

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS CURRICULARES**  
**A LAS NOCIONES DE FUERZA Y MOVIMIENTO**  
**EN QUINTO AÑO BÁSICO Y PRIMER AÑO MEDIO**

**MARIANA ELIZABETH VERAGUA URREJOLA**  
**JENNIFER CAROLINE VILLALÓN HERRERA**

Profesor Guía: Joaquim Barbé Farré  
Doctor en Física

Seminario de Grado  
para optar al Título de  
Licenciado en Educación  
de Física y Matemática

**Santiago, Chile**  
**2012**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS CURRICULARES  
A LAS NOCIONES DE FUERZA Y MOVIMIENTO  
EN QUINTO AÑO BÁSICO Y PRIMER AÑO MEDIO**

**MARIANA ELIZABETH VERAGUA URREJOLA  
JENNIFER CAROLINE VILLALÓN HERRERA**

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sr. Joaquim Barbé Farré del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Carla Hernández y Sr. Norman Cruz.

---

---

---

PROFESORES GUÍAS

---

DIRECTOR

**221.069 © Mariana Elizabeth Veragua Urrejola**  
**Jennifer Caroline Villalón Herrera**

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

## **DEDICATORIA 1**

Quiero dedicar este Seminario de Título a todas y a cada una de las personas que estuvieron presentes y fueron partícipes de esta maravillosa etapa de mi vida estudiantil, que aunque no quiera, está a punto de terminar.

Principalmente se lo dedico a mis padres, Claudio Veragua y Elena Urrejola, ellos estuvieron día a día apoyándome, aconsejándome y alentándome a que fuera cada vez mejor, tanto como estudiante y sobre todo a ser mejor persona, cosa que sin sus enseñanzas y valores que me inculcaron desde que nací, no habría sido posible.

No puedo olvidar a mi hermana mayor Claudia que conté con su apoyo incondicional tanto en las situaciones más tensas, como en las más felices dentro de todos estos años de Universidad y sobre todo con su amor y profesionalismo como docente.

No dejaré de mencionar también a mi hermano menor Felipe, quien con su simpatía y humor irónico siempre lograba distraerme, haciéndome enojar como también haciendo reír, en los momentos más difíciles, cuando estaba colapsada de Pruebas y exámenes.

Además quiero agradecer a toda mi familia en general y a cada uno de mis compañeros que aportaron día a día con un granito de arena para poder cumplir con este proceso y principalmente a Jennifer Villalón quien me aguantó, me aconsejó y me apoyó tanto en los años de estudios como en el desarrollo de este trabajo.

Por eso le digo a todos Muchas Gracias, principalmente a Dios por permitirme conocer, aprender y compartir con cada uno de ustedes.

Mariana Veragua U.

## **DEDICATORIA 2**

Ha llegado uno de los momentos más importantes de mi vida, donde es imposible el no recordar a aquellas personas que me han ayudado y me han aconsejado durante todo este proceso.

Sinceramente siento que estoy en deuda con la vida, ya que ésta me dio la fortuna de pertenecer a una familia bien constituida y sólida, en donde el cariño y el amor están por sobre todas las cosas.

Principalmente quiero agradecer a mis padres, Fernando Villalón y Margarita Herrera, ya que gracias a ellos he llegado a ser la persona que hoy en día soy. Gracias a ustedes y su enorme esfuerzo por formar personas integrales y preocupadas por su proceso de estudio es que hoy en día puedo decir que he cumplido con cada una de las metas que me he propuesto; inclusive con el cumplimiento de este sueño que con tanta dedicación y sacrificio está concluyendo. Además, quiero agradecerles por formar personas tan maravillosas como mis hermanos: Jonathan, Fernanda y Hernán, ya que gracias a ellos muchas veces las jornadas de tensión y trabajo se tornaron de alegría y de apoyo, en donde tan solo con sus risas y sus palabras estos ingratos momentos se transformaron en vallas que la vida me puso en frente para afrontarlas y superarlas de la mejor manera posible junto a ellos.

A mi pareja, Cristián, que me ha apoyado durante todos estos años de estudio, siendo una pieza fundamental para poder estar en este momento de mi vida. Jamás podré expresarte lo importante que has sido, principalmente a la hora de alentarme, amarme y apoyarme en las etapas más duras.

Finalmente no puedo dejar de mencionar a mis tíos, primos, sobrinos y amigos, además a mí compañera de tesis, Mariana; gracias a todos ustedes por su constante preocupación y aliento, ya que gracias a ustedes y a todas las personas que he nombrado a través de esta dedicatoria es que puedo decir que soy una persona feliz y afortunada de la vida... ¡Gracias!

Jennifer Villalón Herrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos profundamente el apoyo y la sabiduría entregada por nuestro profesor guía, profesor Joaquín Barbé Farré, ya que gracias a él hemos podido realizar esta investigación y más aún, la presentación oral de esta investigación en el Primer Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, bajo el título de “Caracterización de las propuestas Curriculares de Fuerza y Movimiento de diversos Textos Escolares a partir de la noción de Praxeología”.

Además agradecemos a nuestro profesor guía por las gestiones realizadas para el apoyo de nuestra investigación a través del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT, Programa Público que es administrado por CONICYT, destinado a estimular y promover el desarrollo de la investigación científica en el país, a través del proyecto Número 1121179, “El estudio de la Física en los últimos cursos de Enseñanza Básica y primeros cursos de Enseñanza Media: análisis de factores que inciden en el desempeño de los estudiantes y a la articulación entre ambos niveles educativos”.

También a los profesores correctores, la profesora Carla Hernández y el profesor Norman Cruz, por los aportes realizados a la investigación, además de la disposición y tiempo entregado para la corrección y evaluación de este material.

## **TABLA DE CONTENIDOS**

<b>RESUMEN</b> .....	<b>XV</b>
<b>PALABRAS CLAVES</b> .....	<b>XVI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XVII</b>
<b>KEYWORDS</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>4</b>
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
2.1.1 EL ESTUDIO DE LA FÍSICA .....	14
2.1.2 LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO EN LA FÍSICA.....	16
2.1.3 LA IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA PARA ABORDAR LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO .....	19
2.2 FORMULACIÓN DE LAS INTERROGANTES.....	21
2.3 FORMULACIÓN DEL PROPÓSITO DE ESTUDIO .....	22
2.3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	22
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
3.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	26
3.1.1 EL TEXTO ESCOLAR .....	27
3.1.2 LA IMPORTANCIA DE LAS IMÁGENES EN LOS TEXTOS ESCOLARES ..	33
3.2 LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA .....	35
3.3 TEORÍA ANTROPOLÓGICA DIDÁCTICA.....	38
3.2 ¿QUÉ ES UNA ORGANIZACIÓN FÍSICA? .....	43

3.3 ORGANIZACIÓN FÍSICA DE REFERENCIA (OFR).....	44
<b>CAPÍTULO 4: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>46</b>
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
4.2 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
4.2.1 ETAPA 1: SELECCIÓN Y ANALISIS DEL MATERIAL CURRICULAR.....	50
4.2.2 ETAPA 2: CONSTRUCCIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO .....	51
4.2.3 ETAPA 3: ANALIZAR EL MATERIAL DE ACUERDO A LAS OF.....	51
4.2.4 ETAPA 4: ESTABLECER LOS NIVELES DE COHERENCIA Y COMPLETITUD DE CADA OF .....	52
<b>CAPÍTULO 5: REALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>53</b>
5.1 ANÁLISIS DEL MARCO CURRICULAR PARA LAS UNIDADES DE FUERZA Y MOVIMEINTO.....	53
5.1.1 ANÁLISIS CURRICULAR PARA QUINTO AÑO BÁSICO.....	53
5.1.1.a CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS PROPUESTOS POR EL MINEDUC PARA QUINTO BÁSICO .....	53
5.1.1.b APRENDIZAJES ESPERADOS DEL PROGRAMA PARA QUINTO AÑO BÁSICO .....	54
5.1.2 ANÁLISIS CURRICULAR PARA PRIMER AÑO MEDIO.....	55
5.1.2.a CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS PROPUESTOS POR EL MINEDUC PARA PRIMER AÑO MEDIO .....	55
5.1.2.b APRENDIZAJES ESPERADOS DEL PROGRAMA PARA PRIMER AÑO MEDIO .....	56
5.2 EXPLICITACIÓN DE CONCEPTOS CLAVES PARA LA OFR.....	57
5.2.1 LAS MATEMATICAS NECESARIAS PARA ABORDAR EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO.....	57
5.2.1.a NOCION DE PLANO.....	58

5.2.1.b LOS VECTORES .....	60
5.2.2 CINEMÁTICA DEL MOVIMIENTO: EL MOVIMIENTO Y SU DESCRIPCIÓN .....	68
5.2.2.a MOVIMIENTO .....	68
5.2.2.b MARCO DE REFERENCIA.....	69
5.2.2.c SISTEMA DE COORDENADAS.....	70
5.2.2.d FORMAS DE DEFINIR LA POSICIÓN Y SUS CAMBIOS .....	71
5.2.2.e CARACTERIZACIÓN DEL MOVIMIENTO SEGÚN SU ACELERACIÓN... ..	77
5.3 ANÁLISIS DEL TEXTO ESCOLAR .....	81
5.3.1 ANÁLISIS DEL TEXTO ESCOLAR PARA QUINTO AÑO BÁSICO.....	81
5.3.1.a APRENDIZAJES ESPERADOS PROPUESTOS POR EL TEXTO ESCOLAR DE QUINTO AÑO BÁSICO .....	81
5.3.1.b ORGANIZACIÓN FÍSICA DEL TEXTO ESCOLAR PARA QUINTO AÑO BÁSICO .....	82
5.3.2 ANÁLISIS DEL TEXTO ESCOLAR PARA PRIMER AÑO MEDIO.....	88
5.3.2.a APRENDIZAJES ESPERADOS PROPUESTOS POR EL TEXTO ESCOLAR DE PRIMER AÑO MEDIO .....	88
5.3.2.b ORGANIZACIÓN FÍSICA DEL TEXTO ESCOLAR PARA PRIMER AÑO MEDIO .....	88

**CAPÍTULO 6: INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS.....102**

6.1 RELACIÓN ENTRE COMPONENTES CURRICULARES PROPUESTOS POR EL MINEDUC Y LOS APRENDIZAJES PLANTEADOS POR EL TEXTO ESCOLAR .....	102
6.2 INTERPRETACIÓN DE LA OF ENCONTRADA EN EL TEXTO ESCOLAR ....	106
6.3 INTERPRETACIÓN DE IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA PARA ABORDAR LAS TAREAS FÍSICAS DEL TEXTO ESCOLAR.....	115

6.4 CUADRO SÍNTESIS DE LA OF PRESENTADA POR EL TEXTO ESCOLAR . 118

6.5 DISCUSIONES E INTERPRETACIONES GENERALES DE LOS RESULTADOS  
..... 120

**CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES.....123**

**BIBLIOGRAFÍA .....128**

## **ÍNDICE DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla N°1: Descripción de los niveles de desempeño de la escala general de Ciencias.....	6
Tabla N°2: Porcentaje de los alumnos que no utiliza el libro de texto en las clases, según sus profesores.....	12
Tabla N°3: Objetivos fundamentales y Contenidos mínimos para la unidad de fuerza y movimiento de Quinto año Básico.....	53
Tabla N° 4: Aprendizajes Esperados y sugerencia de Indicadores para la unidad de Fuerza y Movimiento de Quinto año Básico.....	54
Tabla N° 5: Objetivos fundamentales y Contenidos mínimos para la unidad de fuerza y movimiento de Primer Año Medio.....	55
Tabla N° 6: Aprendizajes Esperados y sugerencia de Indicadores para la unidad de Fuerza y Movimiento de Primer Año Medio.....	56
Tabla N° 7: Contraste Currículo y Aprendizajes Esperados del Texto Escolar de Quinto año Básico.....	103
Tabla N° 8: Contraste entre Aprendizajes Esperados del Currículo y aprendizajes Esperados del Texto escolar de Quinto año Básico.....	105
Tabla N° 9: Resumen OF del texto escolar de Quinto año Básico.....	107
Tabla N° 10: Resumen OF del texto escolar de Primer año Medio.....	113
Tabla N° 11: OF incompletas del texto escolar de Primer año Medio.....	115

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

	<b>Pág.</b>
Ilustración N° 1: Distribución de estudiantes según nivel de desempeño en la escala de Ciencias Naturales.....	10
Ilustración N° 2: Modelo Curricular TIMSS.....	11
Ilustración N° 3: Mapa conceptual Unidad de “Fuerza y Movimiento”.....	18
Ilustración N° 4: Libro de Texto 5° Básico y 1° Medio.....	32
Ilustración N° 5: Representación de La transposición Didáctica.....	37
Ilustración N° 6: Modelización de la TAD.....	39
Ilustración N° 7: Esquema “Organización Matemática”.....	42
Ilustración N° 8: Representación del plano.....	58
Ilustración N° 9: Representación de un punto en el plano.....	58
Ilustración N° 10: Plano Cartesiano y sus cuadrantes.....	59
Ilustración N° 11: Representación de puntos en el plano cartesiano.....	60
Ilustración N° 12: Representación de un vector.....	61
Ilustración N° 13: Representación de vectores iguales.....	61
Ilustración N° 14: Sentido de un vector. ....	62
Ilustración N° 15: Representación de las características de un vector.....	63
Ilustración N° 16: Representación de igualdad de vectores.....	64
Ilustración N° 17: Suma de vectores, método del Polígono.....	65
Ilustración N° 18: Suma de vectores, método del Paralelogramo.....	66
Ilustración N° 19: Representación de la resta de un vector.....	67
Ilustración N° 20: Representación de la traslación de un punto.....	67
Ilustración N° 21: Representación de la composición de un vector.....	68
Ilustración N° 22: Movimiento de un cuerpo.....	69
Ilustración N° 23: Cuerpos en distintos Movimientos.....	69
Ilustración N° 24: ilustración Marco de Referencia.....	69
Ilustración N° 25: Ilustración de Marco de Referencia.....	69
Ilustración N° 26: Sistema de coordenada Unidimensional.....	70

Ilustración N° 27: Sistema de coordenada bidimensional.....	70
Ilustración N° 28: Sistema de coordenada tridimensional.....	70
Ilustración N° 29: Trayectoria de un cuerpo.....	72
Ilustración N° 30: Representación del desplazamiento.....	73
Ilustración N° 32: Cuadro resumen de trayectoria y desplazamiento.....	74
Ilustración N° 33: Aprendizajes propuestos por el texto escolar de Quinto Año Básico.....	81
Ilustración N° 34: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.....	83
Ilustración N° 35: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.....	84
Ilustración N° 36: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.....	85
Ilustración N° 37: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico. ....	86
Ilustración N° 38: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.....	86
Ilustración N° 39: Aprendizajes esperados del texto.....	88
Ilustración N° 40: Actividad propuesta por el texto escolar.....	91
Ilustración N° 41: Actividad propuesta por el texto escolar.....	92
Ilustración N° 42: Actividad propuesta por el texto escolar.....	93
Ilustración N° 43: Actividad propuesta por el texto escolar.....	95
Ilustración N° 44: Actividad propuesta por el texto escolar.....	95
Ilustración N° 45: Actividad propuesta por el texto escolar.....	96
Ilustración N° 46: Actividad propuesta por el texto escolar.....	97
Ilustración N° 47: Actividad propuesta por el texto escolar.....	98
Ilustración N° 48: Actividad propuesta por el texto escolar.....	99
Ilustración N° 49: Actividad propuesta por el texto escolar.....	100
Ilustración N° 50: Porcentaje de presencia de las técnicas	

en las tareas de Quinto año Básico.....	107
Ilustración N° 51: Porcentaje de presencia de las tecnologías en las tareas de Quinto año Básico.....	108
Ilustración N° 52: Porcentaje de presencia de las teorías en las tareas de Quinto año Básico.....	108
Ilustración N° 53: Porcentaje de presencia de las técnicas en las tareas de Primer año Medio.....	113
Ilustración N° 54: Porcentaje de presencia de las tecnologías en las tareas de Primer año Medio.....	114
Ilustración N° 55: Porcentaje de presencia de las teorías en las tareas de Primer año Medio.....	113
Ilustración N° 56: Resumen TAD Quinto año Básico.....	118
Ilustración N° 57: Resumen TAD Primer año Medio.....	119

## **RESUMEN**

El estudio propuesto en nuestro seminario de grado se basa principalmente en el análisis de Textos Escolares de Quinto Año Básico y Primer Año Medio, con el fin de encontrar la desarticulación existente entre las Tareas Física con las Teoría-Tecnologías Físicas que están presentes en los textos escolares que se utilizan como complemento en la enseñanza de la Física, en la Unidad de Fuerza y Movimiento.

Para realizar este estudio presentamos una metodología de análisis de textos basada en la noción de Praxeología, de Chevallard para caracterizar una Organización Física. Si bien es cierto dicha metodología ha sido ampliamente utilizada en el ámbito de las Matemáticas, su uso para la caracterización de Organizaciones Físicas es novedoso e innovador, aplicamos esta noción para caracterizar la Organización Física propuesta para el estudio del eje de Fuerza y Movimiento, en la cual nos centraremos específicamente en la descripción del movimiento realizado en Quinto año Básico y Primer Año de Enseñanza Media.

A través de este estudio pretendemos establecer un contraste entre la organización propuesta y la organización “sabia” de referencia, en donde podremos detectar ciertos fenómenos de transposición didáctica derivados de la decisión de no incorporar, por ejemplo, la noción de vector en el estudio, dando paso a una desarticulación de las problemáticas estudiadas en los textos en torno a las cuales se presentan tecnologías muy puntuales para cada una de ellas, llegando algunas de ellas hasta a ser contradictorias entre sí.

## **PALABRAS CLAVES**

- Fuerza
- Movimiento
- Vector
- Texto Escolar
- Transposición Didáctica
- Praxeología
- Organización Física
- Organización “Sabia” de Referencia
- Aprendizaje Esperado
- Enseñanza de la Física

## **ABSTRACT**

The study proposed in our seminar is mainly based in the analysis of school texts from fifth grade of primary to the second grade of secondary. The aim of this study is to find the disconnection that exists between the homework of physics with the physic technology theories that appear in the school texts which are used as a support in the physic teaching, specifically in the unit of force and movement.

To make this study we present a methodology of analysis of text based on the idea of “Praxeology” of Chevallard to characterize a Physics Organization. This methodology has been widely used in the mathematic area, its use to characterize is new and innovator. We apply this notion to characterize the Physic Organization that is proposed to study the movement and force axis in which we will focus, specifically, the description of movement realized in the first year of secondary school.

Through this study we pretend to establish a contrast between the proposed organization and the “wise” organization of reference where we can detect certain phenomena of didactic transposition derived from the decision of leaving out the notion of vector in the study leaving a disarticulation of the problems that are studied in the texts. Very specific technologies are presented to each of them and some of them are even contradictories among them. We can also explain certain issues which could be studied with the notion of speed in order to obtain a Physics’ Organization, relatively economical, ecological and consistent with the Minimum Compulsory Contents, Fundamental Objectives and Expected Learning of the Curriculum Framework.

## **KEYWORDS**

- Force
- Movement
- Vector
- School texts
- Didactic Transposition
- Praxelogy
- Physics Organization
- Wise Organization of Reference
- Expected Learning
- Teaching of Physics

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

Para comenzar con el estudio de nuestro seminario de grado, es preciso enfocarnos antes que todo en los temas de enseñanza y aprendizaje en el proceso didáctico que ocurre principalmente en el área de la Física y la Matemática. El estudio de estas áreas no será un estudio del todo completo si no comprendemos el por qué del surgimiento de ellas a través de la historia.

El Saber de las Matemáticas o de las Ciencias específicamente, a través del tiempo, han surgido como herramientas para dar respuesta a un sin fin de problemáticas y situaciones cotidianas que se han ido utilizando para las más diversas e impensadas situaciones. Es por ello que el estudio de estas áreas se ha vuelto tan importante hoy en día, llegando a ser obligatoria y regulada su impartición en los establecimientos educativos.

Hoy en día el estudio de estas áreas, principalmente entregada en los sistemas Educativos de Chile, no basta simplemente con la repetición o la reproducción de lo que el profesor enseña a los alumnos, si no que más bien se quiere promover un proceso de enseñanza aprendizaje que busca que los estudiantes se “apoderen” de los conocimientos, haciéndolos propios para así dar una respuesta correcta a una problemática presentada y además que estos puedan otorgar una buena fundamentación de lo que surge a través de dicha problemática y su resolución.

Sin embargo, esta idea de apoderamiento de los conocimientos o del “aprender” no es un proceso que se da de forma cien por ciento efectiva en nuestros estudiantes, si no que muchas veces los alumnos no comprenden lo que están estudiando, no relacionan los contenidos vistos con anterioridad y

tratan los contenidos, de las áreas de Ciencias específicamente, como separados y desarticulados los unos con los otros.

Claramente en el proceso de enseñanza aprendizaje debe existir una problemática didáctica que dificulta el aprendizaje de los estudiantes, que no necesariamente depende de los profesores involucrados en el proceso de enseñanza, si no que más bien corresponde a un problema didáctico que involucra a todas las partes participantes del proceso, además de factores inherentes al sistema educativo chileno, que dificultan que los estudiantes chilenos alcancen desempeños superiores en Ciencia. Existen evidencias que parte de dichos factores guardan relación con diversas dimensiones cómo: el currículum y su estructura, las prácticas de enseñanza y la formación de los docentes, y la estructura organizacional, administrativa y económica, entre otros, de los centros educacionales.

La investigación propuesta pretende establecer factores Curriculares del sistema educativo chileno, vinculados a la enseñanza de las Ciencias y en particular a la Física, que obstaculizan el progreso de los estudiantes, tanto en conocimientos como en el desarrollo de habilidades, provocando que resulte muy difícil que los estudiantes alcancen los Objetivos Fundamentales propuestos por el Currículo nacional.

Para lograr lo dicho anteriormente, se realizó el estudio de los Textos Escolares y la forma de como se muestran los contenidos en dichos textos, material de estudio que tiene como fin mejorar la comprensión de los contenidos y por ende, la complementación de los Objetivos propuestos del Currículo, creados por Editoriales particulares que han ganado la licitación para ser distribuidos por el Ministerio de Educación (MINEDUC) a todos los estudiantes de cada uno de los establecimientos educacionales, tanto Municipales como

Particulares subvencionados o bien que han sido adquiridos por los estudiantes a través de la venta directa de la Editorial.

Luego de esta investigación en el estudio de los textos, se realizó una secuencia didáctica que incluye las nociones fundamentales para describir el Movimiento, que nos permitirá dar referencias para la construcción de una obra Física para la unidad de “Fuerza y Movimiento” presentada en Primer Año Medio.

## **CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La problemática sobre la calidad de la Educación en Chile, principalmente en el área de las Ciencias y los bajos resultados obtenidos por los estudiantes en pruebas internaciones, como la TIMSS 1999, TIMSS 2003, PISA 2006 y PISA 2009, son una constante preocupación sobre el enfoque que se ha venido cambiando a través de la Reforma Educacional. Diversos han sido los cambios dentro de la forma en que nuestros alumnos están aprendiendo, como por ejemplo: el cambio en el Currículo, la incorporación de los mapas de progreso, la incorporación de los niveles de logro y el cambio en los programas de estudio, entre otros; cambios que a través de los estudios internacionales dan como fiel reflejo que la calidad de la Educación no ha cambiado como se ha propuesto.

Dentro de los cambios que ha implementado el Ministerio de Educación podemos mencionar el cambio en el Currículo que desde la incorporación de la reforma Educacional ha ido implementando, actualización, ajustando y cambiando, entre otros, los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios para la Educación y fijó normas generales para su aplicación, a través del Decreto Supremo N° 256, de 2009, para cada nivel y subsector, con el fin general de incorporar las nuevas exigencias educacionales que el país requiere para generar cambios acelerados en el conocimiento y en la sociedad en sí, en donde se pueda ofrecer a los alumnos conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para la vida, en donde se busca entregar a los alumnos herramientas para su desarrollo integral.

Según lo mencionado anteriormente la selección Curricular no solo se refiere al conocimiento entendido como conceptos y procedimientos, sino

también a las habilidades y las actitudes que necesitan adquirir los alumnos y alumnas para desenvolverse en distintos ámbitos de sus vidas.<sup>1</sup>

Estos cambios son los implementados a través de los Planes y Programas de estudio, en donde la incorporación de los Objetivos Fundamentales y los Contenidos mínimos serán obligatorios, según el Decreto mencionado anteriormente, pero guardando libertad de la forma en que se incorporan dependiendo del establecimiento educacional.

Ahora bien, a través del rendimiento, los resultados y las evaluaciones de las pruebas internacionales, se ha visto evidenciado que estos cambios Curriculares no han sido de una forma acelerada, si no que más bien los bajos resultados obtenidos han sido prácticamente una constante durante los años en los cuales Chile ha participado en ellas.

En Ciencias, los alumnos no son capaces de resolver las problemáticas propuestas a nivel internacional, en donde estas problemáticas están fijadas en la gran parte de los países que la rinden a través de los Contenidos Mínimos propuestos a través del Currículo de cada nación y que deben manejar los estudiantes para ciertas edades. Es por esto que el rendir estas pruebas internacionales se ha ido tornando en un desafío constante en la mejora de la Educación de aquellos países que presentan resultados por debajo del promedio internacional, siendo estas pruebas un patrón de exigentes cambios para los responsables de las Políticas Educativas para cada país, que permiten a cada uno de estos desarrollar una línea de estudios comparativos

---

<sup>1</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: “Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media, actualización 2009”

en el ámbito internacional en donde se pueda evidenciar, a través de las evaluaciones, los logros de sus estudiantes y las problemáticas que presentan sus actuales Currículos.

Tanto el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS) y El Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), para medir los logros de los estudiantes en esas áreas en el ámbito internacional, refleja que los alumnos de Chile están por debajo del promedio internacional<sup>2</sup>, o sea, evidencia que los resultados de los alumnos no cumplen con las habilidades necesarias propuestas en las pautas de evaluación que fueron definidas por los países que la rinden.

