de una ecuación implica una forma de relación entre magnitudes físicas, sea directa, inversa, directamente o inversamente proporcional o en otros sentidos de relación y simplemente la conciben como una herramienta para realizar cálculos. Otra situación en el trato de las fórmulas es la tendencia de la mayoría de los estudiantes al resolver situaciones problema, rápidamente reemplazar las variables por sus magnitudes y por último despejar la variable de la cual se quiere hallar su magnitud, en vez de despejar primero la variable de la cual se desconoce su magnitud, incluso habiéndoles dicho que la ventaja es que al resolver algebraicamente en un momento se pueden simplificar algunas magnitudes y así minimizar los cálculos matemáticos. La resistencia a este proceso es que los educandos aducen que entienden más con números que con letra, evidencia de la desalgebrización y de la irresponsabilidad matemática de los estudiantes.

La alineación de didáctica de la enseñanza: se manifiesta en la resistencia de los estudiantes a tomar conciencia de la importancia del estudio de la asignatura de física y de las matemáticas, en gran parte, porque sienten que es una imposición social y cultural.

La atomización del proceso de la enseñanza: se da cuando los educandos resuelven situaciones problema sin sentido, es decir sólo se apropian de los procesos y dejan de lado el concepto del fenómeno físico que está en juego y consecuentemente se les dificulta o no puedan resolver las actividades propuestas.

Algunas de las situaciones planteadas anteriormente están contempladas en los Lineamientos Curriculares de las Ciencias Naturales, emanadas por el MEN, por ejemplo cómo se debe construir el saber, el conocimiento científico y su aplicación en la cotidianidad.

La estructura curricular de los lineamientos se constituye bajo tres parámetros:

- a) El sujeto que actúa para construir conocimiento, representado en los procesos de pensamiento y acción;
- b) El conocimiento científico básico por reconstruir; y
- c) El Mundo de la Vida de donde proviene y al cual se refiere todo conocimiento (p.70)

El parámetro que hace alusión a los procesos de pensamiento y acción, consiste en que el educando debe ser un actor activo para construir su conocimiento y lo cual es consecuente con el artículo 91 de la Ley General de Educación, donde dice que “el alumno o educando es el centro del proceso educativo y debe participar activamente en su propia formación integral”.

Los procesos de pensamiento y de acción se basan en niveles de complejidad y que van de acuerdo a los grados que vayan cursando. Estos niveles se deben lograr de acuerdo a la construcción del conocimiento matemático en conjunto con la construcción del conocimiento biológico, químico y físico. De acuerdo al nivel de complejidad para los grados décimo y undécimo los modelos algebraicos se deben complejizar de tal forma que los estudiantes sean capaces de lograr deducciones al relacionar magnitudes físicas en situaciones problema. Esas deducciones deben alcanzarlas a través de observaciones, tomando datos, dimensionando medidas, manipulando las variables, realizando experimentos y cálculos, empleando gráficas y tablas y lleguen a realizar inferencias entre lo que piensa de cómo es el mundo y en lo que realmente es.

Los saberes y el conocimiento científico deben construirse dando respuesta a los problemas que el ser humano encuentre en su mundo y gracias a las diferentes formas en que se ha

construido (ya que todos los educandos no conciben los conceptos homogéneamente), nacen nuevos problemas y cuestionamientos.

De otra forma, como lo enuncia este documento, el educando de los grados décimo y undécimo

Debe ser capaz de adquirir y generar conocimientos científicos y técnicos más avanzados a través del trabajo en investigación en el que se muestre siempre como un individuo crítico y creativo, reflexivo con capacidad de análisis y de síntesis y con un profundo compromiso ético que lo oriente hacia el mejoramiento cultural y de la calidad de vida. (p.105)

Para tratar de evidenciar las limitaciones y las potencialidades de la propuesta del cambio en el modelo pedagógico de la enseñanza en la institución educativa, pasando del aplicacionismo o enseñanza tradicional a uno cercano al constructivismo, se realizaron entrevistas a algunos educandos de los grados 10ºs, como también de algunos que hasta su graduación de bachiller, en julio del 2015, se resistieron a dicho cambio, las cuales presentamos a continuación:

Nombre: Juan David Rios Gomez Curso: 11-1 Edad: 16	
¿Qué temas has visto en física?, ¿recuerdas algo sobre estos?	Magnetismo, electricidad, dinámica, cinemática, circuitos eléctricos, presión, energía, termodinámica, M.A.S (Movimiento Armónico Simple).
¿Cómo enseña el profesor Bernardo?	Ha dejado de lado métodos inductivos y propone partir del conocimiento previo para construir ideas con la clase.
¿Qué opinas de esta clase?	Es excelente, sin lugar a dudas me fomenta un mayor razonamiento cualitativo.
¿Cómo evalúa el profesor?	De 1 a 5. En sus evaluaciones parciales debería considerarse implementar más preguntas (solo hace 1 pregunta). Además es notorio que es muy flexible frente a preguntar.
¿Al iniciar clases con el profesor qué pensabas, cómo te sentías?	En un comienzo pensaba que su método no era el mejor pero como menciona anteriormente ha mejorado. Por ende al comienzo de cada clase me siento motivado a pensar y a fortalecer mi razonamiento.
¿A medida que tomabas más clases con él, cambiaba tu modo de pensar o sentírte?	Sí, lo que él ha propuesto no se captaba de manera puntual en un comienzo. Pero a medida que pasaba el tiempo pudo inculcar de manera eficiente su método, haciendo que más de una persona (incluyendome) tuviera más habilidades.
¿Qué piensas ahora de su manera de enseñar?	Excelente.
¿Qué rescatas de su manera de enseñar?	La manera en que da a entender los conceptos. Es un marco teórico muy amplio que se describe con situaciones concretas y ejemplos.
¿Qué le mejorarías a su clase?	Su manera de evaluar.
¿Cómo te sientes en esta clase?	Muy bien con respecto a su metodología y su forma de tratar a los estudiantes.

Figura 19. Entrevista a un estudiante de grado 11

Nombre: <u>Valeria Giraldo</u> Curso: <u>11-1</u> Edad: <u>16</u>	
¿Qué temas has visto en física?, ¿recuerdas algo sobre estos?	Campo eléctrico, ley de Coulomb, leyes de Newton, energía potencial y mecánica. Sí me acuerdo de todos los temas, bastante.
¿Cómo enseña el profesor Bernardo?	Su metodología de aprendizaje, es sacar el concepto de un tema nuevo, a partir de otros ya aprendidos. Nos enseña a utilizar estos conceptos en situaciones de la vida cotidiana.
¿Qué opinas de esta clase?	Me parece una clase excelente ya que es de una manera más dinámica que las demás. Nos obliga a usar nuestro conocimiento y a aprender más.
¿Cómo evalúa el profesor?	con quizzes y evaluaciones de final de periodo, además con la participación en clase.
¿Al iniciar clases con el profesor qué pensabas, cómo te sentías?	Al iniciar clases con él, fue muy difícil ya que el profesor cambió la metodología de aprendizaje a la que estábamos acostumbrados.
¿A medida que tomabas más clases con él, cambiaba tu modo de pensar o sentírte?	Sí, cambió mi forma de pensar y aprender en cierta forma manera ya que en sus clases aprendo de forma diferente a las demás.
¿Qué piensas ahora de su manera de enseñar?	Que es una excelente metodología, porque obliga a los estudiantes a pensar más y a esforzarse más.
¿Qué rescatas de su manera de enseñar?	Que es en cierta forma práctica y se aprenden bien los conceptos.
¿Qué le mejorarías a su clase?	Que fuera aún más dinámica, por ejemplo; hacer experimentos de acuerdo al tema que se está viendo.
¿Cómo te sientes en esta clase?	Bien, porque se me da muy bien su materia, y aprendo fácilmente.

Figura 20. Entrevista a un estudiante de grado 11

Nombre: <u>Angie Patricia Echeverri Barrera</u> Curso: <u>11-1</u> Edad: <u>15 años</u>	
¿Qué temas has visto en física?, ¿recuerdas algo sobre estos?	ley de Coulomb, gravedad, potencia
¿Cómo enseña el profesor Bernardo?	me parece muy buena ya que tiene un método de enseñanza muy diferente a los demás profesores, el método porque es innovador.
¿Qué opinas de esta clase?	Es muy didáctica se practica mucho lo enseñado y cuando se practica se aprende más.
¿Cómo evalúa el profesor?	de participación en clase, de los quiz y talleres de confrontación. Pues creo que el docente de sacar notas de taller para tener más oportunidad.
¿Al iniciar clases con el profesor qué pensabas, cómo te sentías?	Me parecía super chvere porque se notaba el conocimiento y la seguridad del profesor y de sus conocimientos entonces esto nos daba tranquilidad y seguridad.
¿A medida que tomabas más clases con él, cambiaba tu modo de pensar o sentírte?	Si cada vez cambiaba algo sobre los conocimientos de física lo que pensaba sobre ella y profundizar más conocimientos, conocer más sobre lo que es el mundo de la física.
¿Qué piensas ahora de su manera de enseñar?	Pienso que es entretenida y muy importante para nosotros como estudiantes ya que por este método se obtiene más conocimiento.
¿Qué rescatas de su manera de enseñar?	Que es muy efectiva para aclarar y conocer conceptos.
¿Qué le mejorarías a su clase?	nada porque todo me parece muy bueno.
¿Cómo te sientes en esta clase?	Bien me siento de agrado y tranquila de preguntar cualquier cosa.