Estas pruebas describen seis niveles de desempeño que muestran cómo progresan los conocimientos y habilidades de los estudiantes desde los más elementales, en el nivel 1, hasta los más complejos, en el nivel 6. Estos niveles propuestos son inclusivos, o sea, si un estudiante se ubica en cierto nivel, es capaz de realizar todas o la mayoría de las tareas definidas para los niveles anteriores, describiéndose para cada nivel de desempeño de la escala general de Ciencias una serie de tareas que un estudiante con un determinado puntaje es capaz de realizar<sup>3</sup>, como lo muestra la siguiente tabla:

---

<sup>2</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: “TIMSS 2003”.

<sup>3</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: “PISA 2006”.

Nivel	Puntaje en Limite inferior	¿Qué pueden hacer los estudiantes?
6	709.9	<p>Los estudiantes pueden, de manera consistente, identificar, explicar y aplicar conocimientos científicos y conocimientos sobre la ciencia en una variedad de situaciones complejas de la vida. Son capaces de justificar sus decisiones utilizando evidencia proveniente de diversas fuentes de información y de explicaciones.</p> <p>Demuestran, de manera clara y consistente, un pensamiento y razonamiento científico avanzado y la capacidad de usar su comprensión para respaldar la búsqueda de soluciones a situaciones científicas y tecnológicas poco habituales. Pueden usar conocimiento científico y argumentar para respaldar recomendaciones y decisiones sobre situaciones personales, sociales, o globales.</p>
5	633.3	<p>Los estudiantes pueden identificar los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplicar conceptos científicos como también conocimiento sobre la ciencia a estas situaciones, y comparar, seleccionar y evaluar evidencia científica apropiada para responder a situaciones de vida.</p> <p>Además, poseen habilidades de indagación bien desarrolladas, establecen adecuadamente relaciones entre conocimientos y aportan su comprensión lúcida y relevante a diversas situaciones. Pueden elaborar explicaciones fundadas en evidencia y desarrollar argumentos basados en su análisis crítico.</p>
4	558.7	<p>Los estudiantes pueden enfrentar exitosamente situaciones y problemas que puedan involucrar fenómenos explícitos y que les exigen hacer inferencias acerca del rol de la ciencia o la tecnología. Pueden</p>

		seleccionar e integrar explicaciones de diferentes disciplinas científicas o tecnológicas y relacionarlas directamente con aspectos de la vida. También, reflexionar sobre sus acciones y comunicar decisiones usando conocimiento y evidencia científica.
<b>3</b>	<b>484.1</b>	Los estudiantes pueden identificar problemas científicos claramente descritos en una variedad de contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos simples o estrategias de investigación. Pueden interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas y aplicarlos directamente. Pueden desarrollar argumentos breves a partir de hechos y tomar decisiones basadas en conocimiento científico.
<b>2</b>	<b>409.5</b>	Los estudiantes poseen el conocimiento científico adecuado para dar explicaciones posibles en contextos habituales o para establecer conclusiones basadas en investigaciones simples. Son capaces de realizar razonamiento directo y de hacer interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica o de la resolución de un problema tecnológico.
<b>1</b>	<b>334.9</b>	Los estudiantes tienen un conocimiento científico limitado que sólo pueden aplicar a pocas situaciones que les resulten muy habituales. Pueden presentar explicaciones científicas que son obvias y que se desprenden explícitamente de la evidencia dada.

Tabla N° 1: Descripción de los niveles de desempeño de la escala general de Ciencias.

Tanto la prueba TIMSS como la prueba PISA clasifican a los alumnos en estos distintos niveles, según su desempeño y logro obtenido en las pruebas escritas. Los resultados obtenidos en dichas pruebas reflejan dos hechos preocupantes, por un lado el bajo promedio de los resultados en Matemáticas y Ciencias que obtiene Chile y por otro la escasa movilidad que sufre la

distribución de los estudiantes entre los distintos niveles de las pruebas durante los últimos diez años.<sup>4</sup>

En Chile, al presentarse estos resultados por debajo del promedio, se han venido realizando diversos estudios que muestran los resultados y conclusiones que pueden justificar el comportamiento de nuestro país en dichas pruebas, además de la búsqueda de un modelo que permita que los resultados chilenos pudiesen llegar a alcanzar los niveles más altos, como por ejemplo los de Finlandia y Hong Kong. Estas pruebas internacionales principalmente reflejan y muestran resultados que posteriormente ayudan de sobre manera a los países a realizar estudios sobre la forma en la que se está entregando la Educación Formal de dicho país y por ende un estudio sobre si los Currículos están o no cumpliendo con sus objetivos y si están en concordancia a nivel internacional.

A modo general y realizando una comparación entre Chile y el promedio de los países desarrollados, se evidencian las brechas existentes entre los resultados de nuestros estudiantes y los países. Chile se ubicó en el lugar número 44 entre 65 países que rindieron la prueba, ubicándose en 2009, 53 puntos más abajo del promedio OCDE.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: "UCE MINEDUC 2000, 2004, 2007, 2008, 2009 Y 2010".

<sup>5</sup> OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

### Distribución de estudiantes según nivel de desempeño en la escala de Ciencias Naturales

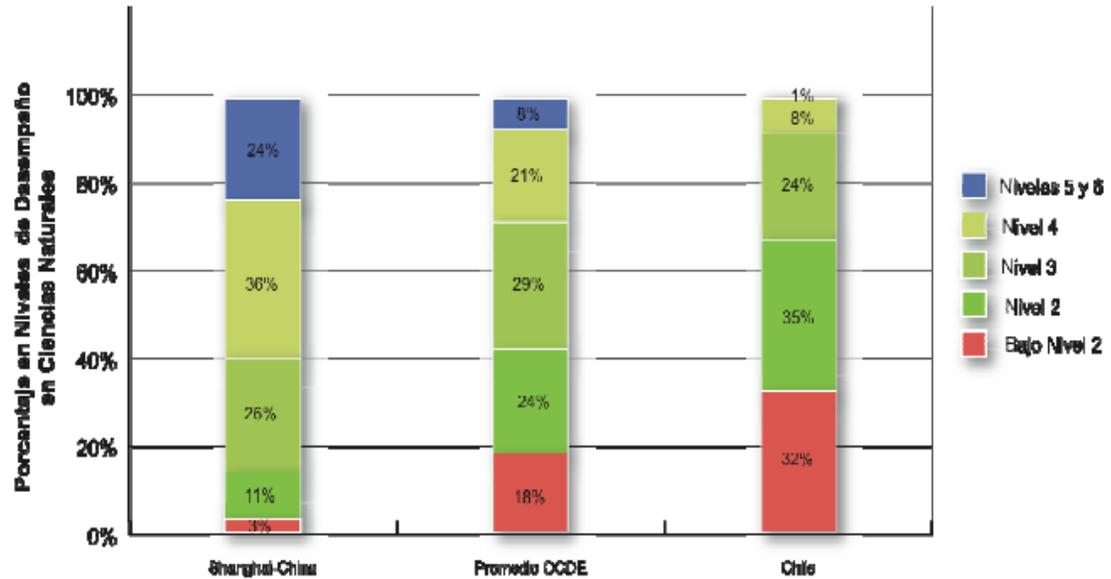


Ilustración N° 1: Distribución de estudiantes según nivel de desempeño en la escala de Ciencias Naturales.

Que Chile sea parte de estos estudios internacionales ha llevado a identificar los conocimientos y competencias que los sistemas educativos con más éxito y desarrollo consideran importantes, los lleva a adquirir nuevas visiones y elementos claves para interpretar nuestros datos y a partir de esa información, definir algunas de nuestras políticas. Además se ha desarrollado una línea de estudios comparativos en el ámbito internacional cuyo objetivo es evaluar el logro de los estudiantes del país, considerando el nivel de los aprendizajes alcanzados y las habilidades desarrolladas en distintas asignaturas y niveles educacionales, estudios que muestran o permiten un seguimiento a largo plazo de los resultados nacionales de manera externa a las mediciones nacionales.

Dentro de las pruebas internacionales, encontramos investigaciones curriculares que nos pueden llevar a analizar en donde radica el problema existente dentro de nuestra Política Educativa.

El modelo Curricular TIMSS pretende evaluar tres pasos fundamentales sobre la Educación de los estudiantes, estos se pueden ver en la figura adjunta:

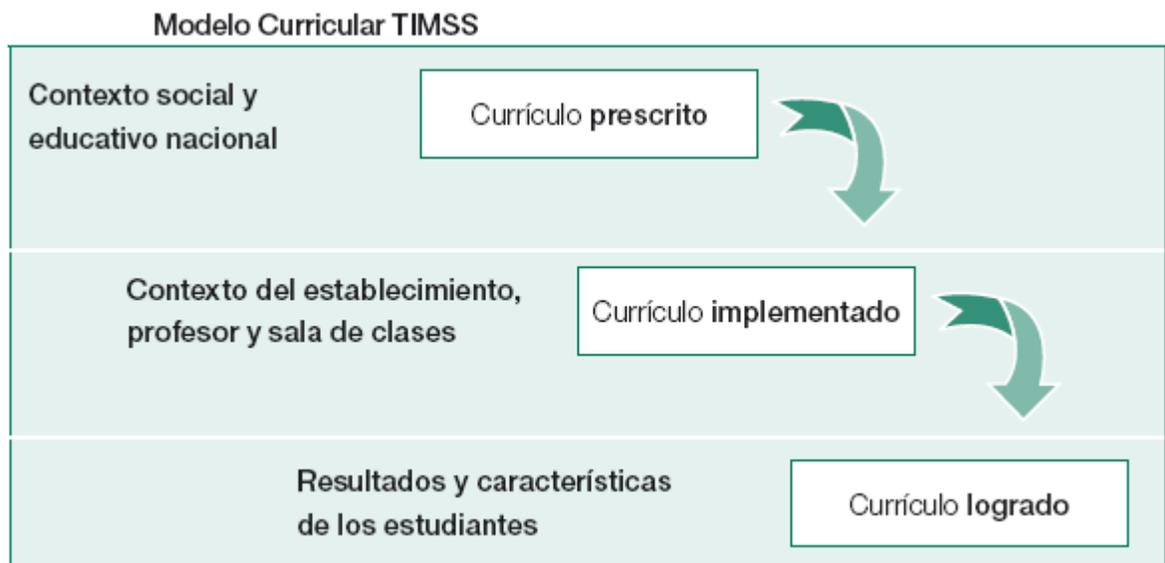


Ilustración N°2: Modelo Curricular TIMSS

Como primer paso se pretende formular un sistema educacional organizado, que facilite y propicie los factores necesarios para que exista el aprendizaje en nuestros alumnos, preocupándose de su contexto social y acorde al nivel educativo nacional. Como segundo paso se pretende formular lo que se enseña realmente en las salas de clases, quién lo enseña y cómo se enseña, haciendo alusión al contexto del establecimiento, al profesor y la sala de clases. Finalmente se formula qué es lo que han aprendido los estudiantes, principalmente a través de resultados y características que estos posean.

Dentro de este contexto, y uno de los factores influyentes en el logro de esta secuencia mostrada a través del modelo TIMSS, es el uso del texto escolar como recurso para lograr los aprendizajes esperados. Lo que llevó al uso y no uso del texto escolar como una investigación influyente dentro del alcance de los logros, mostrada en la tabla a continuación descrita:

**Porcentaje de estudiantes que no usa el libro de texto en las clases, según sus profesores**

Países	Matemáticas	Ciencias
	No usa libro de texto	No usa libro de texto
Australia	5	19
Chile	15	6
Egipto	0	1
Estados Unidos	3	7
Filipinas	6	8
Hong Kong SAR	0	1
Indonesia	0	54
Letonia	0	1
Malasia	11	13
Noruega	0	0
Sudáfrica	6	8
Promedio internacional	3	5

Tabla N° 2: Porcentaje de los alumnos que no utiliza el libro de texto en las clases, según sus profesores.

En los países comparados, según declaran los profesores, el libro de texto es muy usado para enseñar, tanto en matemáticas como en Ciencias. Entre los comparados, Chile es uno de los países con menos uso de texto de matemáticas, seguido por Malasia.

En Física particularmente, los resultados chilenos de las pruebas demuestran que es aquella asignatura más débil, en donde los resultados de la prueba TIMSS 1999 y la prueba TIMSS 2003 no muestran avances significativos, por el contrario, muestran un estancamiento y una nula superación. Es esto y los bajos resultados obtenidos que es en el área de la Física en donde el Currículo prescrito es el más alejado del Currículo logrado. Con respecto al uso en las clases del texto escolar en Ciencias, los profesores evidencian que este es una buena herramienta para alcanzar los aprendizajes esperados.<sup>6</sup> Lo que concuerda con los datos entregados según los estudios de la prueba TIMSS. De hecho el porcentaje alcanzado es bastante alto, solo el 6% de los estudiantes, según los profesores, no utilizan el texto como una herramienta permanente. Es por ello que se enfatiza que esta herramienta sea apropiada y que muestre los contenidos de una forma clara, eficaz y como una herramienta que ayude a los estudiantes al estudio de la Ciencia.

---

<sup>6</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: “Chile y el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias según TIMSS 2003”.

## **2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La importancia de la enseñanza de las Ciencias, en particular de la Física, y los bajos resultados en los estudios internacionales descritos anteriormente, nos han hecho centrar un foco de atención en impartición de la Física, en el área de Fuerza y Movimiento, y específicamente en el estudio del texto escolar como una de las principales herramientas de ayuda que poseen los alumnos y los profesores, para adquirir los conocimientos necesarios y propuestos por el MINEDUC.

Es por ello que estas dificultades, en particular la estructura lógica de los contenidos conceptuales y la forma en que se entregan estos contenidos, además de su nivel de exigencia, dentro de esta unidad específicamente, hemos notado algunas desarticulaciones y errores que presentan la formulación de nuestro problema.

### **2.1.1 EL ESTUDIO DE LA FÍSICA**

La Física, y el estudio de esta, nos permiten tener una visión sobre el mundo natural, sobre el estudio de los sistemas, su estructura y las interacciones que se dan entre los mismos. A su vez es una de las Ciencias que pretende encontrar el sentido y explicación a la constitución de ella misma.

Algunas de las inquietudes fundamentales dentro de la Física es la dificultad de la comprensión entre los estudiantes y la destrucción de aquel paradigma que se arrastra hace bastantes años, en donde la Física es una Ciencia que solo algunos pocos son capaces de comprender y una área de difícil entendimiento, en donde la adquisición de los conceptos y principios Físicos deben ser claros y concisos, además de su indudable relación con la Matemática.

Esta entrega de conceptos Físicos, de forma clara y precisa, es la que hoy en día se ha visto envuelto en una gran disyuntiva, ya que al revisar algunos textos de estudio de Física, nos encontramos con conceptos que no están definidos de una forma precisa, más aún, no siguen una línea de concordancia con los contenidos vistos con anterioridad, haciendo que estos queden desarticulados, lo que provoca que los alumnos, más que comprender el sentido de lo que se enseña y de la capacidad de asombrarse con el estudio de los fenómenos naturales, solamente repitan o trasmitan los contenidos y formulas, sin comprender el porqué de la explicación del fenómeno a través de esta disciplina.

También cabe destacar que el modo en que los textos presentan los contenidos, muchas veces para “alivianarlos” o para fomentar el entendimiento de algún concepto, es una forma que trae consecuencias desfavorables a largo plazo. Se presentan contenidos y herramientas puntuales para la resolución de ciertas problemáticas, dejando de lado conceptos fundamentales y necesarios para el estudio de la Física y que abarcan en general la resolución del estudio completo.

Otro punto fundamental, y sumamente importante para el estudio de la Física, es la indudable relación que existe entre esta y la Matemática, esta última usada como una herramienta fundamental a la hora de resolver problemas de tipo Físicos, como también de las otras áreas de las Ciencias, en donde podemos mencionar que la Matemática se transforma en el lenguaje ideal para expresar de manera formal las estructuras y relaciones presentes en los sistemas, las interacciones, los resultados experimentales, ofrece bases conceptuales asépticas en sentido lógico, la Matemática ayuda al Físico a entender y expresar los problemas planteados en la naturaleza que de otra

manera serían intratables. En definitiva, las Leyes Físicas adquieren una belleza sublime cuando se expresan en el lenguaje matemático; percibir esta belleza y la unidad que subyace a la física sería casi imposible si no estuviera expresada en términos matemáticos.<sup>7</sup>

### **2.1.2 LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO EN LA FÍSICA**

La descripción del Movimiento es el tema central de estudio en el cual estamos trabajando como unidad de la Física. El estudio del movimiento es tan importante y fundamental hoy en día porque vivimos en una sociedad que se encuentra en constante movimiento, en donde el movimiento de los objetos y de las personas es tan habitual y cotidiano que parece prácticamente usual reconocer cuando un objeto esta en movimiento y cuando no.

El movimiento es un concepto usual entre el vocabulario de las persona para describir cuando un objeto cambia de posición en el espacio durante un determinado tiempo, por ejemplo, es común escuchar las siguientes frases: “este auto se está moviendo”, “no te muevas”, “muévete para el costado”, etc. Estas frases evidencian sin duda cuando un objeto se está moviendo y la forma en que nosotros describimos, en forma cotidiana, cuando un objeto se encuentra en movimiento.

Ahora bien, el concepto de Movimiento en la Física se estudia en una rama de la Mecánica Clásica, en donde el concepto actual se formuló gracias a los enormes aportes de los Físicos Galileo Galilei e Isaac Newton. En donde

---

<sup>7</sup> WWW.LAWEBDELAFISICA.COM: “¿Qué es la Física?”

podemos describir el Movimiento en tres partes fundamentales: la Dinámica, la Cinemática y la Estática.

Nuestro foco de atención y la problemática encontrada se centra en La Cinemática o también llamada la “geometría del movimiento”, la cual estudia o describe el movimiento, a través de la posición, velocidad, aceleración, entre otras. En este caso se estudia cómo se mueve un cuerpo, sin importar las causas que lo provocan.

Todo intento para describir el movimiento debe considerar previamente la elección de un punto de referencia (o sistema de referencial) respecto al cual se hace la descripción. Claro está que no es suficiente saber si un objeto esta o no en movimiento, también hay que describir cómo se está moviendo y, en especial, hacia dónde lo está haciendo. Por ejemplo, para precisar hacia dónde se está moviendo un objeto, podemos hacer referencia a los puntos cardinales y decir: tal objeto se está moviendo hacia el Norte, o hacia el sur, etc.

También es sumamente importante reconocer la importancia de que el movimiento es un concepto Relativo, luego se infiere que:

1. Para describir el movimiento de un cuerpo es necesario previamente definir un sistema de referencia, que no es otra cosa que un del espacio con respecto al cual se estudia el movimiento del cuerpo.
2. No existe un sistema de referencia que sea absoluto, es decir, que esté en reposo en el espacio vacío. Lógicamente entonces, si no existe un sistema absoluto, tampoco existe un sistema absoluto, luego todo movimiento es relativo.
3. El movimiento de un cuerpo observado desde distintos sistemas de referencia no será el mismo en sus características a menos que ambos

sistemas de referencia estén en reposo relativo entre sí. Matemáticamente a todo sistema de referencia se puede asociar un sistema de coordenadas que puede consistir en un trío de rectas mutuamente perpendiculares que se cruzan en un punto llamado origen (sistema cartesiano de coordenadas).<sup>8</sup>

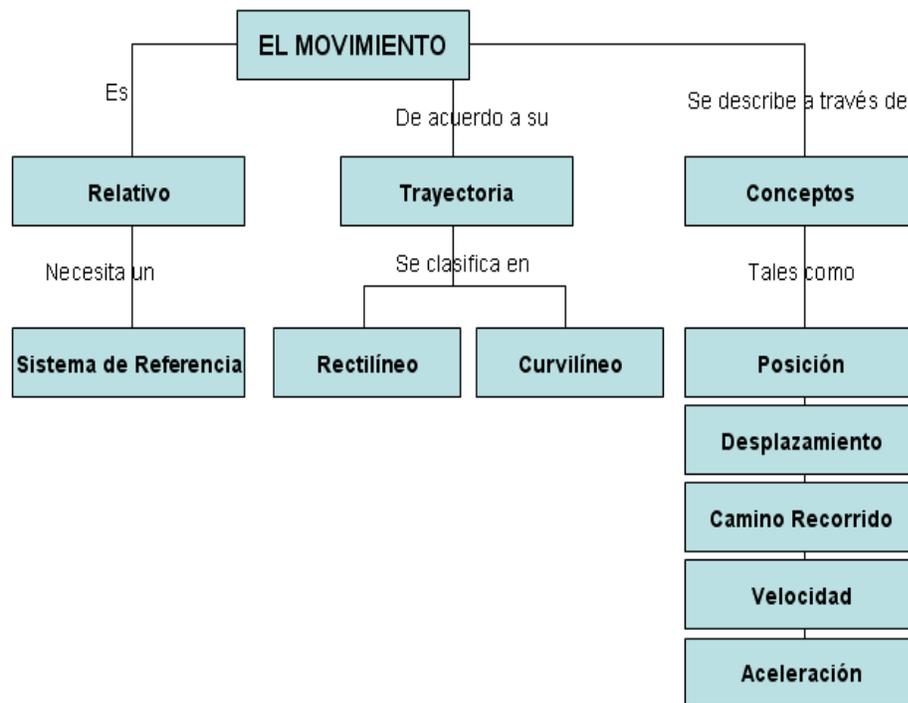


Ilustración N° 3: Mapa conceptual Unidad de “Fuerza y Movimiento”

Dentro de este contexto, el estudio del movimiento y la descripción de este, se torna muchas veces complicado para los estudiantes, en donde los conceptos de sistema de referencia, posición, trayectoria, desplazamiento, velocidad, aceleración y rapidez fundamentalmente se ven de forma muy confusa y poco claros, más aún cuando no existe una consistencia con los conceptos vistos en los cursos pasados y en donde la matemática juega un rol

<sup>8</sup> MIRTHA FARÍÑA MARCHANT-GERMÁN KREMER ERDMANN: “Ciencias naturales Física”

fundamental, principalmente en la incorporación del concepto de plano cartesiano y la noción de vector.

### **2.1.3 LA IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA PARA ABORDAR LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO**

Dentro de la complejidad de la enseñanza de la Física descrita anteriormente, la importancia de la matemática es fundamental. Importantes Físicos han descrito que la Matemática ha sido el lenguaje a través del cual la Física se expresa, es decir, la matemática es el lenguaje de ésta y la utiliza como un lenguaje universal a través de la cual los científicos se pueden comunicar.

La importancia de las Matemáticas en este contexto será fundamental, ya que muchas veces la comprensión de la Física se ve obstaculizada por los escasos conocimientos Matemáticos que el alumno posee. Es en este punto en donde existe una problemática central y compleja al mismo tiempo, ya que dentro del sistema educacional chileno los currículos entre el área de la Ciencia y la Matemática están muchas veces desarticulados, en donde las nociones necesarias que necesita la Física para su entendimiento muchas veces no se han visto en los cursos anteriores de Matemática, lo que dificulta aún más el entendimiento de la Física.

En particular, para describir y estudiar el Movimiento, requerimos algunas nociones Geométricas como plano cartesiano y vector, entre otras. En donde se necesita indudablemente de estas nociones para entender los conceptos Físicos que involucran los conceptos de Movimiento, Posición, Trayectoria, Desplazamiento, Velocidad, Rapidez, Aceleración, etc.

El estudio de la Geometría (unidad en la cual se implementan los conceptos mencionados anteriormente) es una unidad que cada vez pierde más terreno en los programas de estudio; primero porque estas unidades han sido desplazadas por otras unidades que han venido tomando mayor fuerza y segundo porque al presentarse lo mencionado en el primer punto, las unidades se han formulado al fin de los años escolares, o sea en las unidades finales, lo que provoca que muchas veces estas unidades sean “pasadas” de forma muy rápida o simplemente no se alcanzan a realizar, haciendo que esta unidad presente muchos obstáculos al momento de ser enseñada y aprendida.

El estudio del plano cartesiano nos ayuda a que el alumno comprenda, por ejemplo, la posición de un punto en el espacio, el cual estará determinado por un par o terna ordenada,  $(x, y)$  ó  $(x, y, z)$ , de números reales que constituyen las coordenadas respecto a un plano cartesiano.

El estudio de los vectores, por otro lado, nos facilita por sus reglas del álgebra vectorial, la solución de problemas Físicos y nos dan la posibilidad de representar de manera sencilla algunas nociones que con otras herramientas no se pueden lograr. Además los vectores tienen la particularidad de representar aquellas magnitudes Físicas en las que es necesario establecer algo más que un valor numérico, estas magnitudes Físicas son las denominadas "magnitudes vectoriales". Estas magnitudes Físicas tienen la particularidad de definirse a través de tres características principales, el módulo (valor numérico), dirección y sentido.

En síntesis, principalmente con las nociones de plano cartesiano y la incorporación del concepto de vector, podemos tener una representación más adecuada de ciertas magnitudes Físicas para la descripción del Movimiento, a través de las cuales podemos explicar mucho más fácil, problemas que tienen

que ver con velocidades, desplazamientos, fuerzas y aceleraciones. Entonces los vectores nos ayudan a representar este tipo de magnitudes Físicas y más importante aun nos permiten operar matemáticamente con este tipo de magnitudes.

## **2.2 FORMULACIÓN DE LAS INTERROGANTES**

A través de lo explicitado anteriormente podemos centrar nuestra investigación en el estudio del Movimiento, en Primer Año Medio, a través de los textos escolares, centrándonos la incorporación de las nociones Matemáticas necesarias que complementan la unidad descrita.

Esta investigación, busca diseñar una secuencia de estudio en donde pretendemos gestionar un proceso de estudio de la Organización Física coherente en torno al Movimiento de un cuerpo, de tal modo que los estudiantes puedan adquirir las destrezas para el entendimiento de la unidad de “Fuerza y Movimiento”.

Esta problemática nos hace formular las siguientes interrogantes:

- ¿Qué características posee la organización Física de la unidad de Fuerza y Movimiento, presente en los textos de estudio de Quinto año Básico y Primer año de Enseñanza Media?
- ¿Son los libros de texto de Física, otorgados por el Ministerio de Educación, una herramienta útil para que los alumnos (independientemente de las clases realizadas por los docentes) puedan adquirir los Aprendizajes esperados y Contenidos Mínimos Obligatorios para alcanzar los Objetivos Fundamentales propuestos por el Currículo nacional?

- ¿Existe coherencia en los Textos Escolares de Física de Quinto año de Enseñanza Básica y Primer año de Enseñanza Media respecto al estudio de las nociones de Fuerza y Movimiento, utilizando la noción de OF para su estudio?
- ¿Qué rol cumple la Matemática para abordar la unidad de Fuerza y Movimiento y cuál es su alcance al momento de re-formular la nueva Organización Física para esta Unidad?

### **2.3 FORMULACIÓN DEL PROPÓSITO DE ESTUDIO**

A través de lo descrito en los puntos anteriores, podemos fijar los siguientes objetivos para realizar nuestro estudio:

#### **2.3.1 OBJETIVOS GENERALES**

- Caracterización de la propuesta de enseñanza en Quinto año Básico y Primer Año Medio en torno a la descripción de la Fuerza y el Movimiento, utilizando la noción de Organización Física.
- Contratar la Organización Física presente en los textos escolares de Quinto año Básico y Primer año Medio con lo descrito a partir del Currículo nacional para dichas unidades.
- Construcción de una secuencia didáctica que nos permitirá analizar la obra Física para la unidad de “Fuerza y Movimiento” presentada en Primer Año Medio a través de la incorporación de las nociones Matemáticas de Plano cartesiano y Vector.

### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Análisis curricular de textos de Física entre Quinto Básico hasta Segundo año Medio.
- Análisis del Programa Curricular de la unidad de Fuerza y Movimiento de Quinto año Básico y Primer año de Enseñanza Media.
- Caracterizar las Praxeologías Físicas en torno al estudio de las Fuerzas y el Movimiento presentes en el Currículo chileno en Quinto año Básico y Primer año de Educación Media.
- Establecer un contraste entre la Organización Física propuesta por el Texto Escolar de Quinto año Básico y Primer año de Enseñanza Media, para la unidad de Fuerza y Movimiento, y la Organización Física “Sabia” de Referencia para dicha unidad.
- Contrastar las caracterizaciones obtenidas para la Enseñanza Básica respecto a las Obtenidas para la Enseñanza Media y establecer fenómenos didácticos a partir de dicho contraste.

### **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

Como hemos mencionado anteriormente, nuestro país ha instaurado políticas nacionales referentes al cambio en la calidad de la Educación y la mejora de ella, motivada principalmente por los bajos resultados obtenidos por nuestro país en estudios internacionales que revelan que la calidad de la Educación en Chile no es de las mejores a nivel mundial, por ende ha sido imprescindible una Reforma Educacional que pretende la mejora en la calidad de la Educación. Para ello se han ido promoviendo bastantes cambios para lograr esta tan ansiada mejora, como por ejemplo cambios en el Currículo, en los textos de estudio, en la formación docente, entre otras.

Con respecto al Currículo y al Marco Curricular, y teniendo en cuenta que nuestro Currículo se encuentra en una transición debido a la aprobación de la Ley General de la Educación (2009), podemos mencionar que es un documento Nacional que establece un listado único de Objetivos Mínimos, aprendizajes esperados, entre otros. El Currículo nacional se verá expresado en un marco curricular y en instrumentos curriculares que lo operacionalizan. Estos instrumentos tienen diversas funciones, cada una orientada al logro de los aprendizajes que se definen en el marco curricular. El Marco Curricular es el encargado de definir el aprendizaje que se espera que todos los estudiantes del país desarrollen a lo largo de su trayectoria escolar. Tiene un carácter obligatorio y es el referente en base al cual se construyen los planes de estudio, los programas de estudio, los mapas de progreso, los textos escolares y se elabora la prueba Simce.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: “Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media, actualización 2009”

Los planes de estudio definirán la organización del tiempo de cada nivel escolar. Consignan las actividades curriculares que los alumnos y las alumnas deben cursar y el tiempo semanal que se les dedica.

Los Programas de estudio entregan una organización didáctica del año escolar para el logro de los Objetivos Fundamentales definidos en el Marco Curricular. En los programas de estudio del Ministerio de Educación se definen aprendizajes esperados, por semestre o por unidades, que corresponden a objetivos de aprendizajes acotados en el tiempo. Se ofrecen además ejemplos de actividades de enseñanza y orientaciones metodológicas y de evaluación para apoyar el trabajo docente de aula. Estos ejemplos y orientaciones tienen un carácter flexible y general para que puedan adaptarse a las realidades de los establecimientos educacionales.

Los Mapas de Progreso describen el crecimiento de las competencias consideradas fundamentales en la formación de los estudiantes dentro de cada sector curricular y constituyen un marco de referencia para observar y evaluar el aprendizaje promovido por el marco curricular. Los mapas describen en 7 niveles de progreso las competencias señaladas, en palabras y con ejemplos de desempeño y trabajos de estudiantes ilustrativos de cada nivel.

Los Niveles de logro del SIMCE son descripciones de los desempeños que exhiben alumnos y alumnas en los sectores curriculares que al final de cada ciclo escolar evalúa el SIMCE. Los niveles de logro se han construido sobre la base de los desempeños efectivos de alumnos y alumnas en la prueba en relación a los objetivos del marco curricular y las competencias descritas en los Mapas de Progreso.

Los Textos Escolares desarrollan los contenidos definidos en el Marco Curricular para apoyar el trabajo de los alumnos en el aula y fuera de ella, y les entregan explicaciones y actividades para favorecer su aprendizaje y su autoevaluación. Para los profesores los textos constituyen una propuesta metodológica para apoyar la implementación del currículum en el aula, y los orientan sobre la extensión y profundidad con que pueden ser abordados los contenidos del Marco Curricular.<sup>10</sup>

### **3.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Dentro de estos cambios podemos observar como una de estas políticas es cambio en el Texto Escolar y la mejora de su calidad, ya que está claramente comprobado que la presencia de textos escolares es uno de los factores que influye positivamente en la mejora de los resultados, es por ello que la entrega de los Textos Escolares y la buena calidad de estos, es sumamente influyente en el éxito obtenido por los estudiantes.

Hay elementos o características que influyen más que otros en el aprendizaje de los alumnos, pero el material institucional (principalmente los textos de estudio y las guías de trabajo) no solo influye en su rendimiento, sino que más bien ayudan, apoyan y muchas veces motivan con sus actividades a la adquisición de aprendizajes, siendo este instrumento no solamente importante para ellos, sino que además es un instrumento que apoya al profesor y lo guía, muchas veces, para entregar de forma más efectiva los contenidos.

---

<sup>10</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN, UNIDAD DE CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN: “Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media, actualización 2009”

### **3.1.1 EL TEXTO ESCOLAR**

A través del MINEDUC, se pretende que todos los alumnos de colegios municipales y particulares subvencionados puedan tener acceso a Textos de Estudio de calidad. Es por ello que el MINEDUC ha realizado variadas investigaciones con el fin de poder entregar un buen Texto Escolar, que cumpla con los objetivos planteados y que sirva como una herramienta que ayude y apoye a los estudiantes y profesores en el proceso de estudio. Además de servir como un recurso pedagógico que contribuye potentemente a la Equidad en la Educación.

La producción de estos Textos está financiada con presupuestos provenientes del Estado, en donde en base a las cifras manejadas por el Gobierno chileno, se estima una producción de acorde a la población que se encuentra dentro de los sistemas educacionales beneficiados. Esta producción de textos se realiza bajo ciertos requisitos Curriculares, como Contenidos Mínimos Obligatorios y Objetivos Fundamentales, entregados por el MINEDUC para cada nivel educativo.

Para la producción de estos Textos, es necesaria la participación de las editoriales interesadas en la producción de sus productos a una licitación pública que determina la editorial que ganará la producción de los Textos Escolares dentro de todo el País. Actualmente la licitación pública realizada por el MINEDUC dio como proveedor de los textos a la editorial Santillana.

La entrega de los Textos Escolares será a todos los estudiantes de los niveles educativos beneficiados, en donde el alumno asume un compromiso de préstamo, sin costo alguno para el estudiante. En donde se busca que “Los textos de estudio aumenten las oportunidades de aprender, sea en clases o en

el hogar, ya que tienen la capacidad de prolongar el tiempo que los alumnos dedican al aprendizaje. Por lo tanto, afectan positivamente el impacto del currículum. El alumno que tiene un buen texto a su disposición puede trabajar con él en forma relativamente autónoma. De esta forma se posibilita que tanto los alumnos aventajados como los más retrasados trabajen a su ritmo en aquello que les es más pertinente”.<sup>11</sup>

Como mencionamos anteriormente, el Texto Escolar deberá adecuarse a los requisitos propuestos por el MINEDUC a través de su Currículo. El Texto Escolar debe mostrar los contenidos de una forma metódica y debe adoptar los Contenidos Mínimos Obligatorios que el MINEDUC establece para cada nivel educacional. En donde “los textos de estudio no sólo “transportan” el currículum sino también, en gran medida, lo determinan. Esto es especialmente cierto en los casos, como el nuestro, en que el currículum oficial está expresado como objetivos muy amplios o generales. Corresponde entonces a los textos (y también por cierto a los profesores) especificar y decidir por qué medios lograr estos objetivos, qué alcance y volumen tendrán los contenidos y también qué nivel de dificultad se exigirá”.<sup>12</sup>

Según lo dicho anteriormente, el Texto Escolar trasciende mas allá de la reproducción del Currículo, asegura que un Texto Escolar tiene una importancia tal que puede generar cambios y productos que favorecen a lograr los Objetivos Fundamentales, en donde pueden sugerir metodologías, planificaciones, secuencia de contenidos, propician ejercicios, ejemplos, ilustraciones, actividades y evaluaciones al alcance de los alumnos y de sus familias. O bien por el contrario, este margen existente en la expresión de los

---

<sup>11</sup> FONTAYNE Y EIZAGUIRRE, capítulo 1: “El futuro en riesgo: Nuestros textos escolares”

<sup>12</sup> FONTAYNE Y EIZAGUIRRE, capítulo 1: “El futuro en riesgo: Nuestros textos escolares”

contenidos puede provocar que aborden los contenidos pero no con la totalidad complejidad esperada.

Investigaciones realizadas por el centro Micro-datos de la Universidad de Chile, aseguran que de cada diez docentes en nuestro país, ocho utilizan el Texto Escolar en su práctica, cifra que nos arroja un claro indicio de la importancia que poseen los Textos Escolares en las aulas y en la formación de nuestro alumnado. Tanto es así que Los Textos Escolares han surgido además como un apoyo al trabajo de los profesores, siendo el uso de los Textos Escolares una de las principales herramientas que acercan al profesor con el Currículo nacional y con la validación de los contenidos a enseñar. Siendo esta herramienta muchas veces el compensador de posibles deficiencias en la formación del profesorado. Además los profesores, en su gran mayoría, aprueban el uso de Textos Escolares dentro de sus prácticas docentes, ya que aseguran que apoyan el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por otro lado, los Textos sugieren metodologías al profesor que pueden ser aprovechadas de una manera muy eficaz, tanto como para desarrollar de mejor manera los contenidos, como para también formar a los docentes en el uso nuevas técnicas de enseñanza que su preparación no les había entregado. Por ende, el Texto también tiene un papel en el perfeccionamiento del profesor y además se torna una ayuda necesaria para los profesores con sobrecarga horaria.

El Texto Escolar es una herramienta diseñada para utilizarse en clases y en los hogares, provee una introducción sistemática a una disciplina o asignatura. Con esta definición podemos decir que el texto escolar promueve el desarrollo y un complemento de los contenidos, para así alcanzar los Objetivos Fundamentales propuestos a través del Currículo nacional.

Al ser el texto de estudio un medio didáctico que ayuda al desarrollo de estos aprendizajes, es posible que muchas veces el Texto de Estudio cumpla un rol determinante en el trabajo del alumno y el profesor en el aula, en donde la buena calidad de este instrumento, la forma clara de entregar los contenidos, su coherencia y organización serán determinantes a la hora de mostrar los resultados. Pero, nos surge la interrogante: *¿Cuándo un Texto de Estudio es un buen Texto?*

Entre algunos de los criterios y antecedentes de un buen libro de Texto Escolar tenemos los siguientes puntos:

- Pertinencia de contenidos y conceptos del texto al área o asignatura, según grado escolares al que está dirigida la obra.
- Validez, objetividad, claridad, suficiencia, actualización, organización y coherencia de los contenidos.
- Relación de los contenidos con la realidad de los/las estudiantes, con sus conocimientos previos y con otras áreas del conocimiento.
- Actualización de la bibliografía sugerida, de la remisión a páginas en Internet (en los libros digitales) y de las demás ayudas.
- Propuesta pedagógica: claridad y coherencia.
- Organización y dosificación de los contenidos que van a estudiarse.
- Actividades realizables y propósitos pedagógicos a los que responden.
- Relación con estándares básicos de calidad y desarrollo de competencias.
- Respuesta a necesidades e intereses de las y los estudiantes.
- Apoyo al trabajo de docentes y al aprendizaje de estudiantes.
- Evaluación orientada a identificar los logros en el aprendizaje de las/los estudiantes.

- Claridad y organización con que se comunican las ideas e imágenes.
- Comprensibilidad y adecuación del lenguaje.
- Claridad, oportunidad y suficiencia de las orientaciones e instrucciones.
- Tratamiento textual y gráfico de la diversidad cultural, étnica, de géneros, de clase social, de edad y ocupación.
- Integración visual y pedagógica de imágenes y textos.
- Funcionalidad estética y pedagógica del diseño de textos e imágenes.
- Presencia de elementos que facilitan el manejo del libro (indicaciones, iconos, colores, sombreados, recuadros, esquemas, entre otros).
- Inclusión de los nombres de autores, adaptadores y traductores de textos, o de fragmentos de textos.
- Nitidez y legibilidad de impresión de la carátula y de las páginas interiores.
- Encuadernación resistente al deshoje.
- Adecuación del papel para su utilización por parte de las/los estudiantes.
- Legibilidad: longitud de los renglones, tamaño y tipo de letra.<sup>13</sup>

El libro pasó a ser una de las fuentes documentales más potentes dentro del estudio de los alumnos y dentro de la práctica de los profesores. Qué los libros cumplan con estos altos niveles de exigencia lleva a formular textos de mayor y mejor calidad, en donde la concordancia bibliográfica-conceptual y visual es fundamental.

En el área de la Física, será sumamente importante que el Texto de estudio cumpla con los criterios entregados anteriormente, ya que al ser una disciplina comúnmente catalogada como de difícil entendimiento, el Texto se puede

---

<sup>13</sup> MEJIAS BOTERO WILLIAM: ¿Qué es un buen libro de texto escolar?

tornar una herramienta fundamental para cambiar esta intrínseca idea sobre la Física. Principalmente se busca que un Texto Escolar en el área de la Física tenga coherencia con los contenidos vistos anteriormente, por ello pretende una retroalimentación con las unidades anteriores y busca una entrega de contenidos de forma sistemática que ayuden al progreso del estudiante.



Ilustración N° 4: Libros de Texto 5º Básico y 1º Medio Santillana.

Ahora bien, los resultados en la mejora de la Educación no han sido los esperados y muchas veces se pueden observar errores en los Textos de estudio que hacen referencia a la desarticulación entre los contenidos por ver y los vistos anteriormente, errores conceptuales, diseños curriculares erróneos y que no están de acorde a una secuencia lógica, los niveles de dificultad, tareas que no abordan la problemática propuesta, actividades que no ayudan a alcanzar los aprendizajes esperados, etc. Es por ello que nos parece sumamente relevante estudiar los Textos Escolares, principalmente en el área de la Física y verificar su desaprovechamiento, desarticulación y errores que conllevan a la no mejora en los aprendizajes esperados en los alumnos.

### **3.1.2 LA IMPORTANCIA DE LAS IMÁGENES EN LOS TEXTOS ESCOLARES**

Dentro de los puntos expuestos anteriormente para la determinación de un buen Texto Escolar se aborda la importancia de las imágenes e ilustraciones dentro de éste. La integración visual y pedagógica de imágenes para la enseñanza de la Física juega un rol fundamental, que muchas veces, en vez de ser útil y de apoyo, tiende a confundir los conceptos y las percepciones que los alumnos poseen. Es por ello que el libro debe tener una funcionalidad estética y acorde a lo propuesto en la unidad, funcionalidad estética que debe estar en concordancia con el diseño pedagógico de los textos debido a su potencial para transmitir determinados conceptos y relaciones, en donde la imagen (lenguaje no verbal) proporciona herramientas que pueden facilitar la transmisión de determinadas informaciones más eficazmente que el lenguaje verbal.

Dentro de los textos de estudio ha ido ganado territorio un aumento significativo del contenido y la cantidad de las imágenes en estos. Hasta hace pocos años se solía dar por aceptable un porcentaje aproximado de un cincuenta por ciento para las imágenes, pero en los más recientes textos, este promedio es habitualmente más alto y, especialmente en el caso de las editoriales más poderosas.<sup>14</sup>

Con respecto a las tareas y actividades propuestas por un Texto Escolar y al uso de las imágenes en estas, es sumamente importante definir qué tipo de tareas son las adecuadas y el tipo de imagen que ilustra la situación determinada, con el fin de que la imagen ayude a los alumnos a la

---

<sup>14</sup> VALLS MONTÉS, RAFAEL: "Didáctica e las Ciencias Experimentales y Sociales"

comprensión del tema tratado y que traslade los temas propuestos a una dimensión cotidiana para ellos, por ende, estas tareas deben profundizar los contenidos y deben llevar una imagen o ilustración en estrecha concordancia con los contenidos propuestos por el texto a desarrollar.

Las imágenes, además de ser concordante con el tema tratado e ilustrador de la situación, deben presentar un aspecto favorable, refiriéndonos en este caso a los colores, el entendimiento de los signos o palabras existentes en él, la calidad de la imagen, etc. con una calidad característica. Es además cierto que en los libros escolares la imagen se convierte en un elemento de verdadera importancia (Delannoy, 1.981; Colás, 1.989; Costa, 1.990a; Deforge, 1.991e). Aunque son también muchos los autores que afirman que en la mayor parte de los casos la imagen asume en papel secundario en relación al texto: es el texto el que fundamentalmente aporta la información y el que determina el eje paradigmático del libro, siendo la imagen un elemento complementario (Buj, 1.973; Maillo, 1.973; Duchastel, 1.978; Kozma, 1.991; Terlow y Woudstra, 1.993). (María Paz Prendes Espinosa, en Revista Píxel – Bit N° 6, Investigación sobre imágenes en textos escolares).<sup>15</sup>

Desde esta perspectiva, el análisis de los Textos Escolares debe ser realizado con el objetivo básico de su mejora y desde la voluntad y el deseo de lograr la adquisición de los Contenidos, en donde la mejora de éste debe estar acorde con las necesidades formativas de las nuevas generaciones.

---

<sup>15</sup>[www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas](http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas): “En torno al análisis de textos escolares”.

### **3.2 LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA**

Como hemos venido analizando, existe una brecha sumamente importante desde lo que se propone enseñar en las aulas y sobre lo que realmente se está enseñando. Este paso del saber sabio al saber enseñado es lo que a continuación analizaremos mediante la incorporación del concepto de “Transposición Didáctica” (Chevallard, 1991).

La Transposición Didáctica introduce una indudable reflexión entre lo propuesto por el Currículo nacional para alguna área y la gran distancia que lo separa de la realidad dentro del aula, como lo verdaderamente enseñado y aprendido por el alumnado.

Indudable es que gracias a los alcances realizados por el autor Ives Chevallard, entre otros, sobre la Transposición Didáctica, han servido de referencia y de ayuda para el estudio de las Matemáticas, pero más aun para generar estudios más amplios sobre otras disciplinas, como la Física.

La importancia para este estudio sobre la Transposición Didáctica radica principalmente en el gran alcance de su uso para la disciplina de las Ciencias, en particular nos centraremos en los aportes hacia la Física para el análisis de lo que el Currículo propone y lo que los alumnos, principalmente a través del Texto Escolar, puedan lograr en términos de alcance de los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios.

Esta relación entre lo que se debiese enseñar y lo que realmente se enseña no puede estar ajeno a la noción de la didáctica, en donde la didáctica la tomaremos como una ciencia o disciplina de orden pedagógica que tendrá como objeto principal el estudio de la enseñanza, orientada por las finalidades

educativas, hacia el aprendizaje de teorías sobre la práctica de la enseñanza. En donde está será un componente normativo, que organiza los medios conocidos, según las teorías científicas, para guiar una acción que busca la mejora de todos los seres humanos, mediante la comprensión y transformación permanente de los procesos educativos.

O sea, la didáctica abordará las problemáticas, en Física, sobre qué ciencia enseñar y cómo hacerlo para fomentar su aprendizaje, intentando dar soluciones fundamentadas mediante el uso de modelos de currículo y de enseñanza para resolver estos problemas y mejorar.

De aquí podemos mencionar la diferencia, para la el estudio de la Física, de los conceptos de Didáctica y la Transposición Didáctica, en donde la primera será la responsable de la Ciencia que se enseña y cómo se logra enseñarla (entrega los contenidos) y la segunda como una forma mediante la cual se “toma” el conocimiento y se transforma para presentárselo a los alumnos.

El profesor y el texto de estudio forman una parte primordial dentro de la forma en la cual se imparte el “saber enseñado”. Estos deben considerar que el “*saber sabio*”, realizado por varios autores de la sociedad científica reconocida, no puede ser presentado a sus alumnos sin antes someterlo a un proceso de Transposición Didáctica. Para así llegar a completar de buena forma el “saber enseñado”.

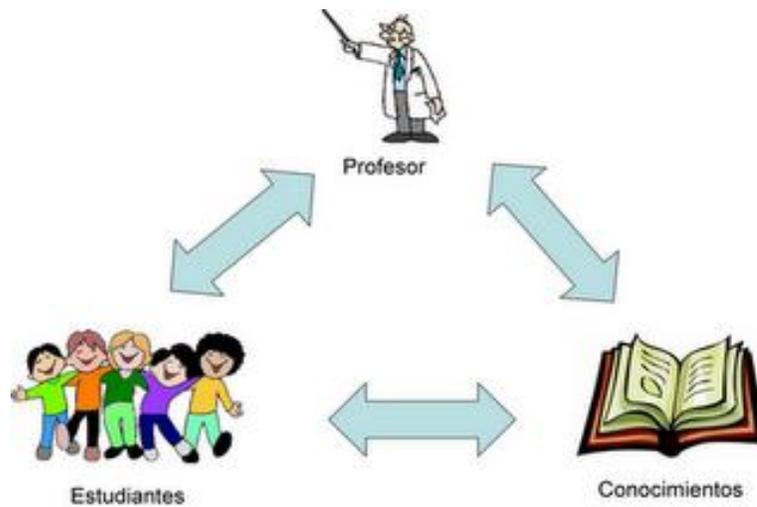


Ilustración N° 5: Representación de La transposición Didáctica

En este proceso debe plantearse algunas preguntas, como las que a continuación presentamos:

*-¿Qué es lo que se va a enseñar?*

Esta primera pregunta responde ante la decisión en base a la selección sobre qué contenido voy a enseñar. Muchas veces los contenidos vienen dirigidos en la estructura programática de una asignatura y del Currículo nacional, dependiendo del nivel y del área del curso, pero el docente o el libro de texto, tendrán (más o menos) la libertad de entregar ésta información y así elegir un forma de “pasar” el contenido por sobre los otros posibles.

*-¿Para qué voy a enseñar esto?*

En definitiva responde al objetivo que se va a enseñar con respecto a un saber en un determinado momento del desarrollo del curso. La mayoría de las asignaturas en los niveles básicos de formación, no están implementadas para

ser estudiadas con el fin de aprenderlas sino el de desarrollar destrezas cognitivas deseables para una determinada edad del estudiante.<sup>16</sup>

Ahora planteamos la siguiente interrogante: *¿por qué debe abordamos la Transposición Didáctica en nuestro estudio?*

Esta transformación del conocimiento del experto a los estudiantes muchas veces no se realiza con efectividad, el particular planteamos que el funcionamiento de la didáctica es muy distinto del funcionamiento académico, por ende el uso de Textos Escolares y la entrega de un texto que posea las herramientas didácticas (que transformen los contenidos expuestos por el Currículo nacional para ser enseñados, de tal manera que los alumnos y alumnas puedan comprender los temas propuestos) podría acortar las distancias entre lo enseñado en el aula y el “saber sabio”, mostrando formas y dando pautas a los profesores para que consigan realizar una Transposición Didáctica que facilite el proceso educativo.

### **3.3 TEORÍA ANTROPOLÓGICA DIDÁCTICA**

El marco teórico que utilizamos para abordar nuestro problema de investigación se inscribe, dentro del marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999).

---

<sup>16</sup> [www.cosasdeeducacion.es/que-es-transposicion-didactica](http://www.cosasdeeducacion.es/que-es-transposicion-didactica): ¿Qué es la transposición didáctica?