Figura 21. Entrevista a un estudiante de grado 11

	Nombre: <i>jose Miguel Aguado</i> Curso: <i>11-1</i> Edad: <i>19</i>	
1	¿Qué temas has visto en física?, ¿recuerdas algo sobre estos?	El trabajo, la electricidad, ondas No, la verdad no recuerdo bien
2	¿Cómo enseña el profesor Bernardo?	Pues en lo personal no me gusta porque yo entiendo mas facil con valores y el lo hace algebraicamente y siempre me gusta su manera de explicar, no permite que se recuperen quizas perdidos
3	¿Qué opinas de esta clase?	La clase es muy interesante osea los temas que dan son muy comunes de la vida diaria y es de mantener mucha logica
4	¿Cómo evalúa el profesor?	No me gusta su manera de evaluar porque si uno pierde un examen no da la oportunidad de recuperar y no perjudica mucho, ya que
5	¿Al iniciar clases con el profesor qué pensabas, cómo te sentías?	Pues nada me siento y espero a que comience la clase, me siento normal.
6	¿A medida que tomabas más clases con él, cambiaba tu modo de pensar o sentirte?	Por la verdad si uno se va dando cuenta de la logica de las cosas yo se que nosotros el mejor en la clase pero siempre e aprendido muchas cosas que el nos a sabido explicar con hechos de la vida comun y corriente asi no seamos lo que hagamos todo tiene una logica
7	¿Qué piensas ahora de su manera de enseñar?	El es buen profesor pero como digo a mi su manera de enseñar no me entra, digo que es bueno porque hay personas que le entienden bien pero no todos tenemos las mismas capacidades de entender y
8	¿Qué rescatas de su manera de enseñar?	De que hay personas que si le entienden y se enfoca mucho en la vida diaria
9	¿Qué le mejorarías a su clase?	Que fuese mas didactica, que explicara de una manera en la que todos podamos entender por lo menos en mi parte aunque hay mas compañeros que los para lo mismo que hacen a mi
10	¿Cómo te sientes en esta clase?	Bien, pero antes me aburría por que no entendiendo algunos temas y a si es que me pongo a recordar y a hablar aunque ahora estoy tratando de dar un poquito mas de mi parte.

Figura 22. Entrevista a un estudiante de grado 11

Nombre: María José Yohand Curso: 10 ²¹ Edad: 16		
¿Qué temas has visto en física?, ¿recuerdas algo sobre estos?	Velocidad Aceleración Rapidez Movimiento uniforme " uniformemente Acelerado Distancia	Relación entre dos magnitudes Sí, recuerdo gran parte de cada uno de los temas.
¿Cómo enseña el profesor Bernardo?	Su metodología se basa en que nosotros mismos analicemos las situaciones problema, al principio nos explica, luego nosotros mismos copiamos el concepto según lo que entendimos y por último realizamos la actividad en base al concepto dado.	
¿Qué opinas de esta clase?	Me parece muy chevere, es muy interesante y todo el tiempo estás pensando y resolviendo preguntas o actividades que el profe nos deja, es muy bueno que siempre estes haciendo algo referente al tema visto.	
¿Cómo evalúa el profesor?	Tema visto, tema evaluado.	
¿Al iniciar clases con el profesor qué pensabas, cómo te sentías?	El profesor dio a conocer su metodología el primer día, me pareció muy interesante aunque al principio me me dificultó un poco, pero con el pasar del tiempo entendí porque nos colocaba a pensar y analizar tanto, estoy muy agradecida con él, porque me ha enseñado que todo se puede resolver y que las respuestas muchas veces uno las tiene, solo es	
¿A medida que tomabas más clases con él, cambiaba tu modo de pensar o sentirte?	Sí, yo me limitaba mucho ya que mi meta solo era ganar el examen y no ir más allá que era lo que el profe estaba pidiendo, que analizáramos y pensáramos, que con el concepto de cierto tema lo ya podías trabajar el ejercicio, pero yo estaba enseñada a que me tenían que dar un ejemplo, entonces mi manera de pensar referente al método de enseñanza cambió.	
¿Qué piensas ahora de su manera de enseñar?	Es muy buena, es interesante y muy educativa que es lo que necesitamos, aprender cada día más.	
¿Qué rescatas de su manera de enseñar?	La paciencia que tiene cuando no se entiende algo, y la manera de explicar un tema, siempre hace que nosotros mismos lleguemos al concepto.	
¿Qué le mejoraría a su clase?	La verdad nada, me gusta mucho así.	
¿Cómo te sientes en esta clase?	Muy tranquila, relajada y dispuesto ha aprender de cada cosa que diga, es muy chevere escucharlo dar una clase porque a medida que pasa el tiempo aprendes más y más.	