La Teoría Antropológica Didáctica (TAD) es una propuesta investigativa que describe la actividad Matemática (enseñanza y aprendizaje) y además describe su creación, utilización y la forma en la cual se incorpora en los establecimientos educacionales (saber enseñado). Dentro de esta descripción del saber Matemático a través de la TAD, encontramos que el proceso de estudio estará determinado principalmente por procesos (seis) y por productos (Organización Matemática), como lo podemos observar a través del siguiente esquema:

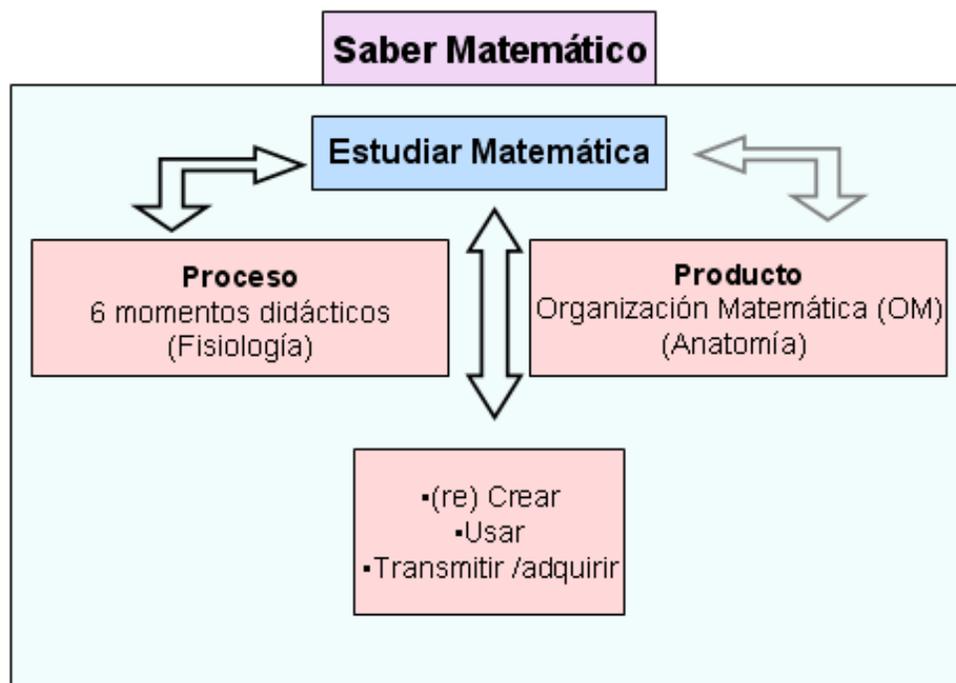


Ilustración N° 6: Modelización de la TAD

Centrándonos en el producto, la TAD introduce una conceptualización en términos de Praxeologías, en donde esta noción unifica bajo un mismo concepto el “saber” o conjunto organizado de conocimientos y la actividad. Esta noción de Praxeología responde a la unión de los términos griegos *praxis* y *logos*, para referir a cualquier estructura posible de actividad y conocimiento.

Para representar a través de esta noción de Praxeología, se parte del postulado que toda actividad humana se puede describir como la activación de Praxeologías u Organizaciones Matemáticas (OM), asumiendo así que toda práctica o “saber hacer” (toda *praxis*) aparece siempre acompañada de un discurso o “saber” (un *logos*), es decir una descripción, explicación o racionalidad mínima sobre lo que se hace, el cómo se hace y el porqué de lo que se hace.<sup>17</sup>

Esta noción para caracterizar el producto de la actividad Matemática, dando lugar a lo que se llama la Organización Matemática y que caracteriza una determinada Obra Matemática, se lleva a cabo identificando dentro de la Obra el conjunto de Tipos de problemas matemáticos que son objeto de estudio y que pretende responder, las respectivas Técnicas Matemáticas que permiten su resolución, la Tecnología Matemática que hace inteligibles dichas Técnicas y la Teoría asociada que formaliza, agrupa y sintetiza los principales aspectos de los discursos tecnológicos.

A continuación describiremos más a fondo los componentes de una organización matemática (OM):

- Las Tareas (**T**): es un saber-hacer que organiza una familia de actividades que deben ser realizadas por el alumno para acceder a un aprendizaje esperado específico. Sirve como medio para el aprendizaje, y requiere del uso de un conocimiento matemático para resolverla.
- La Técnica (**τ**): Es la manera en que los alumnos realizan la Tarea, son tipos de técnicas que permiten resolver los tipos de problemas. Frente a

---

<sup>17</sup> BOSCH Y GASCON: “Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de Matemáticas de Secundaria”.

una misma tarea los niños pueden utilizar distintas técnicas. Una técnica que fue utilizada para tarea, puede fracasar si esa misma tarea está propuesta bajo otras condiciones de realización. Hay técnicas más eficaces que otras y, para realizar una tarea Matemática bajo determinadas condiciones, puede existir una técnica óptima.

- La Tecnología (**9**): Son los elementos discursivos que justifican el funcionamiento de las técnicas, explican la adecuación de ellas como herramientas para realizar cierta tarea. En definitiva son discursos (“logos”) que describen y explican las técnicas.
- La Teoría (**Θ**): Es la tecnología de la tecnología. O sea un discurso que sintetiza la tecnología y relaciona dicha tecnología con otras. Frecuentemente, la teoría aparece desvinculada del problema o tarea que la origina.<sup>18</sup>

Las componentes de las organizaciones Matemáticas descritas anteriormente (el producto al estudiar la Matemática), la podemos representar de la siguiente manera:

---

<sup>18</sup> Material cátedra de Didáctica de las Matemáticas, LEFM, USACH 2008.

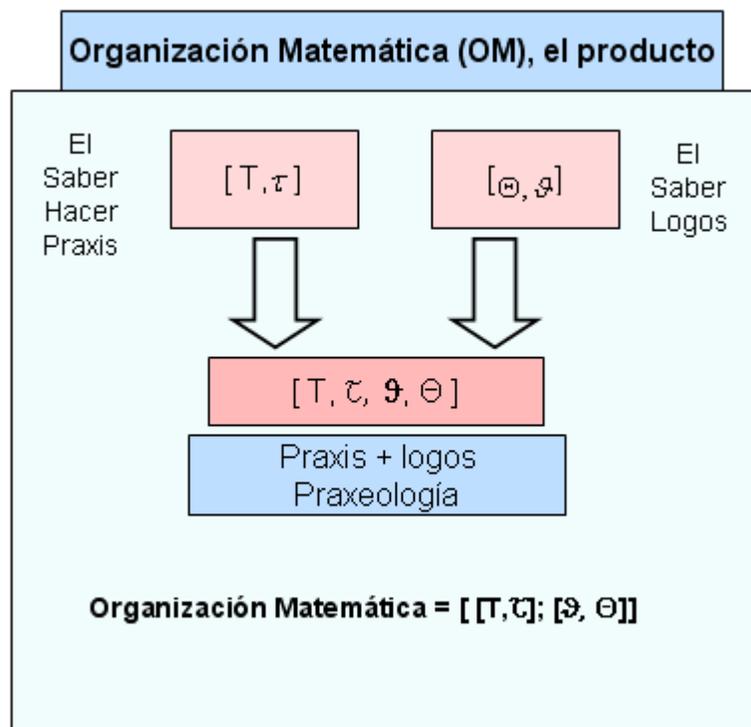


Ilustración N° 7: Esquema "Organización Matemática".

Un tipo de fenómeno puesto en evidencia por diferentes investigaciones del programa epistemológico dentro de la Teoría de las Situaciones Didácticas, se refiere a las dificultades que se tienen para gestionar en los establecimientos, específicamente en las clases, cierto tipo de conocimiento que no se considera como parte de la actividad matemática (o cualquier tipo de disciplina) que se trata de enseñar, por ende la noción de Praxeología la consideramos muy útil para caracterizar el estudio de las Obras Físicas de los últimos años de Enseñanza Básica y primeros años de Enseñanza Media presentes en el Currículo nacional.

### **3.2 ¿QUÉ ES UNA ORGANIZACIÓN FÍSICA?**

Una organización Física será la caracterización de una determinada obra Física, en donde podremos identificar dentro de esta obra los tipos de problemas Físicos que son objetos de estudio y que hace alusión a la Organización Física que se pretende estudiar. Por otro lado la Organización Didáctica hace referencia a la forma en la cual ocurre la caracterización de los problemas Físicos a estudiar.

En particular, para modelizar como se organiza el conocimiento científico en los Textos Escolares de Física, utilizaremos la noción de Praxeología desarrollada por Chevallard aplicada a la idea de “Praxeología”, en donde sabemos que es que toda “obra” de un determinado el producto de una actividad humana, que surge como respuesta a un conjunto de cuestiones problemáticas que por uno u otro motivo la comunicad científica se plantea y decide abordar.

Un primer paso para ello es reformular dichas cuestiones en Tareas de manera que puedan ser abordadas desde un saber determinado, por ejemplo en Tareas Físicas. Una vez que se tienen especificadas dichas Tareas, se hace necesario desarrollar uno o más procedimientos para resolverlas de manera fiable. Dichos procedimientos es lo que en la TAD se denominan Técnicas, en este caso Técnicas Físicas. La explicitación de las Técnicas que resuelven las problemáticas permiten por un lado definir claramente dichas problemáticas en el contexto de la Física, y agruparlas en los que denominamos “tipos de Tareas”, correspondiendo a un determinado tipo de Tareas a todas aquellas tareas que se resuelven con una misma Técnica o bien con Técnicas muy similares pero que presentan ligeros tipos de variaciones entre sí. La elaboración y/o uso de una Técnica, cualquiera que esta sea, requiere de la

existencia de un discurso interpretativo/argumentativo que permite hacer comprensible la pertinencia y el dominio de validez de dicha Técnica, y hacer comprensible su “modus operandi” de manera de poder adaptarla a nuevas situaciones problemáticas en caso de que sean necesario.

Dicho discurso es lo que en la TAD se llama Tecnología. Si bien la tecnología es en esencia un discurso de carácter argumentativo, no tiene ni la pulcritud, ni la precisión, ni la formalidad, ni el nivel de generalización necesario para que sea considerado como Teoría. La Teoría es justamente la reinterpretación, generalización y formalización de los discursos tecnológicos pero desde un punto de vista Físico y con toda la formalidad y la rigurosidad que se requiere para que dicho discurso sea reconocido y aceptado como válido por la comunidad científica. Así pues, la Teoría es justamente la Tecnología de la Tecnología.

### **3.3 ORGANIZACIÓN FÍSICA DE REFERENCIA (OFR)**

Una organización Física de referencia está descrita a partir de textos o material bibliográfico reconocidos por la comunidad científica, de este modo, presenta un saber de referencia en el cual se aborda el conocimiento a entregar de una forma viable y a través de la cual se pretende que el proceso de estudio sea óptimo.

Para esta investigación en particular, hemos realizado una Organización Física de Referencia objetiva, la cual presentaremos los componentes Práctico-Técnico y Tecnológico-Teórico. Dicha Organización la realizamos a partir de las nociones Matemáticas de la Geometría, como lo son, entre otros, plano cartesiano y vector. Además de incluir estos términos anteriormente mencionados, incluimos la descripción de los componentes para realizar el

estudio de la Unidad de Fuerza y movimiento”, en donde caracterizamos cada uno de los conceptos.

Esta Organización Física de Referencia debe incluir los contenidos Mínimos obligatorios presentes en el Currículo nacional y los objetivos Fundamentales que se plantean también a través de este, para así llegar a completar los aprendizajes esperados y propuestos por el libro de texto.

Otro punto importante y fundamental, es que esta obra cree niveles de coherencia y concordancia con lo visto anteriormente por lo alumnos, de modo tal que esta nueva OF permita articular los contenidos vistos con los vistos anteriormente, además de articular los ingredientes (Tareas, Técnicas, Tecnologías y Teorías) entre sí. La importancia del cumplimiento de estas condiciones es que permiten que la OF de referencia sea viable y logre responder cuestiones con un sentido para la Institución en la cual se desarrolla, además de establecer niveles de coherencia y completitud de la nueva OF.

Cabe destacar que esta OFR está basada en la descripción el Movimiento como tal, no se presenta como material didáctico para ser utilizado en un Texto Escolar, si no que más bien representa una OF necesaria para el estudio coherente de la unidad y que sirva de guía conceptual para analizar y contrastar la OF presentada en el Texto Escolar.

## **CAPÍTULO 4: MARCO METODOLÓGICO**

Para modelizar el conocimiento científico a estudiar utilizamos la noción de Organización o Praxeología, compuesta por cuatro categorías de elementos: tipos de problemas, técnicas, tecnología y teoría. Esta primera modelización hace referencia a una constitución estructural de la actividad científica.

Para analizar cada unidad temática se procede a identificar las Tareas, Técnicas, Tecnología y Teoría presentes y las relaciones entre ellas, de manera de obtener una descripción detallada de los distintos ingredientes que componen cada unidad en los términos de Organización Física (OF). Para lograr la identificación de las Tareas Físicas nos planteamos preguntas como ¿Cuáles son las problemáticas presentes? , ¿Qué tipo de problemas físicos se plantean? Luego para identificar las técnicas nos planteamos preguntas cómo; ¿Qué tipo de procedimientos y estrategias se proponen para solucionar las problemáticas planteadas?, ¿Cómo evolucionan dichos procedimientos? Para identificar la componente tecnológica de la Organización nos hacemos preguntas cómo; ¿Qué tipo de discurso apoya un determinado procedimiento de manera de interpretarlo y/o justificarlo? Finalmente para identificar la teoría nos hacemos preguntas cómo; ¿En qué nociones Físicas se fundamentan los distintos argumentos que aparecen?

Una vez identificados los ingredientes de cada Organización Física se establecen los niveles de coherencia, completitud de cada OF. El nivel de coherencia de cada Organización Física se establece analizando en qué medida los aspectos tecnológico-teóricos permiten explicar y justificar los procedimientos empleados en la resolución de las tareas. El nivel de completitud de cada OF se establece en función de la presencia o ausencia de los elementos constitutivos de dicha organización.

Además de los niveles de coherencia y de completitud de las OF, proponemos establecer el nivel de articulación entre determinadas OF. Para ello se contrastan las OF que pertenecen a un mismo ámbito dentro de la Física y que debieran compartir determinados ingredientes, bien sean tareas, técnicas, tecnología y/o teoría, y analizamos la cantidad de relaciones que se establecen explícitamente entre Organizaciones a propósito de los elementos constitutivos que se sitúan en las intersecciones de las distintas OF caracterizadas. El nivel de coherencia es de especial interés sobre todo cuando se contrastan organizaciones que abordan tópicos similares pero en distintos niveles de Enseñanza, y en particular entre la Enseñanza Básica y la Enseñanza Media.

Para poder establecer los niveles de coherencia y completitud se hace imprescindible el disponer, para cada OF caracterizada, de una OF epistemológica de referencia la cuál especifique sobre qué Tareas, Técnicas, Tecnología y Teoría debiesen tener como mínimo las unidades analizadas para ser coherentes con los aprendizajes esperados declarados, los contenidos mínimos obligatorios. A su vez la OF de referencia permite explicitar cómo debiese articularse dicha OF con otras OF presentes en los Programas de Estudio.

#### **4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para comenzar con la descripción al tipo de investigación con la cual se realizará nuestro seminario de grado, es preciso entender que una investigación estará definida como “una actividad encaminada a la solución de problemas. Su Objetivo consiste en hallar respuesta a preguntas mediante el empleo de procesos científicos” (Cervo y Bervian 1989, p.41). Dentro de esta perspectiva, una investigación será un proceso metódico y sistemático que apunta a la solución de problemas o preguntas científicas, a través de la producción de conocimientos nuevos, los cuales constituyen la solución a tales interrogantes.

Para realizar cualquier tipo de investigación será necesario utilizar metodologías investigativas acordes a su propósito, es por ello que se distinguen variados tipos de investigación, en donde nos centraremos principalmente en dos de sus tipos. La primera una noción utilizada de forma muy usual para este tipo de investigaciones, la investigación de tipo Cualitativa, y en segundo lugar una noción novedosa de Praxeología, de Chevallard, para una organización Física.

Para el tipo de investigación cualitativa se observarán fenómenos sociales desde una mirada netamente inductiva, o sea que utiliza primicias particulares de cada individuo o grupo de estudio y genera planteamientos generales para grupos de ciertas características, sin embargo en la investigación cualitativa, si bien se utiliza esta mirada inductiva, no posee una conformación rígida, o sea se nos permite determinar matices de acción flexibles dentro de nuestro estudio, desarrollando actitudes que favorezcan y orienten la investigación.

Con respecto al segundo tipo de investigación utilizado en este estudio, presentamos una metodología de análisis de textos basada en la noción de Praxeología, de Chevallard. Si bien dicha metodología ha sido utilizada ampliamente en el ámbito de las Matemáticas, su uso para la caracterización de Organizaciones Físicas es novedoso. Aplicamos la noción de vector para caracterizar la Organización Física propuesta para el estudio del eje de Fuerza y Movimiento; descripción del movimiento realizado principalmente en primer año de Enseñanza Media, que busca establecer un contraste entre la organización propuesta y la organización “sabia” de referencia, a través de la cual podemos detectar ciertos fenómenos de transposición didáctica derivados de la decisión de no incorporar la noción de vector en el estudio. Lo que provocará como consecuencia una desarticulación de las problemáticas estudiadas en casos, en torno a los que se desarrollan tecnologías muy puntuales a cada caso, que llegando algunas de ellas hasta a ser contradictorias entre sí.

A través de lo dicho anteriormente realizaremos una investigación cualitativa y que adopta la noción de Praxeología para una Organización Física, a través de la cual logremos identificar factores curriculares del sistema educativo chileno, vinculados a la enseñanza de las Ciencias y en particular a la Física, que obstaculizan el progreso de los estudiantes en las unidades de Fuerza y Movimiento.

## **4.2 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Nuestro estudio se basa en analizar los Textos Escolares y los programas de estudios que pueden ser usados de distintas maneras como por ejemplo, ser un material de apoyo para realización de clases, como ayuda para la planificación de las clases o un instrumento guiador para el estudiante en su estudio particular, entre otras más.

Por tanto, se comprende de cuatro etapas bien definidas:

1. Selección y análisis del material curricular a analizar.
2. Creación de una OFR acorde para abordar la unidad de Fuerza y Movimiento.
3. Analizar el material de acuerdo a las OF.
4. Establecer los niveles de coherencia y completitud de cada OF.

### **4.2.1 ETAPA 1: SELECCIÓN Y ANALISIS DEL MATERIAL CURRICULAR**

En esta primera etapa se analizó los planes y programas de estudios del Ministerio de Educación, en el sector de Ciencias Naturales, específicamente el subsector de Física, con la finalidad de encontrar una unidad o eje a estudiar, eligiendo el eje de Fuerza y Movimiento, observando los niveles o cursos a estudiar, decidiendo que este estudio sería de Quinto año Básico y Primer Año Medio.

Luego se eligieron los textos escolares a analizar (de los niveles mencionados anteriormente), siendo ellos principalmente los textos escolares distribuidos por el Ministerio de Educación, de Editorial Santillana.

#### **4.2.2 ETAPA 2: CONSTRUCCIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO**

Esta etapa la realizamos una vez determinados los niveles de coherencia existentes en los Textos Escolares. De este modo tendríamos un análisis previo que nos permitiese tomar la decisión de la forma en la cual se debiesen entregar los contenidos.

Si bien esta fue la última etapa de la investigación, dentro de la secuencia lógica de este seminario la presentamos en el segundo punto de nuestra realización del estudio, ya que por fines prácticos y para poder luego contrastar con las otras etapas mencionadas, se ha tomado esta decisión.

#### **4.2.3 ETAPA 3: ANALIZAR EL MATERIAL DE ACUERDO A LAS OF**

En esta segunda etapa se procede a identificar los distintos ingredientes de la OF, en cada uno de los textos en estudio. Es decir, encontrar las Tareas, Técnicas, Tecnologías y Teoría Físicas presentes en dichos textos para así poder relacionarlas entre ellas.

Para lograr la identificación de cada uno de los ingredientes nos fuimos planteando distintas preguntas, como por ejemplo para las Tareas Físicas nos preguntamos: ¿Cuáles son las problemáticas presentes?, ¿Qué tipo de problemas físicos se plantean?, para las técnicas: ¿Qué tipo de procedimientos y estrategias se proponen para solucionar las problemáticas planteadas?, ¿Cómo evolucionan dichos procedimientos?, en caso de las tecnologías: ¿Qué tipo de discurso apoya un determinado procedimiento de manera de interpretarlo y/o justificarlo? y ya para encontrar las teorías nos preguntamos

¿En qué nociones físicas se fundamentan los distintos argumentos que aparecen?

#### **4.2.4 ETAPA 4: ESTABLECER LOS NIVELES DE COHERENCIA Y COMPLETITUD DE CADA OF**

En esta etapa establecimos los niveles de coherencia y completitud de cada OF, es decir, fuimos analizando la correlación entre las tecnologías-teorías con las tareas o bien con la resolución de dichas Tareas Físicas existentes en cada una de las OF y así poder establecer si existen o no todos los ingredientes de las OF, para después poder contrastar las OF existentes en el subsector de Física, observando y analizado el nivel de articulación entre dichas organizaciones.

## **CAPÍTULO 5: REALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

### **5.1 ANÁLISIS DEL MARCO CURRICULAR PARA LAS UNIDADES DE FUERZA Y MOVIMIENTO**

Dentro de este análisis estudiamos el Marco Curricular en el área de Ciencias Naturales para la Enseñanza Básica y el subsector de Física para la Enseñanza Media, en donde centramos nuestra atención en las unidades relacionadas a las temáticas de Fuerza y Movimiento. Estas unidades se estudian tanto en Quinto año básico como en Primer Año Medio, de modo que escogimos estos niveles para realizar el estudio.

#### **5.1.1 ANÁLISIS CURRICULAR PARA QUINTO AÑO BÁSICO**

##### **5.1.1.a CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS PROPUESTOS POR EL MINEDUC PARA QUINTO BÁSICO**

Para Quinto Año Básico encontramos los siguientes Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios:

<b>Objetivos Fundamentales</b>	<b>Contenidos Mínimos</b>
Comprender la relación entre la fuerza aplicada sobre un cuerpo y su movimiento, distinguiendo el movimiento rectilíneo uniforme del acelerado.	Distinción entre movimientos rectilíneos uniformes y acelerados en términos de distancia, tiempo y rapidez.
	Comprobación mediante ejemplos diversos que todo cambio de rapidez y/o trayectoria en los movimientos de los objetos es producido por fuerzas

Tabla N° 3: Objetivos fundamentales y Contenidos mínimos para la unidad de fuerza y movimiento de Quinto año Básico.

**5.1.1.b APRENDIZAJES ESPERADOS DEL PROGRAMA PARA QUINTO AÑO BÁSICO**

<b>Aprendizajes esperados</b>	<b>Indicadores de Evaluación</b>
Explicar la relación entre distancia, tiempo y rapidez, y reconozcan la importancia de controlar las fuentes de error en la experimentación.	Determinan la rapidez de un cuerpo en movimiento, midiendo el tiempo y la distancia recorrida en tres o más momentos. Identifican acciones u omisiones que pueden llevar a error en los resultados (por ejemplo, uso inadecuado de instrumentos de medición, registro erróneo de las magnitudes).
Distinguir el movimiento rectilíneo uniforme del acelerado, en términos de rapidez.	Definen la rapidez como la relación entre la distancia recorrida por un cuerpo y el tiempo empleado en recorrerla. Dan ejemplos de movimientos rectilíneos uniformes en el entorno y explican que su rapidez es constante en el tiempo. Argumentan que hay aceleración en un movimiento rectilíneo cuando cambia su rapidez. Dan ejemplos de movimientos rectilíneos acelerados en el entorno y explican que su rapidez varía en el tiempo (por ejemplo, en objetos en caída libre). Predicen las características del movimiento futuro que realizará un cuerpo, a partir del análisis de datos disponibles.
Explicar que los cambios de rapidez y dirección en el movimiento de los cuerpos son producidos por fuerzas.	Muestran, en casos concretos, que la acción de fuerzas causa los cambios de reposo a movimiento rectilíneo o acelerado, de movimiento rectilíneo a acelerado y viceversa, y de movimiento a reposo. Predicen la dirección, el sentido o el cambio de rapidez de un cuerpo, si se aplican determinadas fuerzas.
Representar e interpretar información sobre movimientos rectilíneos uniformes y acelerados, en tablas y gráficos.	Elaboran gráficos a base de tablas de datos, con información de tiempos y rapidez constante y acelerada. Describen movimientos rectilíneos uniformes y movimientos acelerados, empleando gráficos. Predicen la distancia a la que se encontrará un cuerpo de acuerdo a su rapidez, a partir de datos graficados.

Tabla N° 4: Aprendizajes Esperados y sugerencia de Indicadores Quinto Básico

## **5.1.2 ANÁLISIS CURRICULAR PARA PRIMER AÑO MEDIO**

### **5.1.2.a CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS PROPUESTOS POR EL MINEDUC PARA PRIMER AÑO MEDIO**

Para Primer Año Medio encontramos los siguientes Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios propuestos por el MINEDUC:

<b>Objetivos Fundamentales</b>	<b>Contenidos Mínimos</b>
Comprender que la descripción de los movimientos resulta diferente al efectuarla desde distintos marcos de referencia.	Reconocimiento de la diferencia entre marco de referencia y sistema de coordenadas y de su utilidad para describir el movimiento.
	Aplicación de la fórmula de adición de velocidades en situaciones unidimensionales para comprobar la relatividad del movimiento en contextos cotidianos.

Tabla N° 5: Objetivos fundamentales y Contenidos mínimos para la unidad de fuerza y movimiento de Primer Año Medio.

**5.1.2.b APRENDIZAJES ESPERADOS DEL PROGRAMA PARA PRIMER AÑO MEDIO**

<b>Aprendizajes esperados</b>	<b>Indicadores de Evaluación</b>
Justificar la necesidad de introducir un marco de referencia y un sistema de coordenadas para describir el movimiento de los cuerpos.	Describen movimientos de cuerpos desde distintos marcos de referencia y sistemas de coordenadas. Aplican la fórmula de adición de velocidades en situaciones cotidianas para comprobar la relatividad del movimiento en situaciones unidimensionales.
Describir investigaciones científicas clásicas asociadas al concepto de relatividad del movimiento, valorando el desarrollo histórico de conceptos y teorías	Identifican las hipótesis, procedimientos experimentales y conclusiones en las investigaciones clásica de Galileo sobre la relatividad de movimiento de los cuerpos. Distinguen las hipótesis, los procedimientos experimentales y las conclusiones en la investigación clásica del péndulo de Foucault.

Tabla Nº 6: Aprendizajes Esperados y sugerencia de Indicadores para la unidad de Fuerza y Movimiento de Primer Año Medio.

## **5.2 EXPLICITACIÓN DE CONCEPTOS CLAVES PARA LA OFR**

Para realizar un análisis de la **OF** es necesario fijar un punto de vista epistemológico de referencia. Donde esta posición de referencia nos permite observar el sistema didáctico y lo llamaremos Organización Física de Referencia **OFR**.

Luego realizamos una descripción de la organización Física presente en los textos oficiales para Quinto año Básico y Primer año de Enseñanza Media, para luego contrastar ambas organizaciones con los datos obtenidos a través del análisis Curricular descrito en el punto anterior.

Esta etapa la dividiremos en dos partes; primero explicitaremos los conceptos Matemáticos necesarios para el estudio del Movimiento y en segundo lugar explicitaremos aquellos conceptos Físicos.

### **5.2.1 LAS MATEMATICAS NECESARIAS PARA ABORDAR EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO**

Como sabemos la Física consiste en teorías, leyes, argumentos, fundamentos que ayudan a la comprensión del mundo natural, del mundo que nos rodea, pero a la vez ella misma, mejor dicho los científicos, han tenido la necesidad de acompañarse o de basarse en otras cosas, nos referimos a la Matemática.

La matemática, siendo más claras herramientas Matemáticas son un argumento bastante importante y necesarios para algunos conceptos Físicos, en este caso para el tema de movimiento y fuerza, es netamente importante algunos conceptos geométrico y analíticos, como el plano y el vector.

### 5.2.1.a NOCION DE PLANO

El plano es un elemento primitivo que refiere una idea o abstracción, pero que no se define, sin embargo puede ser descrito en relación a otros elementos geométricos similares.

Es representado físicamente a través de un dibujo o una figura delimitada por bordes irregulares, para indicar que la imagen es una parte de una superficie infinita. Estos suelen nombrarse con una letra del alfabeto griego.

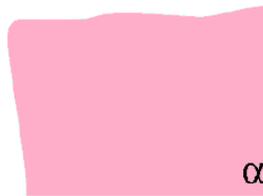


Ilustración N° 8: Representación del plano

En el plano geométrico están presentes algunos elementos primitivos como son:

- El punto, siendo este un elemento primitivo nombrado a través de una letra imprenta mayúscula (A, P) y se visualiza en cualquiera de las dos maneras siguiente.



Ilustración N° 9: Representación de un punto en el plano.

El plano de coordenadas cartesianas es un sistema de referencia que permite determinar la posición de cualquier punto en el plano mediante dos

números, como también permite representar al plano geométrico de la geometría sintética.

En el plano geométrico se reproducen dos copias de la recta real  $R$  una horizontal y la otra vertical, de modo que ambas se intersectan perpendicularmente en los puntos cero de cada recta. Ambas rectas son denominadas *ejes coordenados* y su intersección se denomina origen y se etiqueta con  $O$ . Por convención, la recta horizontal se llama *eje x* y la recta vertical se llama *eje y*, siendo la mitad positiva del *eje x* hacia la derecha y la mitad positiva del *eje y* hacia arriba.<sup>18</sup>

Por último, los ejes coordenados dividen al plano en cuatro regiones llamadas cuadrante y se nombran como I, II, III y IV.

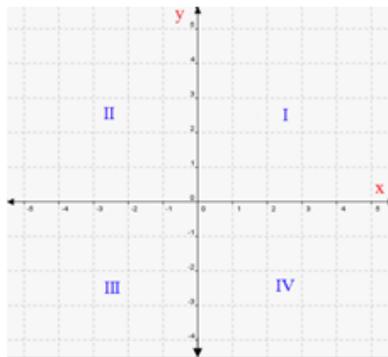


Ilustración N<sup>o</sup> 10: Plano Cartesiano y sus cuadrantes

Donde en el también podemos encontrar los elementos primitivos como:

- Punto, siendo este nombrado a través de una letra imprenta mayúscula

---

<sup>18</sup> Diego Cheuquepán, Natalia San Miguel, Joaquín Barbé, “Traslaciones en el plano: “Propuesta didáctica para su estudio con apoyo de planillas de cálculo”, 2010.

(A, P) y queda determinado mediante dos números que indican la distancia de ese punto a cada uno de los ejes. La primera coordenada representa la distancia al eje vertical  $y$ , la segunda representa la distancia al eje horizontal  $x$ . Se visualiza como  $P(x, y)$  en el plano de coordenadas cartesianas.

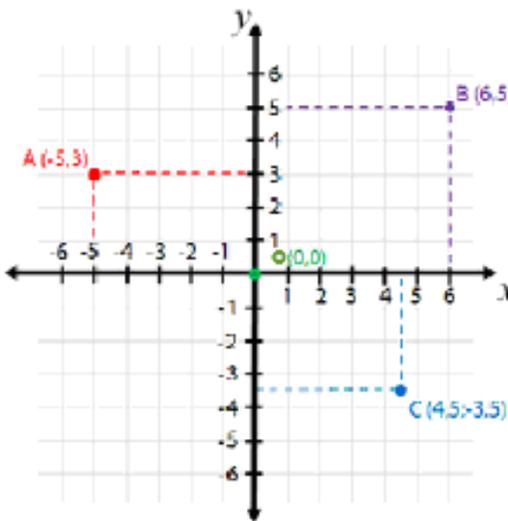


Ilustración N° 11: Representación de puntos en el plano cartesiano.

### **5.2.1.b LOS VECTORES**

Los vectores se pueden estudiar de dos maneras, en forma geométrica o analítica.

Si el estudio es geométrico, primero se define en el plano geométrico un segmento dirigido como un segmento de recta que parte desde un punto A y llega hasta un punto B y se denota por  $\overline{AB}$ , el punto A se llama punto inicial y el punto B se denomina punto terminal, entonces el segmento dirigido  $\overline{AB}$  se llama vector de A a B.

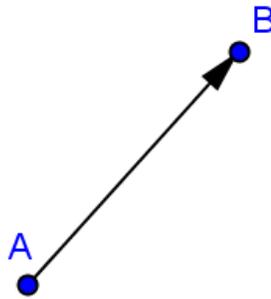


Ilustración N° 12: Representación de un vector.

Además, se dice que dos segmentos dirigidos son equipolentes, equivalentes o iguales si tienen la misma longitud, dirección y sentido y se denota por  $\overline{AB} \equiv \overline{PQ}$ .

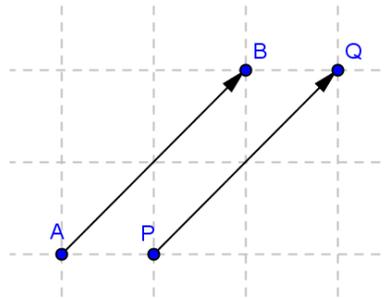


Ilustración N° 13: representación de vectores iguales.

Pero si se considera que el concepto que dio lugar a los vectores es el de desplazamiento, entonces se puede analizar otras características y para ello se necesita de un sistema de referencia que permita describir y analizar el vector movimiento.

Supongamos un sistema de referencia respecto al cual esté definida la posición de puntos. Por lo analizado en la sección anterior, el sistema de coordenadas cartesianas es un sistema de referencia útil.

De esta manera un desplazamiento se define como cualquier cambio de posición de un punto en el plano coordenado.

Este cambio de posición supone que un vector tiene: magnitud, dirección y sentido, donde la magnitud se refiere a la parte escalar del vector en cambio el sentido y la dirección se refiere a la orientación de dicho vector.

**La magnitud** se define como la distancia entre el punto inicial y el punto terminal. Es decir, dado dos puntos  $A(x_1, y_1)$  y  $B(x_2, y_2)$  en el plano coordenado, la longitud queda determinada mediante la ecuación:

$$d(A, B) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

**La dirección** está dada por la recta que pasa por los puntos  $A(x_1, y_1)$  y  $B(x_2, y_2)$ , correspondiendo al ángulo que esta línea forma con la recta que se considera como el eje horizontal, es decir, es la inclinación o pendiente de la recta que soporta al vector, quedando determinada por la ecuación:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}.$$

**El sentido** es donde está apuntando la flecha en el recorrido que va de A a B.

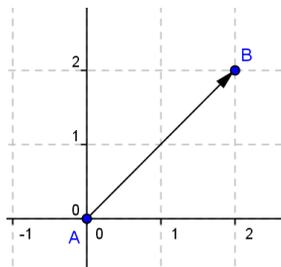


Ilustración N°14: Sentido de un vector.

Entonces el vector puede descrito de esta manera:

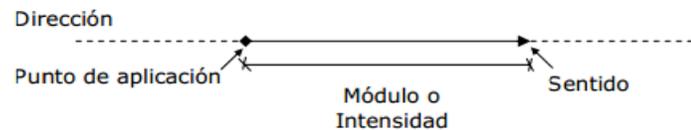


Ilustración N°15: Representación de las características de un vector.

Todo vector que emerge de un punto inicial fijo, se denomina como simplemente vector, pero si ya se considera a este punto como el origen del sistema coordenado cartesiano rectangular, entonces el vector se puede definir analíticamente en términos de números reales, permitiendo realizar el estudio de los vectores de manera algebraico.

Del punto de vista analítico un vector en el plano es un par ordenado de números reales( $a, b$ ), donde  $a$  y  $b$  son las componentes del vector, necesitando la noción de desplazamiento y este relacionarlo con el concepto de movimiento (según Hilbert), pudiendo relacionarlo con la interpretación que se usa en Física de desplazamiento, es decir un vector definido como un segmento dirigido.

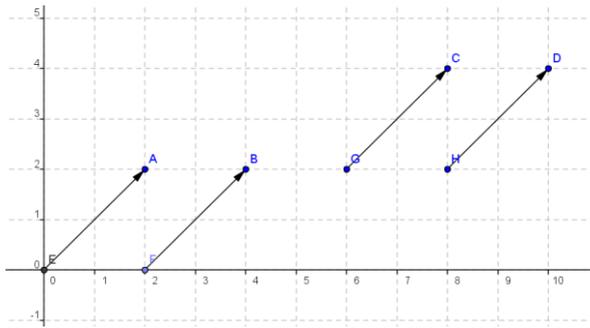
Al utilizar la interpretación geométrica del vector nos permite profundizar en los componentes que lo constituye y la interpretación analítica nos permite realizar cálculos y diversos procedimientos con cada aplicación del plano.

### IGUALDAD ENTRE VECTORES

Dos o más vectores son iguales si:

- Apuntan en la misma dirección y sentido.
- Y si sus magnitudes son iguales.  $\vec{a} = \vec{b} = \vec{c} = \vec{d}$

Por lo tanto independientemente de la ubicación de los vectores en el espacio.



Los cuatro vectores son iguales ya que su sentido es norte-este, su dirección es de  $45^\circ$  y su magnitud es 4

Ilustración N° 16: Representación de igualdad de vectores.

## OPERACIONES ENTRE VECTORES

### 1) Adición de Vectores

La suma geométrica o composición de vectores, es indispensable que estos sean homogéneos, es decir, que representen las cantidades análogas, como por ejemplos, velocidades, fuerzas.

Los vectores se pueden sumar geoméricamente de dos maneras distintas, con el método del polígono y el método del paralelogramo, descritos a continuación.

#### **Método del Polígono:**

Este método consiste en desplazar los vectores para colocarlos la "cabeza" del uno con la "cola" del otro, como si fueran un "trecito", done la resultante final es el vector que cierra el polígono desde la "cola" que quedo libre hasta la "cabeza" que quedo también libre.

El orden en que se realice la suma no interesa, pues aunque el polígono resultante tiene forma diferente en cada caso, la resultante final conserva su magnitud, su dirección y su sentido.

Este método sólo es eficiente desde punto de vista gráfico, y no como un método analítico.

En pocas palabras este método consiste en realizar los siguientes pasos:

- Se gráfica el primer vector, partiendo del punto que se considera como origen.
- Se dibuja el segundo vector haciendo coincidir su origen con el vértice de la flecha del primer vector.
- Se repite el procedimiento uniendo el origen de cada nuevo vector con el vértice con el extremo del anterior.
- Se traza el vector resultando partiendo del origen del primer vector con el vértice del último vector.

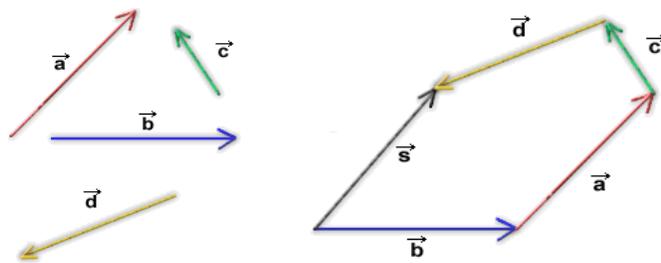


Ilustración N°17: Suma de vectores, método del Polígono.

### Método del paralelogramo:

Este método consiste en trazar rectas paralelas a los vectores obteniéndose un paralelogramo cuya diagonal coincide con la suma de los vectores, necesariamente de dos vectores concurrentes o simultáneos.

En pocas palabras este método consiste en realizar los siguientes pasos:

- Los vectores forman de esta manera los lados adyacentes de un paralelogramo, los otros dos lados se construye dibujando líneas paralelas en los vectores de igual magnitud.
- La resultante se obtendrá de la diagonal del paralelogramo a partir del origen de los vectores.
- La diagonal del paralelogramo es la resultante de la suma de dos vectores.

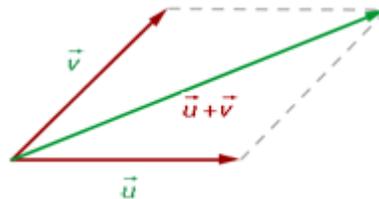


Ilustración N° 18: Suma de vectores, método del Paralelogramo.

## 2) Diferencia de Vectores

La resta o diferencias de dos vectores  $\vec{u}$  y  $\vec{v}$ , es lo mismo que la suma del vector  $\vec{u}$  con el opuesto del vector  $\vec{v}$ .

Sean:  $\vec{u} = (u_1, u_2)$ ;  $\vec{v} = (v_1, v_2)$ , entonces  $\vec{u} - \vec{v} = (u_1 - v_1, u_2 - v_2)$

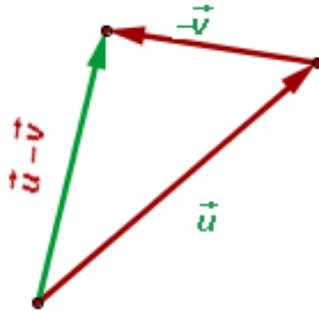


Ilustración N° 19: Representación de la resta de un vector.

### 3) Traslación de Vectores

La traslación es una transformación puntual por la cual a todo punto  $A$  del plano le corresponde otro punto  $A'$  también del plano de forma que  $AA' = \vec{v}$ , siendo  $\vec{v}$  el vector que define la traslación.

Por lo tanto esto mismo se puede realizar con las rectas, figuras como los vectores mismos.

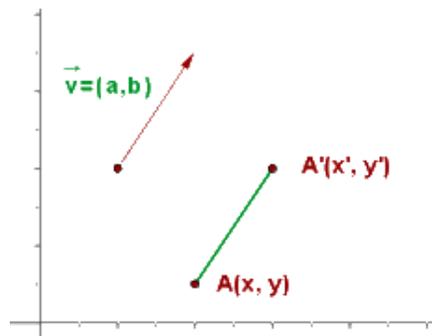


Ilustración N° 20: Representación de la traslación de un punto.

### DESCOMPOSICIÓN DE VECTORES

Un vector cualquiera presente en el plano cartesiano posee componentes en ambos ejes, es decir, se compone dicho vector con un vector en el eje  $x$  y otro en el eje  $y$ , como lo muestra la siguiente figura.

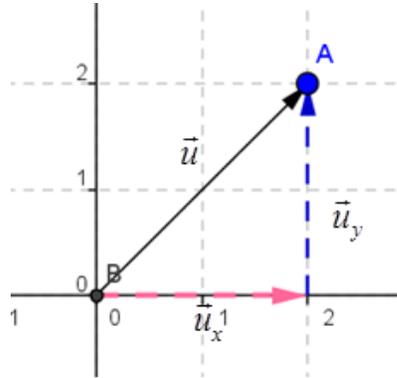


Ilustración N°21: Representación de la composición de un vector.

Es decir, que el vector  $\vec{u}$  depende del número de las cantidades del eje X como de las cantidades del eje Y.

Por lo tanto el vector  $\vec{u} = \vec{u}_x + \vec{u}_y$ , existe otra manera de escribir este mismo vector, ya que aparte de la descomposición del vector, se utiliza el concepto de vector unitario, el cual corresponde al vector cuya magnitud es igual a uno (1), por lo tanto dichos vectores unitarios se designa por  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ , quedando entonces el descrito el vector  $\vec{u}$  de la siguiente forma:  $\vec{u} = u_x \vec{i} + u_y \vec{j}$ .

## 5.2.2 CINEMÁTICA DEL MOVIMIENTO: EL MOVIMIENTO Y SU DESCRIPCIÓN

### 5.2.2.a MOVIMIENTO

Un cuerpo está en movimiento respecto a un punto cuando cambia de posición con respecto a dicho punto, durante un tiempo determinado, en otras palabras, un cuerpo se encuentra en movimiento cuando realiza un cambio de posición en el tiempo con respecto al marco de referencia utilizado.

Si el cuerpo no cambia de posición con respecto a un determinado sistema de referencia, diremos que está en reposo relativo en dicho sistema.



Ilustración N°22: Movimiento de un cuerpo.

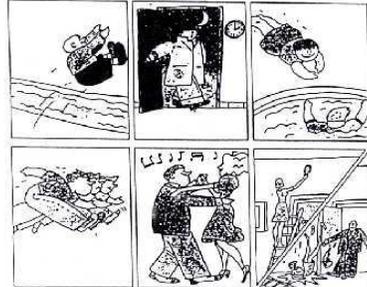


Ilustración N° 23: Cuerpos en distintos Movimientos.

Existiendo distintos tipos de movimientos, como el rectilíneo, circular, parabólico, entre otros más, dependiendo de la trayectoria de dicho movimiento.

### **5.2.2.b MARCO DE REFERENCIA**

Es un sistema de coordenadas que ayuda a describir la posición del objeto y a cuantificar su movimiento.

Un punto en una línea, puede ser descrito con una coordenada. Un punto en un plano, se localiza con dos coordenadas y se requiere de tres coordenadas para localizar un punto en el espacio.



Ilustración N° 24: ilustración Marco de Referencia.



Ilustración N° 25: Ilustración de Marco de Referencia.

### **5.2.2.c SISTEMA DE COORDENADAS**

Consiste de un punto fijo de referencia, llamado el origen y un conjunto de ejes con una escala apropiada. El sistema más utilizado es el plano cartesiano.

Para este plano es necesario utilizar dos coordenadas ( $x$ ,  $y$ ), donde convencionalmente se ha adoptado que el eje horizontal sea el eje  $X$  y el eje vertical, sea el eje  $Y$ . El punto donde ambos ejes se intersecan se conoce como el origen. A la derecha del origen,  $X$  es positivo y negativo en sentido contrario. En el caso del eje vertical, los positivos son hacia arriba del origen y los negativos hacia abajo. Este convencionalismo ha sido adoptado como el estándar, pero nada obliga a que tenga que ser así.



Ilustración N° 26: Sistema de coordenada Unidimensional.



Ilustración N° 27: Sistema de coordenada bidimensional.



Ilustración N° 28: Sistema de coordenada tridimensional.

Por lo tanto podemos decir que el movimiento o el estado de reposo de un cuerpo no son *absoluto* o independiente del observador, sino que es *relativo*, ya que depende del sistema de referencia desde el que se observe., es decir, un cuerpo para un observador o un sistema de referencia puede estar en movimiento, pero para otro observador o sistema no lo esté.

Como por ejemplo, un pasajero sentado en el interior de un avión que despegará estará en reposo respecto del propio avión y en movimiento respecto de la pista de aterrizaje.

#### **5.2.2.d FORMAS DE DEFINIR LA POSICIÓN Y SUS CAMBIOS**

##### **POSICIÓN**

La posición de un objeto es aquella información que permite localizarlo en el espacio en un instante de tiempo determinado, para ello necesitamos información del tiempo y del espacio, ya que los cuerpos cambian de posición según transcurre el tiempo.

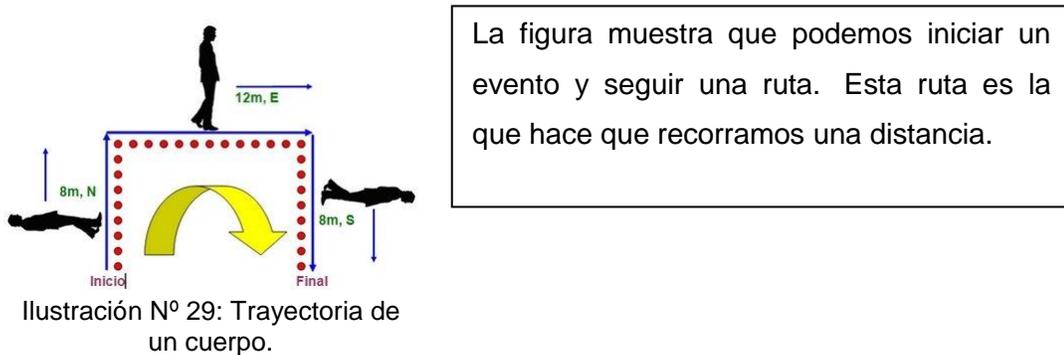
La posición se representa mediante el vector de posición, usualmente con la letra “r” o mediante coordenadas del punto geométrico del espacio en el que se encuentra el objeto.

##### **TRAYECTORIA O DISTANCIA RECORRIDA**

La distancia se refiere a cuanto espacio recorre un objeto durante su movimiento, es decir es la cantidad movida. También se dice que es la suma de las distancias recorridas. Por ser una medida de longitud, la distancia se expresa en unidades de metro según el Sistema Internacional de Medidas.

Por ser una cantidad escalar, solo se necesita mencionar su magnitud y su unidad y se denota con la letra “r”.

Existiendo distintos tipos de trayectorias, como por el ejemplo, el movimiento rectilíneo, circular, parabólico, entre otros más.



## DESPLAZAMIENTO

El desplazamiento se refiere a la distancia y la dirección de la posición final respecto a la posición inicial de un objeto. Al igual que la trayectoria, el desplazamiento es una medida de longitud por lo que el metro es su unidad de medida. El desplazamiento es una cantidad vectorial, por lo tanto es necesario conocer aparte de su dirección y magnitud, su sentido y se denota con la letra “ $\vec{r}$ ”.

Es decir el desplazamiento se obtiene trazando una línea recta que muestra el cambio de posición del objeto, desde el punto inicial hasta el punto final, es decir que se puede calcular restando la posición final con la posición inicial.

Si el objeto termina en el mismo lugar de inicio el desplazamiento será cero aunque la distancia no necesariamente lo sea. A esta trayectoria en la que la posición final e inicial es igual, se conoce como un paso cerrado.

Matemáticamente se describe de la siguiente manera  $\Delta\vec{r} = r_f - r_i$ ,

donde:

- $\Delta\vec{r}$ : es la diferencia de desplazamiento o su variación.
- $r_f$ : Es el punto final.
- $r_i$ : Es el punto inicial.

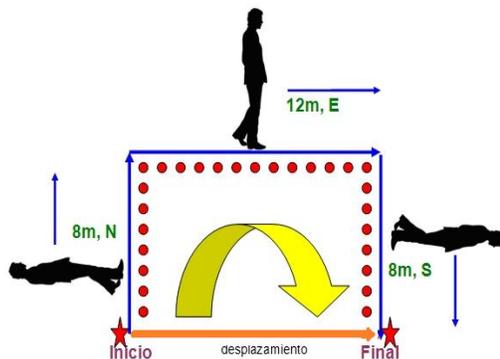


Ilustración N°30: Representación del desplazamiento.

Para el desplazamiento solo importa el punto de inicio y el punto final por lo que el vector anaranjado muestra el desplazamiento.

Ilustración N°31: Nota desplazamiento

## DIFERENCIAS ENTRE TRAYECTORIA Y DESPLAZAMIENTO

La diferencia entre estos dos conceptos es que la trayectoria es la línea imaginaria que describe un objeto al desplazarse y el desplazamiento es el vector formado entre el punto inicial y el punto final, necesariamente preocupándose de su sentido, dirección y valor número (módulo).

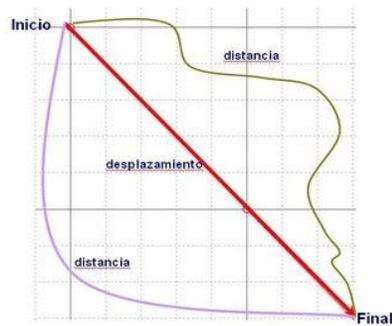


Ilustración N° 32: Cuadro de trayectoria y desplazamiento.

## VELOCIDAD

La velocidad es el desplazamiento que realiza un objeto en un intervalo de tiempo, es decir, es la relación o razón entre el desplazamiento y el tiempo empleado en dicho desplazamiento.

La velocidad es una magnitud vectorial, ya que depende de la dirección y del sentido del movimiento.

### **Velocidad Media $V_m$ :**

La velocidad media o velocidad promedio es la velocidad en un intervalo de tiempo dado. Se calcula dividiendo el desplazamiento ( $\Delta r$ ) entre el tiempo ( $\Delta t$ ) empleado en efectuarlo, se representa matemática de la siguiente forma:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{t} = \frac{\text{Desplazamiento}}{\text{Tiempo}}$$

### **Velocidad instantánea $V_i$ :**

La velocidad instantánea permite conocer la velocidad de un móvil que se desplaza sobre una trayectoria cuando el intervalo de tiempo es infinitamente pequeño, siendo entonces el espacio recorrido también muy pequeño, representando un punto de la trayectoria. La velocidad instantánea es siempre tangente a la trayectoria y se describe matemáticamente como:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

### **ACELERACIÓN**

Aceleración es la magnitud vectorial que representa el cambio de velocidad de un objeto respecto al tiempo, es decir, cada vez que un objeto cambie su velocidad, en término de su magnitud y/o dirección, en un determinado tiempo, se dice que el objeto está acelerando.