Figura 23. Entrevista a un estudiante de grado 10°

Nombre: <i>Luisa Valentina Cano</i> Curso: <i>10°</i> Edad: <i>16</i>	
¿Qué temas has visto en física?, ¿recuerdas algo sobre estos?	<i>medida de física, magnitudes escalares y vectoriales movimiento uniformemente acelerado magnitudes físicas más o menos algunos no me acuerdo muy bien pero otros sí porque ha quedado muy emprendido.</i>
¿Cómo enseña el profesor Bernardo?	<i>Enseña mediante Actividades y explicaciones o por libros y experimentos</i>
¿Qué opinas de esta clase?	<i>Me parece que la clase es buena ya que realizamos actividades y dinámica con los temas</i>
¿Cómo evalúa el profesor?	<i>Mediante Quiz y Actividades, examen final</i>
¿Al iniciar clases con el profesor qué pensabas, cómo te sentías?	<i>No muy segura porque al principio de las clases no se sabía el método de enseñanza o de calificar del profesor</i>
¿A medida que tomabas más clases con él, cambiaba tu modo de pensar o sentírte?	<i>sí porque el método de enseñanza de el profesor es muy diferente al de otros profesores, el modo de pensar de uno era muy diferente porque el profesor te explica el tema y uno mismo resuelve la situación problema que el da así mismo pero va aprendiendo los conceptos de los temas y es más fácil realizar el problema.</i>
¿Qué piensas ahora de su manera de enseñar?	<i>Me parece que es buena ya que te permite pensar más y manejar el concepto físico ya que no solo realizas la actividad si no que uno sustenta mediante los problemas así aprendes más</i>
¿Qué rescatas de su manera de enseñar?	<i>que es muy práctica y manejas los conceptos más fácil ya que te permite que tu mismo realices y resuelvas el problema y te queda más claro el tema hasta que vas más claro</i>
¿Qué le mejorarías a su clase?	<i>que haga más actividades y que resuelva más las dudas.</i>
¿Cómo te sientes en esta clase?	<i>bien y mejor porque ya puedes participar y realizar los ejercicios en clase, y participar más activamente en clase y te permite aportar otras clases de situaciones.</i>

Figura 24. Entrevista a un estudiante de grado 10°

La mayoría de las entrevistas que se muestran corresponden a estudiantes de grado once. Esto debido a que son educandos que empezaron el proceso con el profesor cuando llegó a la institución, es decir cuando cursaban noveno grado y se quería recoger sus impresiones

de esta situación y del proceso del que fueron actores pensando en que son de un gran aporte para este trabajo.

Algunos reconocieron que al comienzo se les dificultó pero la aceptaron cuando fueron conscientes de que con la propuesta didáctica de enseñanza reconocían que se apropiaban de una mejor manera de los conceptos y así mismo cuando los aplicaban para resolver situaciones problema.

Otros no fueron receptivos a la propuesta aduciendo que se les dificultaba, que no todos tenían las mismas capacidades para adaptarse a este cambio metodológico de enseñanza, esto de alguna manera por los fenómenos didácticos contemplados en la TAD y el aplicacionismo antes descritos.

Otra limitante o restricción identificada que conlleva la metodología propuesta, es de no poder cumplir con los contenidos presupuestados en los planes de área por período y por año. Ante esta situación se han tenido que revisar los planes de aula y ajustar los contenidos, teniendo en cuenta los lineamientos curriculares y los estándares de competencias para la enseñanza y aprendizaje de Física del MEN y de acuerdo a la misión y a la visión de la institución educativa.

Además de identificar unos fenómenos didácticos contemplados en la TAD y el aplicacionismo en la reconstrucción y análisis de la experiencia, para complementar dicha reflexión se hizo necesario identificar algunas condiciones y restricciones para realizar el estudio de la obra matemática (OM), para nuestro caso obra físico-matemática (OFM) llevada a cabo en la institución educativa; condiciones y restricciones que se plasmaron en el MER (sección 2.5.1).

Para iniciar dicho estudio, se empezará por analizar la OMF propuesta en el texto de Física, Investigemos 10, que por años ha sido la guía para la enseñanza en la institución.

En cuanto al estudio de las magnitudes físicas distancia y desplazamiento, el texto lo hace de una forma aplicacionista, de una forma rígida emite los conceptos, es decir sin dar lugar a que el estudiante por intermedio de unas actividades pueda cuestionarse y llegar a emitir un juicio sobre estos fenómenos físicos y luego realizar unas aplicaciones. Lo dicho anteriormente se evidencia en la figura 25. Además se puede observar también que lo antes mencionado ocurre para los conceptos de otras magnitudes físicas que se deben tener en cuenta para el estudio de la distancia y el desplazamiento, como lo son el movimiento y la posición:

3.1 Introducción

El fenómeno más frecuente que observamos a nuestro alrededor es el movimiento. Las hojas caen de los árboles, el viento, las olas, los pájaros que vuelan y los animales que corren son cuerpos en movimiento; prácticamente, todos los procesos físicos pueden describirse como el movimiento de partículas, cuerpos o energía que se transfiere de un sistema a otro.

La **mecánica** es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos, fenómeno que puede ser tratado desde dos enfoques diferentes. El primero es la simple descripción del movimiento y el segundo es el análisis de la causa que lo produce.

Cuando nos limitamos a describir el movimiento, nos ocupamos de la parte de la mecánica llamada **cinemática**. Cuando analizamos la causa que produce el movimiento de un cuerpo y estudiamos sus propiedades, nos ocupamos de la **dinámica**. En esta unidad estudiaremos el movimiento de los cuerpos cinemáticamente, limitando la descripción de éste al movimiento a lo largo de una trayectoria rectilínea.