En otras palabras es la razón entre el cambio de velocidad con respecto al tiempo, refiriéndose a cuán rápido un objeto en movimiento cambia su velocidad.

Expresada matemáticamente corresponde a lo siguiente:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Donde  $d\vec{v}$  corresponde al cambio de la velocidad del objeto, es decir la velocidad final menos la velocidad inicial.  
Y  $dt$  es el tiempo que emplea para el cambio de velocidad.

Por lo tanto como podemos ver es también una magnitud vectorial, ya que depende no solo del valor numérico, también en la dirección de dicho cambio.

- De que la rapidez esté aumentando o disminuyendo

- La dirección de la aceleración señala la dirección y sentido en el cambio de velocidad.
- El modulo señala la intensidad de dicho cambio.

Existen dos tipos de aceleración, la aceleración tangencial y normal. La aceleración Normal es aquella donde los componentes de la aceleración están perpendiculares a los componentes de la velocidad, por lo tanto se da cuenta del cambio de dirección de la velocidad, pero no su medida.

En el caso de la aceleración tangencial, los componentes de la aceleración están paralelos a los componentes de la velocidad, dando cuando cuenta del cambio de la intensidad de la velocidad, por lo tanto si van en la misma dirección esta intensidad aumenta y si van en sentido contrario ésta disminuye.

Ahora si  $\vec{a} = \mathbf{0}$  , es porque la velocidad se mantiene y estamos presentes de un Movimiento Rectilíneo Uniforme.

Y si la  $\vec{a}_n = \mathbf{0}$  es porque  $\vec{a} // \mathbf{0}$  , en otras palabras la dirección de la velocidad se mantiene constante y ahí estamos presentes de un Movimiento Rectilíneo Acelerado y si la aceleración es constante estamos hablando de un Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado.

Por lo tanto si un objeto está disminuyendo su rapidez, es decir, está frenando, diciendo que su aceleración va en sentido contrario al movimiento y en cambio si el objeto aumenta su rapidez, la aceleración tiene el mismo sentido del movimiento, no podemos olvidar que al referirnos al valor numérico de la velocidad, la nombramos como rapidez.

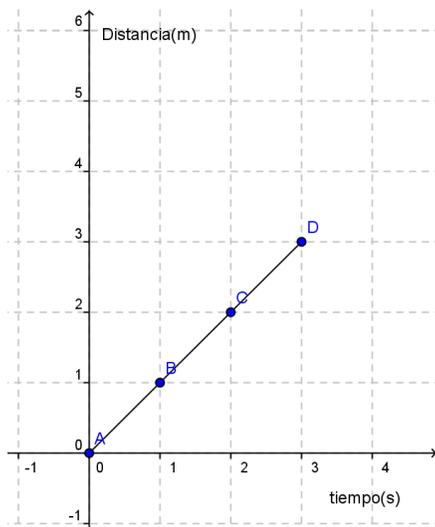
### 5.2.2.e CARACTERIZACIÓN DEL MOVIMIENTO SEGÚN SU ACELERACIÓN

Además de la aceleración, el tipo de movimiento se va a definir de acuerdo a la trayectoria de éste mismo, ya que si su trayectoria es una línea recta estamos observando un movimiento rectilíneo, si la trayectoria es circular, estamos observando un movimiento circular, si es parabólico es un movimiento parabólico, entre otros más

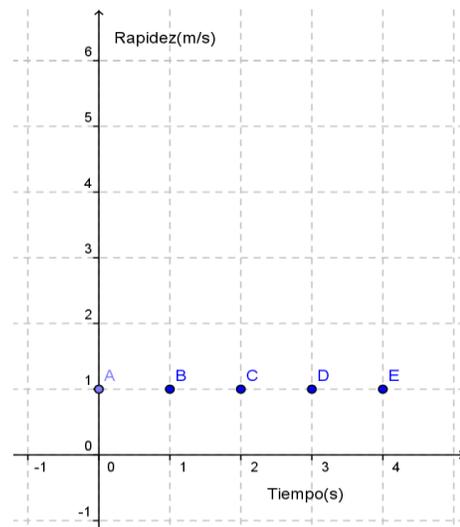
Si  $\vec{a} = 0$  , es porque la velocidad se mantiene y estamos presentes de un Movimiento Rectilíneo Uniforme, donde aparte de recorrer una trayectoria recta, recorre distancias de igual medida y en tiempos iguales, por lo tanto la rapidez siempre es igual, es decir constante.

Este movimiento se puede expresar o interpretar gráficamente, relacionando distintos elementos del movimiento como por ejemplo:

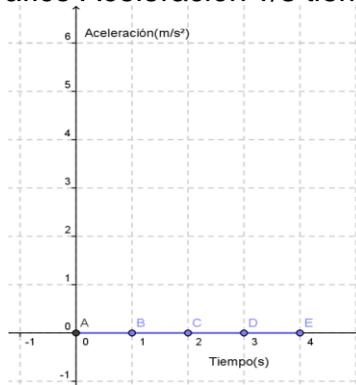
a) Gráfico distancia v/s tiempo



b) Gráfico Rapidez v/s tiempo



c) Gráfico Aceleración v/s tiempo

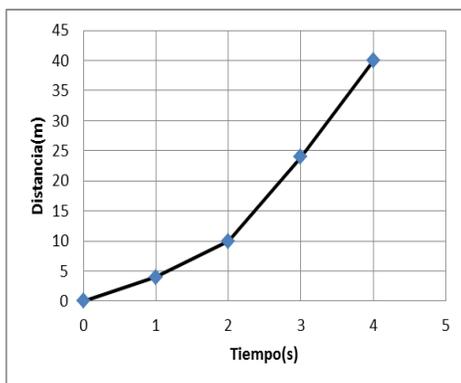


Y si la  $\vec{a}_n = 0$  es porque  $\vec{a} // 0$ , en otras palabras la dirección de la velocidad se mantiene constante y ahí estamos presentes de un Movimiento Rectilíneo Acelerado y si la aceleración es constante estamos hablando de un Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado, donde este movimiento aparte de tener una trayectoria recta, el objeto recorrer distancias diferentes, logrando que la rapidez sea constante y en tiempos iguales.

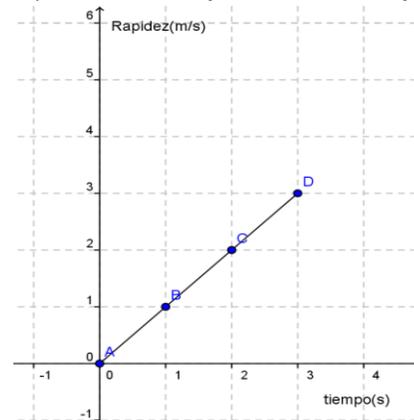
Es decir aquí ya está presente una aceleración, porque existe una fuerza que modifica el estado inercial del objeto en cuestión.

Este movimiento se puede expresar o interpretar gráficamente, relacionando distintos elementos del movimiento como por ejemplo:

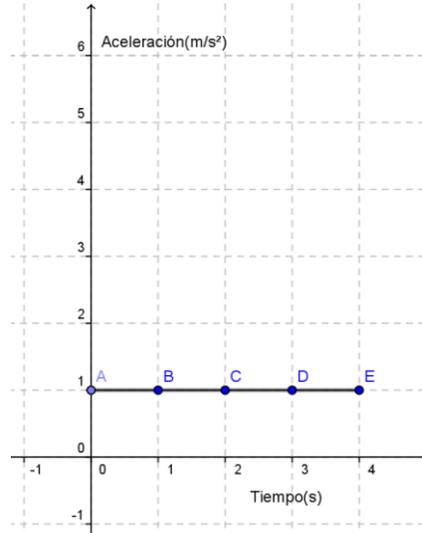
a) Gráfico distancia v/s tiempo



b) Gráfico Rapidez v/s tiempo



c) Gráfico Aceleración v/s tiempo



## LEYES DE NEWTON

- **Primera ley de Newton “LEY DE INERCIA”**

Ésta Ley postula que: *“Todo cuerpo tiende a mantener su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas ejercidas sobre él”.*

Por tanto, esta ley nos dice que un cuerpo no puede cambiar por sí solo su estado inicial, ya sea en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, a menos que se aplique una fuerza neta sobre él. Recordando que los cuerpos en movimiento están sometidos constantemente a fuerzas de roce o fricción, que los frena de forma progresiva, por lo tanto si la fuerza ejercida sobre un objeto es cero no significa necesariamente que su velocidad sea cero. Si no está sometido a ninguna fuerza, incluido el rozamiento, un objeto en movimiento seguirá desplazándose a velocidad constante.

- **Segunda ley de Newton o ley de aceleración o ley de fuerza.**

Ésta ley postula que *“Cuando se aplica una fuerza a un objeto, éste se acelera. Dicha aceleración es en dirección a la fuerza y es proporcional a su intensidad y es inversamente proporcional a la masa que se mueve”*.

Explicando entonces que lo que realmente ocurre sobre un cuerpo en movimiento, actúa una fuerza neta, la cual modificará el estado de movimiento, cambiando la velocidad en módulo o dirección.

En concreto, los cambios experimentados en la cantidad de movimiento de un cuerpo son proporcionales a la fuerza motriz y se desarrollan en la dirección de esta; esto es, las fuerzas son causas que producen aceleraciones en los cuerpos, por lo tanto Un objeto con más masa requerirá una fuerza mayor para una aceleración dada que uno con menos masa.

Siendo descrita matemáticamente como:  $\vec{F} = masa \bullet aceleración = m \bullet \vec{a}$

### **SISTEMA INERCIAL**

Un sistema de referencia inercial es todo aquel sistema que esté en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme respecto de un objeto material sobre el cual no actúa fuerza alguna, sea cual sea su posición en el espacio.

Para que exista un sistema inercial es porque se está cumpliendo la Primera Ley de Newton, la Ley de Inercia y la sumatoria de las fuerzas sobre los cuerpos sea cero, ya que de esta manera no habrá aceleración y su velocidad sería constante.

### **5.3 ANÁLISIS DEL TEXTO ESCOLAR**

Dentro de este análisis nos centraremos en el Texto Escolar y en dos puntos fundamentales para su estudio. Primero analizamos los aprendizajes Esperados que plantea el libro en las Unidades de Fuerza y Movimiento, tanto para Quinto Año Básico como para Primer año Medio. Luego, como segundo paso, analizamos la Organización Física presente en cada uno de estos textos para la unidad mencionada, determinando sus tareas, técnicas, tecnologías y teorías.

#### **5.3.1 ANÁLISIS DEL TEXTO ESCOLAR PARA QUINTO AÑO BÁSICO**

##### **5.3.1.a APRENDIZAJES ESPERADOS PROPUESTOS POR EL TEXTO ESCOLAR DE QUINTO AÑO BÁSICO**

###### **APRENDERÁS A:**

- Reconocer los conceptos básicos de movimiento.
- Distinguir el movimiento rectilíneo uniforme del acelerado.
- Comprender el significado de rapidez.
- Comprender la relación entre la fuerza aplicada sobre un cuerpo y su movimiento.
- Formular explicaciones de eventos observables, relacionados con la fuerza y el movimiento.
- Ordenar datos en un gráfico.
- Apreiciar la importancia de mantener velocidades adecuadas en los medios de transporte.

Ilustración N° 33: Aprendizajes propuestos por el texto escolar de Quinto Año Básico.

### **5.3.1.b ORGANIZACIÓN FÍSICA DEL TEXTO ESCOLAR PARA QUINTO AÑO BÁSICO**

Las tareas Físicas que propone el Texto Escolar para el estudio de la Cinemática son las siguientes:

- T<sub>1</sub>: Identificar un sistema de Coordenada, en uno, dos o tres ejes coordenados.
- T<sub>2</sub>: Identificar la posición de un objeto.
- T<sub>3</sub>: Determinar el vector de Posición de un objeto.
- T<sub>4</sub>: Identificar el desplazamiento de un objeto.
- T<sub>5</sub>: Reconocer la trayectoria o distancia de un objeto.
- T<sub>6</sub>: Calcular la trayectoria de un objeto.
- T<sub>7</sub>: Reconocer la rapidez de un objeto.
- T<sub>8</sub>: Reconocer la aceleración de un objeto.
- T<sub>9</sub>: Identificar un tipo de movimiento.
- T<sub>10</sub>: Describir un movimiento en relación al tiempo y rapidez.
- T<sub>11</sub>: Describir un movimiento en relación al tiempo y distancia.

El Texto Escolar inicia el estudio del Movimiento proponiendo la siguiente situación asociada a la tarea T<sub>1</sub>.

1.- En la siguiente situación, identifica un movimiento en cada uno de los tres sistemas de coordenadas mencionados en la página y márcalos con distintos colores.



Ilustración N° 34: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.

Al analizar ésta actividad podemos observar que su Técnica  $\tau_1$ : es simplemente marcar con distintos colores los distintos tipos de sistemas de coordenadas y su tecnología  $\mathcal{G}_1$  es la definición de sistemas de coordenadas, descrita en el mismo texto.

Luego el texto propone una segunda actividad, asociada a la tarea  $T_2$ ,  $T_3$ , siendo ella:

1.- Indica cuál es la posición del niño respecto a la meta, el punto cero del marco de referencia. Para ello, mide con una regla la longitud del movimiento (1cm equivale a 1Km) y luego dibuja su vector posición.

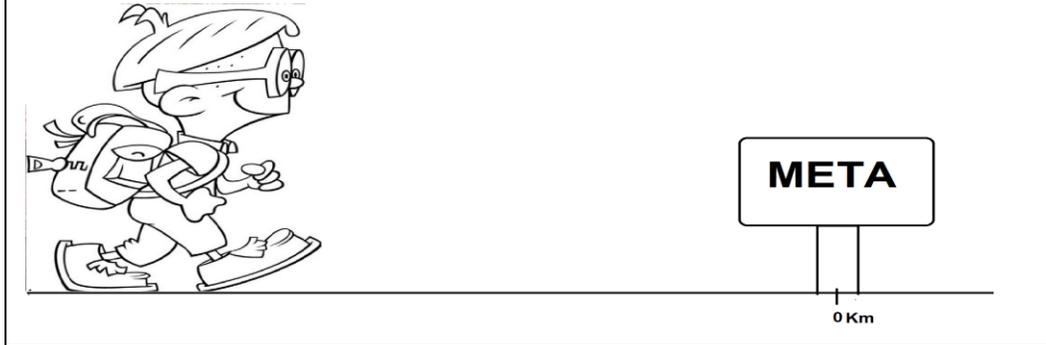


Ilustración N° 35: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.

En esta actividad nos encontramos que las técnicas son simples, como marcar o fijar un punto y luego dibujar un vector, es decir:

- $\tau_2$ : Fijar un punto en el plano cartesiano.
- $\tau_3$ : Unir los puntos con una flecha.
- Por lo tanto en este caso las Tecnologías presente en esta actividad son:
- $\mathcal{I}_1$ : Definición de sistemas de coordenadas, descrita en el mismo texto.
- $\mathcal{I}_2$ : Definición de un punto en el plano cartesiano, descrita por Euclides.
- $\mathcal{I}_3$ : Concepto de Posición.

Luego para continuar el texto propone la siguiente actividad donde asocia a las tareas  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$ .

1.- Imagina que se produce un desplazamiento desde el punto A al punto B. Calcular el valor de este desplazamiento. Marca la trayectoria realizada este caso y encuentra su valor.

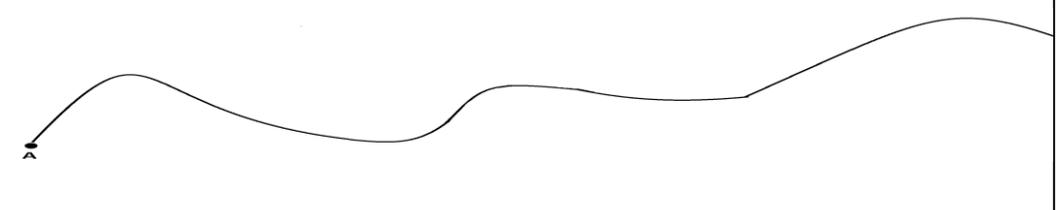


Ilustración N°36: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.

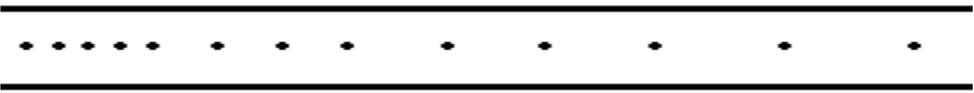
En esta actividad nos encontramos que las siguientes técnicas:

- $\tau_4=\tau_3$ : Unir los puntos con una flecha.
- $\tau_6$ : Medir con una regla.
- $\tau_5$ : Remarcar el camino que entrega la figura.
- En caso de las tecnologías son:
- $\vartheta_3$ : Concepto de Posición.
- $\vartheta_4$ : Definición de desplazamiento.
- $\vartheta_5$ : Definición de Trayectoria.

Y para  $T_6$  serían  $\vartheta_4$  y  $\vartheta_5$ , ya que nos piden medir la trayectoria y el desplazamiento.

Luego en el texto proponen la siguiente actividad, la cual asocia las tareas T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>:

1.- Imagina que un auto ha ido botando gotitas de aceite al moverse. Entre cada par de gotitas consecutivas. Ha transcurrido un segundo. Con una regla, mide entre cada par de gotitas y responde:



a) ¿Cómo es la distancia que recorre el auto entre cada par de gotitas?, ¿qué se puede decir respecto de la rapidez del auto?

b) ¿El auto tiene aceleración? ¿Por qué?

Ilustración N° 37: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.

En este caso la  $\tau_7: \bar{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{t}$  y  $\tau_8: \bar{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$  entonces las tecnologías son:

- $\mathfrak{A}_4$ : Definición de Trayectoria.
- $\mathfrak{A}_5$ : Definición de Rapidez.
- $\mathfrak{A}_8$ : Definición de Aceleración.

Después continúan proponiendo la siguiente actividad la cual asocia a las tareas T<sub>8</sub>, y T<sub>9</sub>.

1.- Observa la siguiente figura: una pelota realiza un movimiento rectilíneo, en su trayectoria se han considerado cuatro tramos de tiempo iguales y se ha indicado la distancia que recorre la pelota:

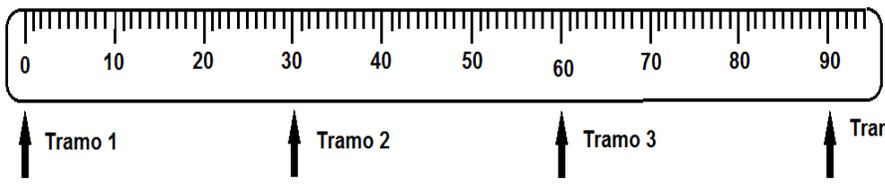


Ilustración N° 38: Actividad propuesta por el texto escolar de Quinto Año Básico.

En este caso las técnicas utilizadas son:

$$\tau_7: \vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{t} \text{ y } \tau_8: \vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{t} \text{ y siendo sus tecnologías}$$

- $\mathfrak{A}_4$ : Definición de Trayectoria.
- $\mathfrak{A}_5$ : Definición de Rapidez.
- $\mathfrak{A}_8$ : Definición de Aceleración.
- $\mathfrak{A}_9$ : Definición de Movimiento Rectilíneo Uniforme.

En el texto están presentes las siguientes Teorías.

- $\Theta_1$ : Sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir la posición de cualquier punto en el plano o en el espacio y que se construye sobre la base de ejes ortogonales.
- $\Theta_2$ : El movimiento es relativo con respecto al marco de referencia que escojamos, pues no existe ningún objeto conocido que esté en reposo absoluto.
- $\Theta_3$ : Todo vector tiene sentido y dirección, los cuales dan cuenta de su orientación. A su vez, el largo de la flecha representa la magnitud del vector.

## **5.3.2 ANÁLISIS DEL TEXTO ESCOLAR PARA PRIMER AÑO MEDIO**

### **5.3.2.a APRENDIZAJES ESPERADOS PROPUESTOS POR EL TEXTO ESCOLAR DE PRIMER AÑO MEDIO**

#### **APRENDERÁS A:**

- Distinguir entre marco de referencia y sistema de coordenadas.
- Describir un movimiento a partir de un marco de referencia.
- Aplicar, en ciertas situaciones, la adición de velocidades de distintos cuerpos para comprobar la relatividad del movimiento.
- Reconocer las principales características de una fuerza de restitución.
- Comprender que la ley de Hooke fundamenta la construcción y calibración de los dinamómetros.
- Analizar e interpretar datos que relacionan dos variables utilizando correlación simple.

Ilustración N°39: Aprendizajes esperados del texto,

### **5.3.2.b ORGANIZACIÓN FÍSICA DEL TEXTO ESCOLAR PARA PRIMER AÑO MEDIO**

El texto escolar como el programa de estudio son instrumentos de apoyo para el momento que el docente se dispone a organizar y realizar la organización Física de la clase, por lo tanto el profesor debe realizar un contraste en dichas OF, para crear su propia organización, pero también el texto escolar es apoyo para realizar la OF que propone el profesor.

Y es por eso que se realizó este análisis de encontrar la OF presente en el texto escolar otorgado por el Ministerio de Educación de Santillana, para luego poder contrastar dicha organización con la OFR.

Las tareas Físicas específicas que propone el texto escolar de primer año de Enseñanza Media para el estudio de la Cinemática son las siguientes:

- $T_1$ : Encontrar el punto de referencia que escogieron dos amigos para encontrarse en un lugar fijo desde el lugar que están conversando.
- $T_2$ : Encontrar las coordenadas del lugar que acordaron en reunirse desde el punto de referencia, teniendo la medida de cada cuadra y de los pisos que deben subir.
- $T_3$ : Determinar la importancia que tiene la hora señalada, para que las dos personas se puedan encontrar.
- $T_4$ : Encontrar la posición de un observador con respecto a otro observador estando en distintos marcos de referencia.
- $T_5$ : Encontrar las coordenadas de un observador con respecto a otro observador estando en distintos marcos de referencia.
- $T_6$ : Encontrar las coordenadas de un objeto en movimiento en dos tiempos distintos, que está siendo observado por dos observadores fijos en dos marcos de referencia en reposo.
- $T_7$ : Determinar el por qué el objeto se está moviendo de acuerdo a los dos observadores de dos distintos marcos de referencia.
- $T_8$ : Determinar el movimiento de un objeto que es lanzado desde un mástil de un barco en movimiento, de acuerdo a dos distintos observadores y uno de ellos está en el barco.
- $T_9$ : Determinar la trayectoria de un objeto que es lanzado desde un mástil de un barco en movimiento, de acuerdo a dos distintos observadores y uno de ellos está en el barco.
- $T_{10}$ : Encontrar el marco de referencia que se fijaron para encontrar la trayectoria de un cuerpo que cae de un mástil de un barco en movimiento, descritas por dos observados y uno de ellos está en el barco y otro está en la playa.

- $T_{11}$ : Determinar las coordenadas de un observador que se mueve con una cierta velocidad en el mismo eje con respecto a un observador fijo en un tiempo determinado.
- $T_{12}$ : Determinar las coordenadas de un observador que se mueve en otro eje con cierta velocidad con respecto a un observador fijo, en dos distintos tiempos.
- $T_{13}$ : Determinar las coordenadas de un objeto en movimiento de acuerdo a otro objeto que también está en movimiento en cierto tiempo, pero ambos están en el mismo marco de referencia.
- $T_{14}$ : Determinar y analizar si existe el reposo absoluto.
- $T_{15}$ : Establecer el por qué se llama sistema inercial.
- $T_{16}$ : Establecer la velocidad resultante con la que se mueve un móvil  $i$ , respecto de un sistema de referencia en reposo  $S$ , si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante  $v_i'$  respecto a un medio  $M$  en el que se encuentra inserto, considerando que dicho medio se mueve a una velocidad  $v_m$  en el sentido que  $v_i$  respecto al sistema en reposo  $S$ .
- $T_{17}$ : Establecer la velocidad resultante con la que se mueve un móvil  $i$ , respecto de un sistema de referencia en reposo  $S$ , si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante  $v_i'$  respecto a un medio  $M$  en el que se encuentra inserto, considerando que dicho medio se mueve a una velocidad  $v_m$  en el sentido contrario que  $v_i$  respecto al sistema en reposo  $S$ .
- $T_{18}$ : Establecer la velocidad resultante con la que se mueve un móvil  $i$ , respecto de un sistema de referencia en reposo  $S$ , si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante  $v_i'$  respecto a un medio  $M$  en el que se encuentra inserto considerando que dicho medio se

mueve a una velocidad  $v_m$  respecto al sistema en reposo S, siendo las velocidades  $v_m$  y  $v_i$  perpendiculares entre sí.

- T<sub>19</sub>: Establecer la Trayectoria de un móvil i, respecto de un sistema de referencia en reposo S, si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante  $v_i'$  respecto a un medio M en el que se encuentra inserto considerando que dicho medio se mueve a una velocidad  $v_m$  respecto al sistema en reposo S, siendo las velocidades  $v_m$  y  $v_i$  perpendiculares entre sí.

El texto escolar inicia el estudio del Movimiento proponiendo la siguiente situación asociada a la tarea T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>.

<b>Actividad 1</b>	<b>INFERIR-ANALIZAR</b>
<b>SITUANDO UN MARCO DE REFERENCIA</b>	
Dos amigos se encuentran a las diez de la mañana en un almacén y acuerdan reunirse a las cuatro de la tarde en la oficina de uno de ellos. Al darle la indicación de la ubicación de la oficina, le dice que camine tres cuadras al norte, luego debe doblar dos cuadras al oeste, llegar al edificio que está exactamente en la esquina y subir hasta el sexto piso.	
a. ¿Cuál fue el punto de referencia escogido por los dos amigos?	
b. Si cada cuadra mide aproximadamente 100 m y cada piso mide 2,8 m de altura, ¿cuáles son las coordenadas en el espacio en las que acordaron reunirse desde el punto de referencia escogido?	
c. ¿Qué importancia tiene la hora señalada, para que las dos personas se puedan encontrar?	

Ilustración N° 40: Actividad propuesta por el texto escolar.

Al analizar dicha actividad podemos observar una serie de debilidades que la hacen incoherente para una buena organización, ya para empezar las Técnicas ( $\tau$ ), de T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> son simples como fijar un punto en el plano cartesiano y el otro sumar las cantidades de los elementos presentes en ambos ejes del sistema.

T<sub>2</sub> tiene como  $\tau_2$ : la traslación de un punto en el plano cartesiano, la cual como  $\mathcal{G}_2$  es la definición de Traslación, pero que no está directamente presente en el texto.

En cambio las  $\mathcal{R}_1$  y  $\mathcal{R}_3$ , si están presentes en el texto ya que son las definiciones de Marco de Referencia y Sistema de Coordenadas.

Y la teoría que fundamentaría estas tecnologías sería:

Y la teoría que fundamentaría estas tecnologías sería:

- $\Theta_1$ : Sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir la posición de cualquier punto en el plano o en el espacio y que se construye sobre la base de ejes ortogonales.

Pero esta Teoría también posee un problema, ya que en ningún momento se dice que el marco de referencia es un sistema de coordenadas.

Luego el texto propone una segunda actividad, asociada a la tarea  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$  y  $T_7$  siendo ella:

**Actividad 2**

DESCRIBIENDO EL MOVIMIENTO

INFERIR-ANALIZAR

En la siguiente ilustración se muestran dos marcos de referencia distintos, en los que están situados dos observadores. En un instante inicial, ambos ven a través de sus binoculares el vuelo de un ave. Observa con atención la ilustración y responde las preguntas.

- ¿Cuál es la posición del observador  $O'$  respecto del observador  $O$ ?
- ¿Cuáles serían las coordenadas del observador  $O$  respecto del observador  $O'$ ?
- Determina las coordenadas del ave respecto de cada uno de los observadores en los instantes  $t_0$  y  $t_1$ .
- ¿Por qué ambos observadores pueden afirmar que entre los dos instantes el ave se movió?

Ilustración N°41: Actividad propuesta por el texto escolar.

En esta actividad nos encontramos con más problemáticas sumando desarticulaciones a la OF del texto, por empezar una de sus Tareas no posee Técnica, nos referimos a  $T_7$ .

En caso de  $T_4$  su  $\tau_4$  es el cambio de posición de un punto en una recta, por lo tanto  $\mathcal{G}_4$  sería la definición de un punto en el plano cartesiano, descrita por Euclides, tecnología que no está presente en el texto.

En caso de las otras dos Tareas, poseen la misma técnica  $\tau_5$  y  $\tau_6$  que es la traslación de un punto en el plano cartesiano y por ende su  $\mathcal{G}_{5-6}$  sería  $\mathcal{G}_2$ , por lo tanto no poseen Tecnologías.

En el caso de la teoría podría ser  $\Theta_1$ , pero como ya dijimos ésta posee un problema.

Después de esta actividad el texto propone la tercera actividad que asociada a las tareas  $T_8$ ,  $T_9$  y  $T_{10}$ .

<b>Actividad 3</b>	<b>INFERIR</b>
<b>DIBUJANDO MOVIMIENTOS RELATIVOS</b>	
Desde lo alto del mástil de un barco que se mueve con velocidad constante se deja caer una piedra. ¿Cómo será el movimiento de la piedra según un observador situado en un punto de la cubierta del barco y según otro observador que se encuentra en un punto de la playa?	
1. Dibuja la <u>trayectoria</u> del movimiento vista por cada uno de los observadores.	
2. Para cada uno de los dibujos: ¿dónde situaste el marco de referencia?	

Ilustración N° 42: Actividad propuesta por el texto escolar.

Podemos decir que dos de las Tareas que están asociadas a esta actividad no poseen Técnicas explícitas, como es el caso de  $T_8$  y  $T_{10}$ , pero si poseen Tecnologías, siendo para cada una de ella lo siguiente:

- $\mathcal{G}_8$ : La definición de trayectorias y los tipos de trayectorias que existen.

- $\mathcal{A}_{10}$  Definición de un punto en el plano cartesiano, descrita por Euclides, Tecnología que no está presente en el texto mismo igual que en el caso de la  $\mathcal{A}_4$ ,

En el caso de la  $T_9$  podemos decir que su  $\tau_9$ : Fijar un punto en el plano cartesiano, por lo tanto su  $\mathcal{A}_9$ : sería lo mismo que  $\mathcal{A}_{10}$  y  $\mathcal{A}_4$ .

Por lo tanto su Teoría sería  $\Theta_1$ : Sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir la posición de cualquier punto en el plano o en el espacio y que se construye sobre la base de ejes ortogonales, Sin olvidar que esta Teoría no está descrita en el texto como tal, pero si infieren que los alumnos saben graficar o fijar un punto en el plano cartesiano.

Hasta ahora podemos ver que algunas tareas comparten tecnologías pero algunas no poseen técnicas y como ya sabemos para una buena OF se necesita la presencia de los cuatro elementos.

Para continuar con el estudio de Movimiento el texto propone otra actividad que asocia a una de las Tareas,  $T_{11}$ . Hay que destacar que está actividad la proponen como un ejemplo resuelto. Siendo la siguiente actividad:

Se tienen dos marcos de referencia: uno  $O$  situado en los pies de la primera persona y otro  $O'$  situado en los pies de la persona sobre la rampa. En el instante  $t = 0$  s, la posición del marco  $O'$  respecto de  $O$  está representado en la figura. Si la persona sobre la rampa comienza a desplazarse a una velocidad de  $1,5$  m/s sobre el eje ( $x$ ) y considerando que la rampa tiene  $2$  m de altura, ¿cuáles serán las coordenadas de  $O'$  respecto de  $O$ , luego de  $3$  s?

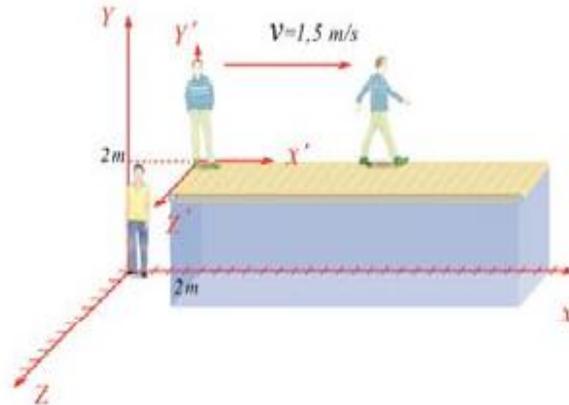


Ilustración N° 43: Actividad propuesta por el texto escolar.

En este caso la Técnica utilizada y propuesta por el texto es  $\tau_{11}$ : Aplicar las ecuaciones que rigen las transformaciones de Galileo:

$(x, y, z) = (x', y', z' + vt')$ , como se muestra claramente en la siguiente ilustración.

La posición del marco  $O'$  respecto de  $O$  en el instante  $t = 0$  s está dada por:

$$\begin{cases} x' = 2 \text{ m} \\ y' = 2 \text{ m} \\ z' = 0 \end{cases} \Rightarrow \text{la posición inicial de un marco respecto del otro es: } (x', y', z') = (2 \text{ m}, 2 \text{ m}, 0)$$

Como la persona situada sobre  $O'$  se mueve sobre el eje ( $x$ ) con una velocidad de  $1,5$  m/s, las coordenadas del marco  $O'$  respecto de  $O$ , después de  $3$  s, está dado por:

$$\begin{aligned} (x, y, z) &= (x(0) + V_x \cdot t, y(0), z(0)) = \\ &= (2 \text{ m} + 1,5 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s}; 2 \text{ m}; 0) = (6,5 \text{ m}; 2 \text{ m}; 0) \end{aligned}$$

Ilustración N°44: Actividad propuesta por el texto escolar.

La Tecnología por lo tanto es  $\mathcal{G}_{11}$ : Las transformadas de Galileo Galilei, las cuales describen el movimiento.

En forma particular no posee un Teoría clara más que  $\Theta_2$ : El movimiento es relativo con respecto al marco de referencia que escojamos, pues no existe ningún objeto conocido que esté en reposo absoluto.

Siendo con las actividades que propone el texto nos encontramos con otra actividad que la proponen como una actividad para trabajar en forma personal del alumno donde ésta asocia a  $T_{12}$ .

PARA TRABAJAR

Se tienen dos marcos de referencia: uno  $O$  situado sobre la persona y otro  $O'$  situado sobre el globo aerostático. La posición inicial en  $t = 0$  s de un marco respecto del otro se muestra en la ilustración; luego el globo comienza a ascender en la dirección del eje  $(z)$  con velocidad constante de 2 m/s.

**Determina:**

- Las coordenadas del marco  $O'$  respecto de  $O$  en el instante  $t = 0$  s.
- Las coordenadas del marco  $O'$  respecto de  $O$  en el instante  $t = 5$  s.

Ilustración N°45: Actividad propuesta por el texto escolar.

Esta actividad es muy parecida a la actividad anterior, lo único que cambia es que en vez de moverse el segundo marco de referencia por el eje  $x$ , lo realiza por el eje  $Y$  es decir en forma perpendicular al primer marco de referencia, por lo tanto los elementos son los mismos que en la actividad anterior.

$\tau_{12} = \tau_{11}$ : Aplicar las ecuaciones que rigen las transformaciones de Galileo,

$$(x, y, z) = (x', y' + v_y t, z')$$

Entonces la Tecnología es  $\mathcal{G}_{12}=\mathcal{G}_{11}$ : Las transformadas de Galileo Galilei, las cuales describen el movimiento.

En forma particular no posee un Teoría clara más que  $\Theta_2$ : El movimiento es relativo con respecto al marco de referencia que escojamos, pues no existe ningún objeto conocido que esté en reposo absoluto.

Para continuar proponen otra actividad a realizar en forma particular que asocia a  $T_{13}$ ,  $T_{14}$ ,  $T_{15}$ .

#### EVALUACIÓN DE PROCESO

1. Dos hormigas salen simultáneamente desde el mismo punto y caminan en línea recta a lo largo del eje (x). La primera tiene una velocidad de 2 cm/s y la segunda de 4 cm/s. ¿Cuáles serán las coordenadas de la segunda hormiga respecto de la primera después de 4 s de haber partido?
2. ¿Existe el reposo absoluto? Explica.
3. ¿A qué se le llama sistema inercial?

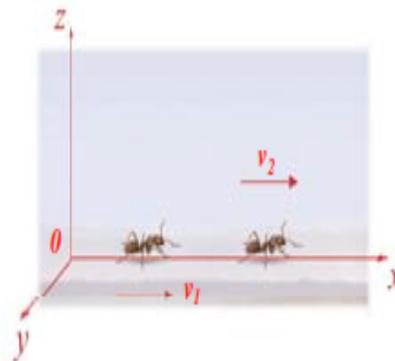


Ilustración N°46: Actividad propuesta por el texto escolar.

En esta actividad la técnica que se infiere es  $\tau_{12}$ , por lo tanto la  $\mathcal{G}_{13}$  es  $\mathcal{G}_{12}$ .

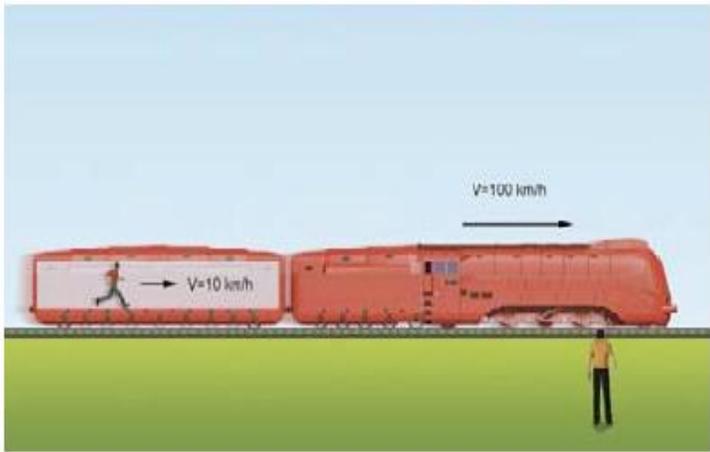
Pero en cambio para  $T_{14}$  y  $T_{15}$ , no poseen alguna Técnica, pero si una tecnología que sería en este caso  $\mathcal{G}_{14}$  la definición de sistema de coordenadas y marcos de referencias.

La teoría podría ser  $\Theta_2$ : El movimiento es relativo con respecto al marco de referencia que escojamos, pues no existe ningún objeto conocido que esté en reposo absoluto.

Al continuar ellos proponen dos actividades, una de investigación científica y la otra un ejemplo desarrollado, las cuales ambas asocian a  $T_{16}$  y  $T_{17}$ , en este caso hablaremos del ejemplo, porque ya está resuelto.

Un tren viaja por un camino recto con una velocidad constante de 100 km/h. Al interior del tren, un pasajero corre por el pasillo en el mismo sentido del tren con velocidad constante de 10 km/h; fuera del tren, una persona se encuentra sentada mirando.

Determinemos la velocidad de la persona dentro del tren respecto del mismo tren.



The diagram shows a red train moving to the right with a velocity vector labeled  $V=100 \text{ km/h}$ . Inside the train, a person is running to the right with a velocity vector labeled  $V=10 \text{ km/h}$ . Outside the train, a person is sitting on the ground, looking towards the train. The background consists of a blue sky and a green field.

Ilustración N° 47: Actividad propuesta por el texto escolar.

Por lo tanto la técnica propuesta y aplicada por ellos es:

Si consideramos el tren como marco de referencia, suponemos entonces que el tren se encuentra en reposo para la persona que corre dentro de él. Luego, su velocidad con respecto del tren es:

$$V_{PT} = 10 \frac{km}{h}$$

Ahora, si queremos determinar la velocidad de la persona que corre dentro del tren respecto de la persona que observa fuera, consideramos como marco de referencia al observador fuera del tren. Luego, él observará que la velocidad de la persona está dada por su propia velocidad adicionada a la velocidad del tren, así:

$$\begin{aligned} V_{PO} &= V_{TO} + V_{PT} \\ &= 100 \frac{km}{h} + 10 \frac{km}{h} \\ &= 110 \frac{km}{h} \end{aligned}$$

Ilustración N° 48: Actividad propuesta por el texto escolar.

Es decir la  $\tau_{16}$ : La adición de velocidades, si las velocidades van en el mismo sentido.

$\tau_{17}$ : La Sustracción de velocidades, ya que van en sentido contrario. Y hablando de la Tecnología sería,  $\mathcal{G}_{16-17}$ : Si el cuerpo va a favor del movimiento del medio, entonces las velocidades se suman y si va en contra entonces éstas se restan.

Viendo claramente que acá hay un error muy importante, nos referimos a que las velocidades no se restan, sino que realmente se suman, lo que pasa es que el módulo de las velocidades se resta o se suma dependiendo si su sentido del movimiento va en contra o a favor del movimiento del medio en donde está inserto.

Esto ocurre principalmente porque no describen la velocidad como una magnitud vectorial como corresponde, y al realizar esto se llega a esta desarticulación.

Para terminar con el tema de movimiento ellos proponen como última actividad, la cual asocia a  $T_{18}$  y  $T_{19}$ .

**Actividad 4**
**INFERIR-ANALIZAR**

**CRUZANDO UN RÍO**

En esta actividad simularás el cruce de un río por un bote. Reúnete con dos o tres estudiantes, necesitarás los mismos materiales de la investigación científica de la página 133.

1. Preparan el autito para que cruce de forma vertical la cartulina, utilicen un marcador para indicar el punto de partida (realicen la marca sobre la mesa).
2. Al momento de hacer partir el autito alguien debe mover la cartulina como se ve en la ilustración.
3. Marquen sobre la mesa el punto donde el autito llega.
  - a. ¿Cómo fue el movimiento del autito respecto de la primera marca?
  - b. Realicen un dibujo de la trayectoria.
  - c. ¿Cómo sería el movimiento del autito si la cartulina no se moviera?

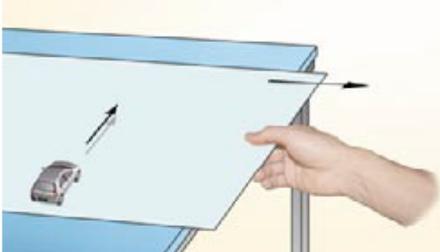


Ilustración N° 49: Actividad propuesta por el texto escolar.

En este caso la Técnica propuesta por el texto es:  $\tau_{18}$ :  $\sqrt{v_i^2 + v_m^2}$  y su  $\mathcal{D}_{18}$ :

Como ambas velocidades son perpendiculares la velocidad resultante es en este caso es la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por las direcciones de las velocidades.

En ésta actividad podemos observar que nuevamente no definen que es el módulo de la velocidad lo que se obtiene al realizar el teorema de Pitágoras y no lo define como la suma de adiciones como tal, vectorialmente.

Si nos referimos a las teorías presentes en el texto, podemos encontrar solo tres:

- $\Theta_1$ : Sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir la posición de cualquier punto en el plano o en el espacio y que se construye sobre la base de ejes ortogonales.
- $\Theta_2$ : El movimiento es relativo con respecto al marco de referencia que escojamos, pues no existe ningún objeto conocido que esté en reposo absoluto.
- $\Theta_3$ : Todo experimento que se realice en un recinto aislado que se mueve con rapidez constante y en línea recta, resultará igual al realizado en otro sistema que se encuentre en reposo. A los sistemas que se mueven con velocidad constante se les llama sistemas inerciales y en ellos se cumplen todas las leyes de la física de la misma forma.

Las tareas Físicas específicas encontradas se pueden agrupar de las tareas Físicas genéricas siguientes:

$T_a$ : Establecer la posición de un objeto respecto a distintos sistemas de referencias.

$T_b$ : Establecer la velocidad resultante de un objeto respecto a distintos sistemas de referencias.

Donde el  $T_a$  estaría subdivididas por las siguientes tareas:  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_8, T_9, T_{10}, T_{11}, T_{12}, T_{13}$  y la Tarea  $T_7, T_{14}$  y  $T_{15}$  serían tareas Tecnologías, ya que están fundamentado a las tareas anteriores. Y  $T_b$  estaría subdividida en las tareas restantes.

## **CAPÍTULO 6: INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS**

Dentro de éste capítulo presentamos los principales análisis e interpretaciones de los resultados obtenidos durante la realización del estudio, considerando los objetivos principales y las preguntas formuladas para desarrollar esta investigación.

Ahora bien, para sintetizar y mostrar de forma clara los datos obtenidos, presentamos las siguientes tablas: primero de las relaciones entre los Contenidos Mínimos Obligatorios, Objetivos Fundamentales y Aprendizajes Esperados propuestos por el MINEDUC y los aprendizajes planteados por el Texto Escolar. Además asociamos las tareas encontradas a cada uno de estos elementos mencionados anteriormente. Luego mostramos las tablas realizadas a partir de la OF encontrada en los textos analizados anteriormente, en donde vemos si cada tarea presenta, o no, los ingredientes restantes para ser abordada.

Además se presenta, luego de cada tabla resumen, un cuadro síntesis que representa la OF del Texto Escolar y las características de ésta.

### **6.1 RELACIÓN ENTRE COMPONENTES CURRICULARES PROPUESTOS POR EL MINEDUC Y LOS APRENDIZAJES PLANTEADOS POR EL TEXTO ESCOLAR**

- **QUINTO AÑO BÁSICO**

A continuación mostramos una tabla que relaciona los Objetivos Fundamentales, Contenidos Mínimos Obligatorios y los Aprendizajes

propuestos por MINEDUC con los Aprendizajes Esperados propuestos por el Texto Escolar, en donde identificamos si estos están, o no, relacionados. Además identificamos cada una de las tareas propuestas por el libro a cada uno de ellos.

<b>Objetivo Fundamental</b>	<b>CMO</b>	<b>AE Currículo</b>	<b>AE del Texto</b>	<b>Tareas Físicas</b>
Comprender la relación entre la fuerza aplicada sobre un cuerpo y su movimiento, distinguiendo el movimiento rectilíneo uniforme del acelerado.	Distinción entre movimientos rectilíneos uniformes y acelerados en términos de distancia, tiempo y rapidez.	Explicar la relación entre distancia, tiempo y rapidez, y reconozcan la importancia de controlar las fuentes de error en la experimentación.	Reconocer los conceptos básicos de movimiento.	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub> , T <sub>7</sub> , T <sub>8</sub> .
		Distinguir el movimiento rectilíneo uniforme del acelerado, en términos de rapidez.	Distinguir el movimiento rectilíneo uniforme del acelerado. Comprender el significado de rapidez.	T <sub>7</sub> , T <sub>8</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> .
	Comprobación mediante ejemplos diversos que todo cambio de rapidez y/o trayectoria en los movimientos de los objetos es producido por fuerzas	Explicar que los cambios de rapidez y dirección en el movimiento de los cuerpos son producidos por fuerzas.	Formular explicaciones de eventos observables, relacionados con la fuerza y el movimiento. Comprender la relación entre la fuerza aplicada sobre un cuerpo y su movimiento.	T <sub>9</sub> , T <sub>8</sub> .
		Representar e interpretar información sobre movimientos rectilíneos uniformes y acelerados, en tablas y gráficos.	Ordenar datos en un gráfico.	T <sub>10</sub> , T <sub>11</sub> .

Tabla N° 7: Contraste Currículo y AE del texto escolar.

De la tabla mostrada anteriormente podemos mencionar que según lo planteado por el MINEDUC respecto a los Objetivos Fundamentales, Contenidos Mínimos Obligatorios y los Aprendizajes Esperados están abordados en su totalidad a través del Texto Escolar, pero el texto no sólo presenta estos componentes acordes a los del Currículo, si no también tareas para su resolución y comprensión.

Además podemos inferir que el cien por ciento de los Aprendizajes Esperados Propuestos por el Currículo nacional está abordado a través del Texto Escolar. Ahora bien, dentro de cada Aprendizajes esperado podemos clasificar las tareas propuestas por el libro, de donde podemos inferir que el aprendizajes esperado “Explicar la relación entre distancia, tiempo y rapidez, y reconozcan la importancia de controlar las fuentes de error en la experimentación” es al que se le da mayor énfasis en cuanto a la cantidad de tareas propuestas en el libro a realizar por los estudiantes.

- **PRIMER AÑO MEDIO**

A continuación mostramos la tabla que relaciona los Objetivos Fundamentales, Contenidos Mínimos Obligatorios y los Aprendizajes propuestos por MINEDUC con los Aprendizajes Esperados propuestos por el Texto Escolar para Primer año Medio.

<b>Objetivos Fundam.</b>	<b>CMO</b>	<b>AE Currículo</b>	<b>AE del texto</b>	<b>Tareas Físicas</b>
Comprender que la descripción de los movimientos resulta diferente al efectuarla desde distintos marcos de referencia.	Reconocimiento de la diferencia entre marco de referencia y sistema de coordenadas y de su utilidad para describir el movimiento.	Justificar la necesidad de introducir un marco de referencia y un sistema de coordenadas para describir el movimiento de los cuerpos.	Distinguir entre marco de referencia y sistema de coordenadas.	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub> , T <sub>7</sub> , T <sub>8</sub> , T <sub>9</sub> , T <sub>10</sub> , T <sub>11</sub> , T <sub>12</sub> , T <sub>13</sub> , T <sub>14</sub> , T <sub>15</sub> , T <sub>19</sub> .
	Aplicación de la fórmula de adición de velocidades en situaciones unidimensionales para comprobar la relatividad del movimiento en contextos cotidianos.	Describir investigaciones científicas clásicas asociadas al concepto de relatividad del movimiento, valorando el desarrollo histórico de conceptos y teorías	Aplica, en ciertas situaciones, la adición de velocidades de distintos cuerpos para comprobar la relatividad del movimiento.	T <sub>16</sub> , T <sub>17</sub> , T <sub>18</sub> .

Tabla Nº 8: Contraste AE Currículo y AE del Texto escolar 1ºM.

De la tabla mostrada anteriormente podemos inferir que el cien por ciento de los Aprendizajes Esperados Propuestos por el Currículo nacional está abordado a través del Texto Escolar. Ahora bien, dentro de cada Aprendizajes esperado podemos clasificar las tareas propuestas por el libro, de donde podemos inferir que el primer aprendizaje esperado que propone el Currículo es el que se le da mayor énfasis en cuanto a la cantidad de tareas propuestas en el libro a realizar por los estudiantes.

## **6.2 INTERPRETACIÓN DE LA OF ENCONTRADA EN EL TEXTO ESCOLAR**

- **QUINTO AÑO BASICO**

A continuación mostramos una tabla resumen de la Organización Física presente en el Texto Escolar de Quinto año Básico.

<b>Tareas</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Tecnologías</b>	<b>Teorías</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Identificar un sistema de Coordenada, en uno, dos o tres ejes coordenados.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución.	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>2</sub>:</b> Identificar la posición de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>3</sub>:</b> Determinar el vector de Posición de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>4</sub>:</b> Identificar el desplazamiento de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>5</sub>:</b> Reconocer la trayectoria o distancia de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>6</sub>:</b> Calcular la trayectoria de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>7</sub>:</b> Reconocer la rapidez de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>8</sub>:</b> Reconocer la aceleración de un objeto.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución

<b>T<sub>9</sub></b> : Identificar un tipo de movimiento.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>10</sub></b> : Describir un movimiento en relación al tiempo y rapidez.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
<b>T<sub>11</sub></b> : Describir un movimiento en relación al tiempo y distancia.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución

Tabla N° 9: Resumen OF del texto escolar de Quinto Año Básico.

Dentro de ésta unidad encontramos once tareas, las cuales presentan, o no, los demás componentes de una Organización Física. Si tomamos un universo de once tareas y nos fijamos en cuantas técnicas, cuantas tecnologías y cuantas teorías están presentes dentro de la tabla realizada, podemos calcular cual fue el porcentaje de presencia para cada ingrediente de la OF.