Así por ejemplo, si un automóvil que viaja a la velocidad de 40 km/h desea detenerse en determinado sitio, desde el punto de vista de la cinemática no interesa conocer la efectividad de los frenos, ni la masa del vehículo, sino la distancia en que puede detenerse y el tiempo que requiere para ello.

3.2 El movimiento

3.2.1 Concepto

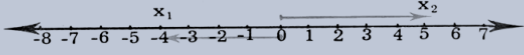
Un cuerpo se encuentra en movimiento con relación a un punto fijo llamado sistema de referencia, si a medida que transcurre el tiempo, la posición relativa respecto a este punto varía. Por ejemplo, un pasajero que viaja en un bus se encuentra en movimiento respecto al suelo pero está en reposo respecto a un sistema de referencia que está dentro del bus. Los estados de reposo o movimiento tienen carácter relativo, es decir, son estados que dependen del sistema de referencia escogido.

3.2.2 Posición de un cuerpo

La posición de un cuerpo sobre una línea recta, en la cual se ha escogido "el cero" como punto de referencia, está determinada por la coordenada x del punto donde se encuentra.

La posición puede ser positiva o negativa, dependiendo si está a la derecha o izquierda del cero, respectivamente. Se llama vector posición ($\vec{x}$) al vector que se traza desde el origen hasta la coordenada posición del cuerpo.

Ejemplo:



Si el cuerpo se encuentra en la posición $\vec{x}_1$ su coordenada respecto al origen es -4 m. Si el cuerpo se encuentra en la posición $\vec{x}_2$, su coordenada será 5 m. Los vectores posición son $\vec{x}_1$ y $\vec{x}_2$.

3.2.3 Desplazamiento

Cuando un cuerpo cambia de posición se produce un desplazamiento. El vector desplazamiento describe el cambio de posición del cuerpo que se mueve de $\vec{x}_i$ (posición inicial) a $\vec{x}_f$ (posición final).

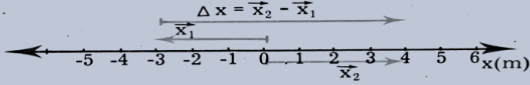
Desplazamiento = posición final - posición inicial
 $\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$

El símbolo Δ es la letra griega "delta" y se utiliza para expresar la variación.

Escribo recorrido, distancia o trayecto

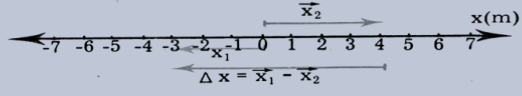
Ejemplos: p. 4. W. 2. p. 4. 5)

- ¿Cuál es el desplazamiento de un cuerpo que cambia de la posición $x_1 = -3\text{m}$ a $x_2 = 4\text{m}$?



$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$
 $\Delta x = 4\text{ m} - (-3\text{m}) = 7\text{m}.$

- Si el móvil cambia de la posición x_2 a la posición x_1 , ¿cuál es su desplazamiento?



$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$
 $\Delta x = -3\text{m} - 4\text{m} = -7\text{m}$

El desplazamiento es negativo porque el cuerpo se mueve de derecha a izquierda.

Figura 25. Imagen escaneada del texto Investigemos 10 (p.33). Donde se visualizan los conceptos de movimiento, de posición y de desplazamiento.

Resuelve los siguientes ejercicios:

Entre los 6 y los 7 segundos el desplazamiento es nulo porque el cuerpo permanece en reposo: $\Delta \vec{x} = 0 \text{ m} - 0 \text{ m} = 0 \text{ m}$.

Finalmente, el cuerpo se desplaza -2 m porque $\Delta \vec{x} = -2 \text{ m} - 0 \text{ m} = -2 \text{ m}$.

El desplazamiento total del móvil se halla calculando la suma algebraica de los desplazamientos en cada intervalo.

$$\Delta x_{\text{total}} = 3 \text{ m} + 0 \text{ m} + 2 \text{ m} + (-5 \text{ m}) + (-2 \text{ m}) = -2 \text{ m}.$$

El desplazamiento anterior también se puede obtener simplemente hallando la diferencia entre la posición final y la inicial:

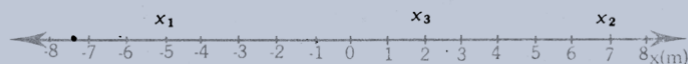
$$\Delta \vec{x}_{\text{total}} = -2 \text{ m} - 0 \text{ m} = -2 \text{ m}.$$

El espacio total recorrido se calcula sumando los valores absolutos de los desplazamientos en cada intervalo:

$$x_{\text{total}} = 3 \text{ m} + 0 \text{ m} + 2 \text{ m} + 5 \text{ m} + 2 \text{ m} = 12 \text{ m}.$$

Observa que siempre el espacio recorrido es una magnitud escalar, mientras el desplazamiento es vectorial.

- a. Una persona se mueve de la posición $\vec{x}_1$ a la posición $\vec{x}_2$ y de ésta a la posición x_3 , tal como lo muestra el gráfico:



- ¿Cuál es el desplazamiento de la persona entre $\vec{x}_1$ y $\vec{x}_2$?
- ¿Cuál es el desplazamiento de la persona entre $\vec{x}_2$ y $\vec{x}_3$?
- ¿Cuál es el desplazamiento total de la persona?

- b. Un cuerpo se mueve a lo largo de una trayectoria rectilínea y ocupa las siguientes posiciones en los tiempos dados:

tiempo s	0	1	2	3	4	5
posición (cm)	6	4	5	5	6	10

- Realiza un gráfico de posición contra tiempo.
- ¿En cuáles intervalos el cuerpo permaneció en reposo?
- ¿Qué desplazamiento sufre el móvil entre 1 s y 3 s?
- ¿Cuál es el desplazamiento total del cuerpo?
- ¿Cuál es el espacio total recorrido?

- c. Un auto se desplaza por una carretera de acuerdo con el siguiente gráfico:

Figura 26. Imagen escaneada del texto Investiguemos 10 (p.35). Donde en la parte se enuncia cómo se calcula el valor del espacio recorrido o distancia

Como se puede observar en la figuras 26 de forma determinante enuncian que el espacio total recorrido (distancia) se calcula sumando los valores absolutos de los desplazamientos

en cada intervalo de tiempo. En el MER (ver sección 2.5) se hace la aclaración que para llegar a los conceptos de los fenómenos físicos, el profesor para construirlos primero los condiciona a un debate a partir de las ideas previas de los educandos. Como también se puede observar en el MER que a partir de una actividad propuesta se llega a construir el proceso para calcular la medida de la distancia

En el texto no hacen alusión a caracterizar las diferentes dimensiones en que ocurren los fenómenos físicos sobre todo el movimiento de un cuerpo, lo cual sería una condición necesaria para que el educando idealice un mejor campo contextual del espacio, como también para que logre ser más consciente del movimiento de un cuerpo con trayectoria rectilínea. Tampoco hacen referencia al concepto de trayectoria, sino de distancia como el espacio recorrido por un cuerpo, donde la perspectiva del espacio es un concepto muy amplio, comparado con el de trayectoria como la clase de línea que describe un cuerpo a medida que avanza en el transcurso del tiempo y que distancia es la medida de la trayectoria resultante. En el MER queda claro el alcance del concepto de distancia a partir del concepto de trayectoria, como también el de las dimensiones bajo las cuales puede moverse un cuerpo.

Para destacar del texto, en sus actividades se pueden apreciar procedimientos analíticos los cuales están inmersos en gráficas, tablas y funciones, de los cuales los lineamientos curriculares en matemáticas dan cuenta, así:

Los procedimientos analíticos tienen que ver con “álgebra”, “funciones” y “cálculo diferencial e integral”. Algunos ejemplos de este tipo de procedimientos son: modelar situaciones de cambio a través de las funciones, las gráficas y las tablas; traducir de una a otra de las distintas representaciones de una función; resolver ecuaciones, etc. (p. 104).

Para el estudio y construcción de los conceptos físicos que aparecen en el MER, también se tuvieron en cuenta, además de los lineamientos curriculares en matemáticas y de física (Ciencias Naturales), los estándares básicos de las competencias en física para los grados décimo y undécimo: los cuales describimos a continuación:

Utilizo las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones.

Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas.

Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.

Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos

Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos (p.140)

Como se puede observar los temas de distancia y desplazamiento que son magnitudes físicas relacionadas con el movimiento rectilíneo, están inmersas en las competencias antes descritas, las cuales son condición necesaria para un buen estudio sobre la Cinemática, como también las matemáticas para el estudio de los temas de física.

Para la construcción del MER, también se tuvo en cuenta el plan de área de la institución; el cual así mismo se realizó a partir de los estándares básicos de competencia y los lineamientos curriculares de física desde algunos desempeños e indicadores.

Desempeños como:

- Determina la relación que existe entre distancia recorrida y tiempo, cuando la velocidad es constante o variable a partir del análisis de gráficas y ecuaciones.
- Identifica el desplazamiento y la velocidad de un cuerpo por medio del análisis de gráficas.
- Dimensiona el desplazamiento, la distancia y la velocidad de un cuerpo por medio del análisis de ecuaciones.

E indicadores de desempeños como:

- A partir de gráficas, identificará la clase de movimiento de un cuerpo, como también el valor de su desplazamiento, de la distancia recorrida y de su velocidad.
- Calculará el desplazamiento, la distancia y la velocidad de un cuerpo a partir de situaciones problema

Por el análisis realizado respecto a este segundo hecho, podemos decir que la obra física propuesta por la institución educativa trata de ceñirse al currículo de ley, al plan área y a lo planteado en el PEI, pero se puede evidenciar por los fenómenos didácticos identificados que en su pretensión de llevarla a cabo es someramente aplicada y sobre todo de sobremanera el modelo educativo diligente corresponde al concepto-aplicación, donde el educando pierde un objetivo que es el de ser crítico y proponente.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

Pienso que haber hecho una reconstrucción y una reflexión crítica de mi experiencia a partir de algunos elementos teóricos que brinda la TAD, ha servido para tomar consciencia de que de esta forma, puedo examinar, ajustar, relacionar y reestructurar mi labor, con el propósito de mejorar en mi forma de enseñar y en este mismo sentido lograr un mejor aprendizaje en los educandos, particularmente en encontrar las condiciones y tener en cuenta las restricciones para lograr potencialidades y tratar de vencer las limitaciones encontradas en el contexto de la educación, especialmente en la enseñanza-aprendizaje en la asignatura de la Física.

También podemos concluir que en el análisis de la experiencia se pudieron identificar y analizar algunos fenómenos didácticos contemplados en la TAD, en la OM propuesta de la institución, a saber: la eliminación de las Matemáticas y afines, la desalgebrización de la disciplina de las Matemáticas, la alienación didáctica y la atomización del proceso de la enseñanza.

El análisis de la experiencia desde la dimensión económica permitió entrever que la OM y la OFM, de la institución educativa, se rige muy puntualmente desde los currículos de ley, como también su PEI, pero sin un mayor alcance o impacto en la práctica docente.

Así mismo se evidenció, sobre todo en el texto escolar guía Investiguemos 10, el fenómeno que se caracterizó como *aplicacionismo*. Aunque hay que resaltar algunas actividades propuestas en el texto, que permiten relacionar las magnitudes físicas, analítica y matemáticamente, a saber: tablas, planos cartesianos y planteamiento de situaciones problema.

Desde la dimensión ecológica se plantearon unas condiciones y se identificaron unas limitaciones para que nosotros los educadores logremos transformar el modelo aplicacionista, el cual es promulgado por los textos escolares, hacia un modelo educativo donde los estudiantes logren ser más críticos y creen consciencia hacia la importancia del estudio de la disciplina de las Matemáticas y de la Física. Esto también se podría lograr, generando espacios académicos en la institución para que interactúen los docentes de Matemáticas y de Física, socializando sus experiencias y sus investigaciones didácticas.

El Modelo Epistemológico de Referencia, planteado en la sección 2.5 es fruto del proceso de la investigación, explicación, realización y análisis, a partir de la Teoría Antropológica de lo Didáctico teniendo en cuenta las condiciones, potencialidades, limitaciones o restricciones y también desde la metodología de la Sistematización de una experiencia, en la enseñanza de las magnitudes físicas, distancia y desplazamiento que atañen a una rama de la Física, llamada Cinemática. Se pudo mostrar como algunas técnicas asociadas a tareas rutinarias con relación al desplazamiento y la distancia pueden ser cuestionadas a tal punto que la Obra Física pueda redimensionarse y tener un sentido más profundo para el estudiante.

Sin embargo, como restricción principal se encontró que esta forma de trabajo no es asumida positivamente por muchos estudiantes, en parte porque rompe con el contrato didáctico actual que otorga demasiado poder al docente y descarga en él, la responsabilidad última del aprendizaje. No obstante, se espera que este MER propuesto sirva como referente para docentes que reconozcan pueda ser de su interés, sea utilizado, criticado y manipulado de acuerdo a su criterio para llevarlo a cabo en su labor docente.

También podemos concluir que la Física necesita de la matematización de los fenómenos físicos o mejor de las magnitudes físicas, para poder dar un juicio o dimensionarlas de acuerdo a partir de ser medidas o relacionarlas. En contraprestación, el estudiar un tema en Matemáticas, puede ser aplicado en actividades relacionadas con la Física.

A partir de este trabajo que consistió en recuperar una experiencia como docente, podemos concluir que el profesor no debe quedarse sólo en el papel de educador, sino trascender al campo de la investigación, ya que al realizar esta sistematización de mi actividad laboral me permitió ser consciente de la importancia de que a partir de la práctica en cualquier actividad podemos ser innovadores en nuestro quehacer laboral, teorizando y viceversa, es decir la práctica y la teoría no se pueden dar en forma unidireccional, es una relación de doble implicación. De aquí que el profesor-investigador sea un estratega en observar, tomar datos, analizar, proponer y estos parámetros deben ser aplicados en forma continua, ya que la educación debe evolucionar de acuerdo al momento histórico-social, lo cual implica que así mismo deben trascender la Didáctica de las Matemáticas y la Didáctica de la Física.

Igualmente este trabajo es una invitación para que otros educadores realicen una reconstrucción de su labor y con un sentido crítico para que logren mejorar sus actividades en beneficio de los educandos a su cargo. Este trabajo se socializará en el Liceo Anglo del Valle. Institución que permitió y colaboró como agente participe de la sistematización. Se socializará no solo a nivel de rectoría y coordinaciones, sino también a los profesores que tienen que ver con las asignaturas de Ciencias Naturales y de Matemáticas.

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Abril, S. A., & Villamarin, S. J. (2008). *Procesos del pensamiento en la didáctica de la física*. Seminario Didáctica de la Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia.
- Agudelo, D & Castro, J. (2003). Sistematización De Experiencias Grado Octavo Escuela Normal Superior María Auxiliadora Granada, Meta. *Una Mirada Geométrica a La Recta Numérica*. (Tesis de pregrado). Recuperado de: www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/.../articles-96666_archivo.d
- Barnechea, M.M. & González, S. & Morgan, M. (1998). *Taller Permanente de Sistematización*. Recuperado de: <http://www.alboan.org/archivos/339.pdf>
- Barnechea, M.M. & Morgan, M. (2007). Pontificia Universidad Católica del Perú. *El conocimiento desde la práctica y una propuesta de método de sistematización de experiencias*. Recuperado de: http://www.cepalforja.org/sistem/documentos/Conocimiento_desde_practica.pdf
- Bechara, B. & Bautista, M. (1995). *Física 10*. Editorial Santillana. Bogotá – Colombia
- Barquero, B., Farrás, M Bosch, J Gascón (2010). Investigación en educación. Génesis y desarrollo de un problema **didáctico**: el papel de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las CCEE. Recuperado de: dialnet.unirioja.es
- Biografías y vidas. *Galileo Galilei* (2012) Galileo Galilei. Biografía. - Biografías y vidas. Recuperado de: <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/galileo/>

- Brousseau, G. (1985): Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, Recherches en Didactique des Mathématiques, vol. 7.2, 33-115.
- Escobar, L. F. & Ramírez, J. E. (2010). *La sistematización de experiencias educativas y su lugar en la formación de maestras y maestros*. Recuperado de: <http://aletheia.cinde.org.co/index.php/ALETHEIA/article/view/19/16>
- Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. (2003) Recuperado de: www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- García Carmona, A. (2009). *Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado*. Sevilla, España.
- Gascón, J. (1999). La naturaleza prealgebraica de la matemática escolar. En: Revista: Educación Matemática, VOL 11 No. 1.
- Gascón, J & Farrás, BB & Bosch, M (2013) *The ecological dimension in the teaching of mathematical modelling at university*. Recherches en didactique des.
- Jara, O. (2004). *Guía para la Sistematización de Experiencias*. Recuperado de: http://www.bibliotecavirtual.info/.../Orientaciones_teorico-
- Jara Holliday, O. (15 de septiembre de 2013). *Orientaciones teórico-prácticas para la sistematización de experiencias*. Obtenido de Biblioteca Electrónica sobre Sistematización de Experiencias. http://www.kaidara.org/upload/246/Orientaciones_teoricopracticas_para_sistematizar_experiencias.pdf
- Lakatos, I. (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes (Philosophical Papers Vol.11)*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lineamientos Curriculares - Ministerio de Educación Nacional. (1999) Recuperado de:
www.mineducacion.gov.co/1621/article-89869.html

López, C.(2000). *Ah, ¿pero el universo es plano?* Universidad autónoma de Madrid.
Recuperado de: casanchi.com/casanchi_2000/09_lopez1.pdf

Villegas R., Mauricio &Ramírez S., R. (1986). *Investiguemos 10*. Física. Tercera Edición.
Editorial Voluntad. Bogotá-Colombia

Marinez Castillo, M. A. (2013). *Sistematización de una experiencia didáctica que propone integrar algunos contenidos de las asignaturas de física y matemáticas de grado décimo mediante el uso de TIC*. (Tesis de Grado). Universidad del Valle.

Meléndez, M. (2012). *Sistematización de la Experiencia de Capacitación en el Área de matemáticas dirigida a docentes de 12 escuelas Normales*. (Tesis de maestría) Universidad Pedagógica Nacional. México. Recuperado de:
www.upnfm.edu.hn/bibliod/.../Maria%20Dolores%20Melendez.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos Curriculares de Matemáticas. Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2.006). Estándares Básicos de competencias en matemáticas. Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley 115 (Ley General de Educación). Colombia.

Ministerio de la Protección Social (2009). *Guía de Sistematización de Experiencias: Haciendo Memoria de las Redes de Apoyo*. Bogotá. Linca Publicidad

Profesor en línea (2012) *Concepto de movimiento*. Profesor en línea. Recuperado de:
www.profesorenlinea.cl/fisica/Movimiento.Concepto.htm

VI Foro de Ministros de Desarrollo Social de América Latina (2007). *Investigación Acción Participativa*. Chapadmalal, Argentina. Recuperado de:
http://www.infoleg.gov.ar/basehome/actos_gobierno/actosdegobierno24-11-2008-4.htm

Sears, F. W. & Zemansky, M. W. (1995). *Física Universitaria*. Volumen I. 10ª primera edición. Editorial Pearson. México

Serway, R. A. (1992). *Física*. Tomo I. Tercera Edición. Edit. Mc Graw-Hill. México.

Serway, R. A. & Faughn, J. S. (2005). *Física*. Sexta Edición. Editorial Thomson International. México.