Ilustración N°50: Porcentaje de Presencia de Técnicas en las Tareas Físicas de Quinto Año Básico

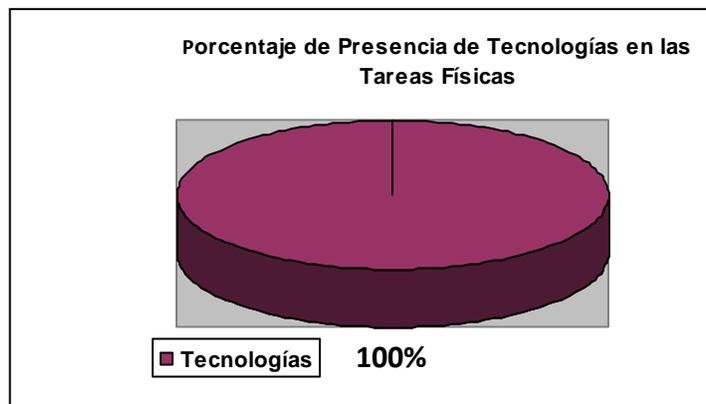


Ilustración N°51: Porcentaje de Tecnologías en las Tareas Físicas de Quinto Año Básico.

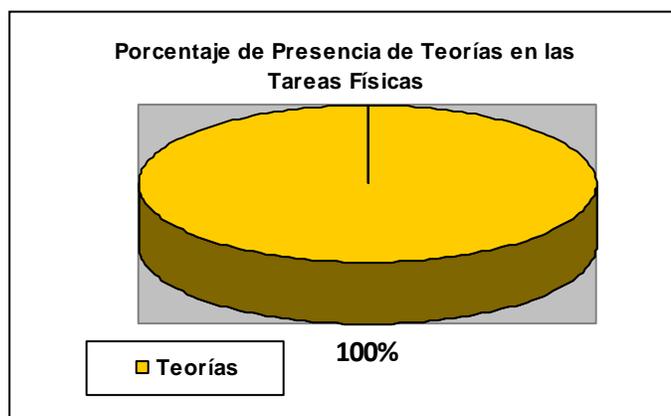


Ilustración N°52: Porcentaje de Teorías en las Tareas Física de Quinto Año Básico.

Luego para Quinto Año Básico tenemos un bien por cierto de técnicas, tecnologías y teorías para la resolución de las tareas Físicas encontradas. Por ende podemos decir que existe completitud en la Organización Física propuesta por el Texto Escolar.

- **PRIMER AÑO MEDIO**

Tabla resumen de la Organización Física presente en el Texto Escolar de Primer Año Medio.

Tareas	Técnicas	Tecnologías	Teorías
<p><b>T<sub>1</sub>:</b> Encontrar el punto de referencia que escogieron dos amigos para encontrarse en un lugar fijo desde el lugar que están conversando.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución.</p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>2</sub>:</b> Encontrar las coordenadas del lugar que acordaron en reunirse desde el punto de referencia, teniendo la medida de cada cuadra y de los pisos que deben subir.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>3</sub>:</b> Determinar la importancia que tiene la hora señalada, para que las dos personas se puedan encontrar.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución</p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>4</sub>:</b> Encontrar la posición de un observador con respecto a otro observador estando en distintos marcos de referencia.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>5</sub>:</b> Encontrar las coordenadas de un observador con respecto a otro observador estando en distintos marcos de referencia.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>6</sub>:</b> Encontrar las coordenadas de un objeto en dos tiempos distintos, que está siendo observado por dos observadores fijados en distintos marcos de referencia.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>

<p><b>T<sub>7</sub>:</b> Determinar el por qué el objeto se está moviendo de acuerdo a los dos observadores de dos distintos marcos de referencia.</p>	<p><b>No Presenta Técnica para su resolución</b></p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>8</sub>:</b> Determinar el movimiento de un objeto que es lanzado desde un mástil de un barco en movimiento, de acuerdo a dos distintos observadores y uno de ellos está en el barco.</p>	<p><b>No Presenta Técnica para su resolución.</b></p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución</p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>9</sub>:</b> Determinar la trayectoria de un objeto que es lanzado desde un mástil de un barco en movimiento, de acuerdo a dos distintos observadores y uno de ellos está en el barco.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>10</sub>:</b> Encontrar el marco de referencia que se fijaron para encontrar la trayectoria de un cuerpo que cae de un mástil de un barco en movimiento, descritas por dos observados y uno de ellos está en el barco y otro está en la playa.</p>	<p><b>No Presenta Técnica para su resolución.</b></p>	<p><b>No Presenta Tecnología para su resolución</b></p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>
<p><b>T<sub>11</sub>:</b> Determinar las coordenadas de un observador que se mueve con una cierta velocidad en el mismo eje con respecto a un observador fijo en un tiempo determinado.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución</p>	<p>Presenta Teoría para su resolución</p>

T <sub>12</sub> : Determinar las coordenadas de un observado que se mueve en otro eje con cierta velocidad con respecto a un observador fijo, en dos distintos tiempos.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>13</sub> : Determinar las coordenadas de un objeto en movimiento de acuerdo a otro objeto que también está en movimiento en cierto tiempo, pero ambos están en el mismo marco de referencia.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>14</sub> : Determinar y analizar si existe el reposo absoluto.	<b>No Presenta Técnica para su resolución</b>	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>15</sub> : Establecer el por qué se llama sistema inercial.	<b>No Presenta Técnica para su resolución.</b>	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>
T <sub>16</sub> : Establecer la velocidad resultante con la que se mueve un móvil i, respecto de un sistema de referencia en reposo S, si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante $v_i'$ respecto a un medio M en el que se encuentra inserto, considerando que dicho medio se mueve a una velocidad $v_m$ en el sentido que $v_i$ respecto al sistema en reposo S.	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>
T <sub>17</sub> : Establecer la velocidad resultante con la que se mueve un móvil i, respecto de un sistema de			

<p>referencia en reposo S, si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante <math>v_i'</math> respecto a un medio M en el que se encuentra inserto, considerando que dicho medio se mueve a una velocidad <math>v_m</math> en el sentido contrario que <math>v_i</math> respecto al sistema en reposo S.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución</p>	<p><b>No Presenta Teoría para su resolución</b></p>
<p><b>T<sub>18</sub>:</b> Establecer la velocidad resultante con la que se mueve un móvil i, respecto de un sistema de referencia en reposo S, si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante <math>v_i'</math> respecto a un medio M en el que se encuentra inserto considerando que dicho medio se mueve a una velocidad <math>v_m</math> respecto al sistema en reposo S, siendo las velocidades <math>v_m</math> y <math>v_i</math> perpendiculares entre sí.</p>	<p>Presenta Técnica para su resolución.</p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución</p>	<p><b>No Presenta Teoría para su resolución</b></p>
<p><b>T<sub>19</sub>:</b> Establecer la Trayectoria de un móvil i, respecto de un sistema de referencia en reposo S, si dicho móvil se mueve con una determinada velocidad constante <math>v_i'</math> respecto a un medio M en el que se encuentra inserto considerando que dicho medio se</p>	<p><b>No Presenta Técnica para su resolución.</b></p>	<p>Presenta Tecnología para su resolución</p>	<p><b>No Presenta Teoría para su resolución</b></p>

mueve a una velocidad $v_m$ respecto al sistema en reposo S, siendo las velocidades $v_m$ y $v_i$ perpendiculares entre sí.			
---	--	--	--

Tabla N° 10: Resumen OF del texto escolar de Primer Año Medio.

Dentro de ésta unidad encontramos diecinueve tareas, las cuales presentan, o no, los demás componentes de una Organización Física. Si tomamos un universo de diecinueve tareas y nos fijamos en cuantas técnicas, cuantas tecnologías y cuantas teorías están presentes dentro de la tabla realizada, podemos calcular cual fue el porcentaje de presencia para cada ingrediente de la OF.

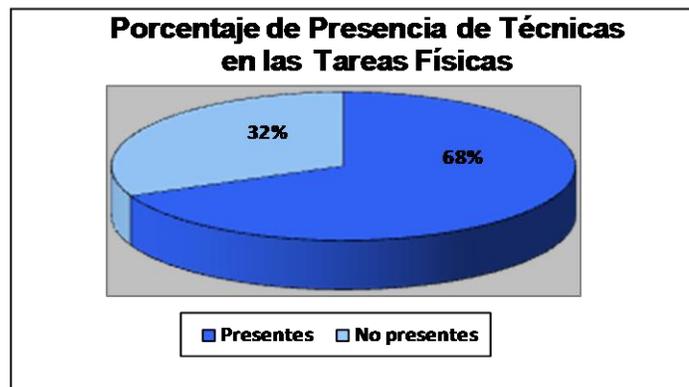


Ilustración N°53: Porcentaje de Presencia de Técnicas en las Tareas de Primer Año Medio.

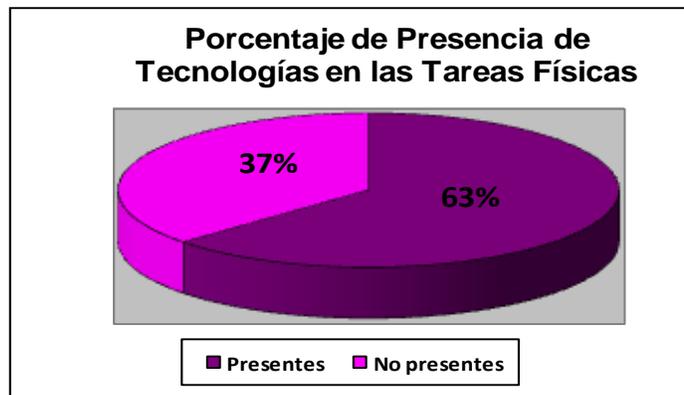


Ilustración N°54: Presencias de Tecnologías en las Tareas Físicas de Primer Año Medio.

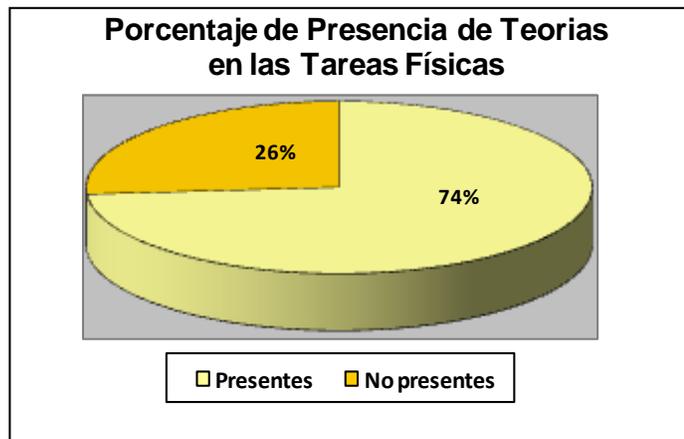


Ilustración N°55: Presencia de Teorías en las Tareas Físicas de Primer Año Medio.

Mediante los datos obtenidos podemos decir que para las tareas propuestas ninguno de los demás ingrediente de la OF cumple con un cien por ciento de presencia para su resolución.

Con respecto a las Técnicas, podemos observar que un treinta y dos por ciento de estas está ausente en el Texto Escolar para resolver las tareas planteadas.

Las Tecnologías abarcan un sesenta y seis por ciento de cobertura para las tareas planteadas.

Las Teorías que no están presentes para abordar los problemas Físicos corresponden a un veintiséis por ciento.

Luego podemos decir que la Organización Física del Texto Escolar no está completa, o sea, no presenta completitud. Siendo el componente Tecnología el que presenta un porcentaje más bajo de presencia para abordar las Tareas planteadas por el Texto Escolar.

### 6.3 INTERPRETACIÓN DE IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA PARA ABORDAR LAS TAREAS FÍSICAS DEL TEXTO ESCOLAR

Tomando el análisis de la OF encontrada para Primer año Medio, las que presentan incompletitud son las siguientes:

Tareas	Técnicas	Tecnologías	Teorías
T <sub>2</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>4</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>5</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>6</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>7</sub>	<b>No Presenta Técnica para su resolución</b>	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>8</sub>	<b>No Presenta Técnica para su resolución.</b>	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>9</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>10</sub>	<b>No Presenta Técnica para su resolución.</b>	<b>No Presenta Tecnología para su resolución</b>	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>14</sub>	<b>No Presenta Técnica para su resolución</b>	Presenta Tecnología para su resolución	Presenta Teoría para su resolución
T <sub>15</sub>	<b>No Presenta Técnica para su resolución.</b>	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>
T <sub>16</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>
T <sub>17</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>
T <sub>18</sub>	Presenta Técnica para su resolución.	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>
T <sub>19</sub>	<b>No Presenta Técnica</b>	Presenta Tecnología para su resolución	<b>No Presenta Teoría para su resolución</b>

Tabla N° 11: OF incompletas del texto escolar de Primer Año Medio.

De todas las tareas presentadas en la tabla anterior y analizando la naturaleza de las tareas, encontramos que tanto las tareas  $T_2, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9, T_{10}, T_{14}, T_{15}, T_{19}$  son tareas que tiene estrecha relación con las nociones matemáticas presentadas para abordar la Unidad de Fuerza y Movimiento.

Tomando la OFR realizada durante este proceso, podemos analizar la problemática que se presenta al abordar las nociones en las unidades de Fuerza y Movimiento. Para ello analizamos las tareas que no presentan completitud y además analizamos si tiene, o no, relación con los conceptos matemáticos formulados en la OFR para abordar esta unidad.

Dentro del análisis que realizamos entre los objetivos Fundamentales, Contenidos mínimos Obligatorios y aprendizajes propuestos por el MINEDUC, estas tareas mencionadas anteriormente corresponden a la necesidad de introducir un marco de referencia y un sistema de coordenadas para describir el movimiento de los cuerpos, estas tareas se verán dificultadas al no existir las nociones fundamentales de Plano cartesiano y sistema de coordenadas, por ende, las nociones matemáticas juegan un rol fundamental dentro de estas tareas.

Con respecto a las tareas  $T_{16}, T_{17}, T_{18}$  el alumno debe lograr comprender y aplicar la ecuación de adición de velocidades en situaciones unidimensionales para comprobar la relatividad del movimiento en contextos cotidianos. Este contenido está estrechamente relacionado con los conceptos matemáticos de plano cartesiano, sistema de coordenadas y la noción fundamental de vector y sus propiedades.

Ahora bien, otro punto fundamental es que al abordar las tareas propuestas por el libro, las técnicas, tecnologías y teorías propuestas por el

Texto Escolar son demasiado puntuales para abordar el tema tratado, o sea se tratan de suavizar y de alivianar los temas propuestos de tal forma que los análisis que el alumno debe realizar son prácticamente nulos, siendo estas técnicas, tecnologías y teorías insuficientes para abordar las problemáticas de forma clara y precisa, como la mostrada a través de la OFR.

El problema de la matemática radica en que principalmente los conceptos geométricos están presentes al final de los planes propuestos, lo que conlleva a que sean temas vistos de forma muy rápida y sin darle la importancia que se merecen. Además podemos mencionar que si bien los temas de sistema de coordenadas y plano cartesiano son vistos en cursos anteriores, y es ahí en donde el profesor de Física debe recurrir a la incorporación de estos conceptos fundamentales.

Ahora bien, las nociones vectoriales no son vistas con anterioridad, si bien el concepto vectorial, como en Quinto año Básico, no es estudio Matemático hasta Primer año medio, éste es abordado de forma sumamente correcto y preciso, lo que no ocurre dentro del libro de Primer año Medio, ya que se excluye la noción vectorial y se tratan los temas sin tomar esta noción. Si bien es cierto en primer año medio en Matemática se debe estudiar los conceptos vectoriales en la geometría, estos según los planes, están dispuestos principalmente al final del año escolar, por ende a la hora de abordar los temas Físicos que necesitan de este concepto, se abordan de forma suave y sin significar, según lo planteado por el texto escolar, un concepto necesario para abordar la Unidad de Fuerza y Movimiento.

## 6.4 CUADRO SÍNTESIS DE LA OF PRESENTADA POR EL TEXTO ESCOLAR

Dentro de esta sección realizamos un cuadro síntesis que tiene como función el relacionar los componentes de la Organización Física encontrada a través del estudio de los textos escolares analizados.

- QUINTO AÑO BÁSICO

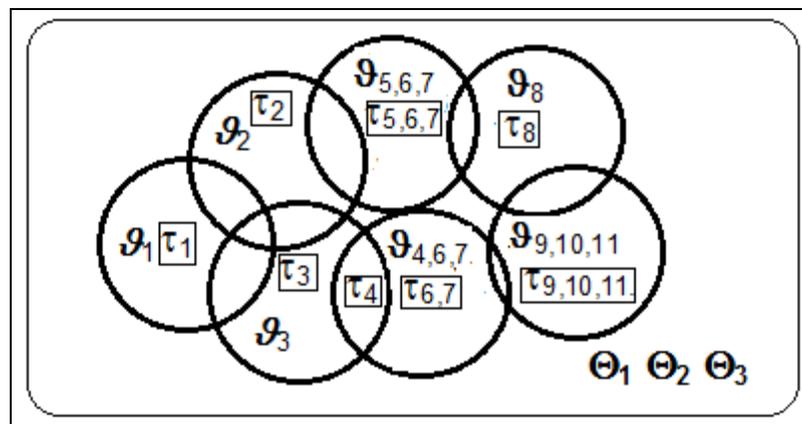


Ilustración 56: Resumen de la TAD en Quinto Año Básico

En este resumen podemos observar que todas las tareas presentes en el texto escolar de Quinto Año Básico presentan técnicas, tecnologías y teorías, pero lo más importante es que todas están unidas entre sí o mejor dicho cada vez que va avanzando o complicando las tareas esta van dependiendo de las anteriores o muchas veces utilizan la misma técnica o tecnología para su fundamento y de esta manera logrando una buena articulación también podemos decir que hay un completitud y coherencia en esta OF.

- **PRIMER AÑO MEDIO**

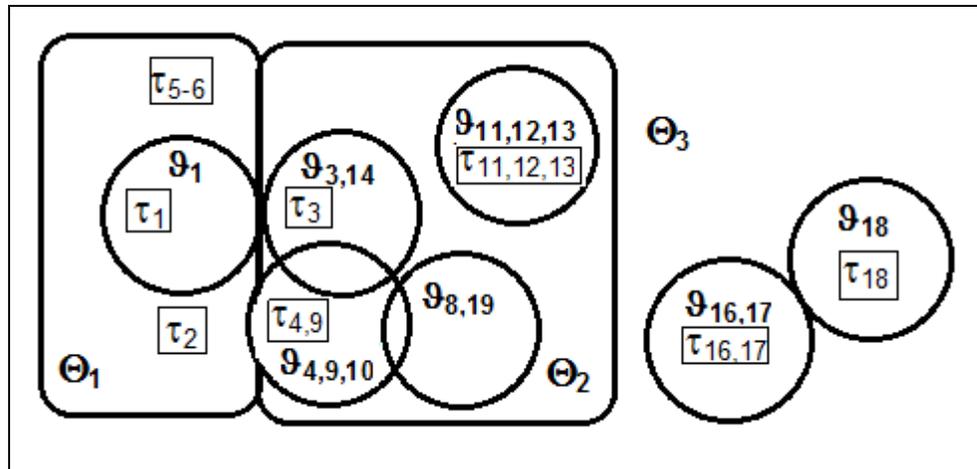


Ilustración 57: Resumen de la TAD en Primer Año Medio.

En este resumen podemos observar que no todas las tareas presentes en el texto escolar de Primer Año Medio presentan técnicas, como también algunas técnicas no tienen tecnologías como fundamentos para su aplicación, por lo tanto en esta OF no hay una articulación y muchas de las tecnologías que existen no fundamentan a la técnica logrando que no haya una coherencia y no podemos olvidar que hay Teorías que no fundamentan a las tecnologías y de esta manera no se logra cumplir a su totalidad con los Aprendizajes Esperados que se proponen como texto escolar y por ende los alumnos pueden llegar a confundirse o no comprender como corresponde el contenido que se les está entregando.

## **6.5 DISCUSIONES E INTERPRETACIONES GENERALES DE LOS RESULTADOS**

Dentro de esta etapa presentamos las principales discusiones e interpretaciones de los resultados obtenidos durante lo expuesto en este capítulo y el capítulo anterior.

Lo primero que podemos explicitar es que tanto los Contenidos Mínimos Obligatorios como los Objetivos Fundamentales y los Aprendizajes Esperados propuestos por el MINEDUC se abordan a través del texto escolar y a su vez en este se presentan tareas Físicas acordes a ellos.

Ahora bien, el problema encontrado radica al momento de analizar la Organización Física de los textos, en particular el texto de Primer Año Medio, ya que al analizar la OF de este texto encontramos una incompletitud en cuanto a la presentación de las técnicas, tecnologías y teorías para resolver cierta tarea.

Para Quinto año Básico encontramos una organización sumamente bien estructurada, en donde la OF de está demuestra que las tareas presentadas y las formas para su resolución están completas, en donde los ingredientes de la OF están presentes para cada una de estas tareas, o sea en Quinto Año Básico hay una organización bien armada, porque con poseen tareas, técnicas, Tecnologías-Teoría que la hacen estar articulada y coherente, porque existe una correlación entre las tecnologías con las técnicas de las tareas presentes en el texto, tanto que muchas de las técnicas comparten tecnologías y teorías.

Para Primer año Medio encontramos una OF incompleta, en donde el problema radica principalmente en las Tecnologías ausentes para la resolución de las tareas, en donde encontramos una Organización que muchas veces para entregar los contenidos de forma más “suave” se tiende a tratar los contenidos

de forma desarticulada los unos de los otros. Esta problemática la pudimos observar principalmente a la hora de estudiar las nociones vectoriales, ya que si bien este es un concepto primordial, la poca utilización del texto hacia este concepto.

Con respecto a Quinto año Básico y Primer año medio para la misma unidad podemos decir que existe una clara diferencia a la hora de abordar los contenidos en ambos textos, haciendo un contraste entre ambos Textos Escolares, podemos decir que el libro de Quinto Año Básico es bastante más completo en cuanto a su OF que el libro de Primer año Medio. Por ejemplo, en el texto de Quinto año Básico se exponen los conceptos de posición y velocidad como conceptos vectoriales y a pesar que en este curso no profundizan en el tema de la suma de velocidades, nos deja claro que el movimiento se caracteriza por la aceleración del cuerpo, por ende que existe una fuerza externa que permite a este cuerpo acelerar o no y así decir que el cuerpo puede estar en movimiento o no dependiendo de donde sea observado.

En cambio en Primer Año Medio el texto mismo carece de Teorías que puedan fundamentar como corresponde cada una de las Tecnologías que fundamentas a las Técnicas presentes y propuestas por el texto escolar, sin mencionar que muchas de la tecnologías no fundamentas las técnicas sino que más bien descripciones de las Técnicas. Además de carecer de algunas técnicas para poder desarrollar las tareas que nos proponen, siendo muy extraña la situación en que se decidiese no considerar el valor vectorial de algunos conceptos, como la velocidad, si ya que en la Enseñanza Básica, exactamente en los niveles de Quinto Año Básico y Séptimo, si introducen el concepto vectorial en este mismo eje.

Ahora bien, analizando específicamente en Primer Año Medio nos encontramos con algunas complicaciones principalmente en el contenido

“Aplicación de la fórmula de adición de velocidades en situaciones unidimensionales para comprobar la relatividad del movimiento en contextos cotidianos”, porque para empezar el Ministerio nos dice aplicar fórmulas de velocidades siendo esto expresado en el texto con las fórmula de sumar o restar al velocidades dependiendo de la velocidad del medio en donde está insertado el objeto está a favor o en contra de la velocidad él, en donde se debiese postular de una forma más recomendable que siempre se suman las velocidades porque la velocidad es un concepto vectorial, es decir, que posee un sentido, una dirección y un módulo, donde el módulo es lo que realmente se va a sumar o restar dependiendo de la situación en nos enfrentamos, pero que a su vez hay que fijarnos en el sentido como de la dirección.

Además en el mismo curso en Primero Medio, pero en el área Matemática, se estudian las traslaciones isométricas mediante la aplicación de un vector y no dejar de mencionar que dentro de este estudio está presente la Adición de vectores, tema netamente importante y relacionado con la adición de Velocidades.

## **CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES**

En este capítulo final mostraremos las principales conclusiones y consideraciones respecto al estudio realizado.

Para comenzar podemos mencionar que los Textos Escolares analizados, tanto de Quinto año Básico como Primer año Medio, son un recurso o herramienta que presta un apoyo fundamental a la hora de mostrar los contenidos necesarios propuestos por el MINEDUC, en donde estos Textos Escolares desarrollan en un cien por ciento los contenidos definidos en el Marco Curricular para apoyar el trabajo de los alumnos en el aula y fuera de ella. Además podemos mencionar que tanto los aprendizajes esperados, como los Objetivos Fundamentales propuestos por el Currículo también son abordados por el Texto Escolar, existiendo una relación entre lo propuesto a través de Currículo y lo propuesto por el texto en cuanto a las tareas planteadas.

Respecto al análisis de los textos escolares propiamente tal, recalcamos el alcance que posee el estudio de Ives Chevallard, en su obra La Teoría de la Antropología Didáctica (TAD), como propuesta investigativa para describir la actividad, en este caso Física, y los grandes aportes que han surgido de la utilización de esta teoría para esta investigación, ya que gracias al estudio de los componentes de la Organización Física (tareas, técnicas, tecnologías y teorías) hemos podido determinar la completitud de los textos de Quinto año Básico y Primer año Medio para las unidades de Fuerza y Movimiento.

A través de la utilización de esta teoría hemos podido caracterizar las OF de los textos mencionados, pero más aún hemos podido determinar la coherencia y completitud que presenta cada uno de estos textos en la unidad mencionada.

Ahora bien, entre la OF de Quinto año Básico como la OF de Primer año Medio en los textos estudiados, podemos establecer el nivel de articulación existente entre ellas. Estas OF las podemos contrastar debido a que en ambas Unidades temáticas pertenecen a un mismo ámbito dentro de la Física y que deben compartir determinados ingredientes, bien sean tareas, técnicas, tecnología y/o teoría, en donde a través del análisis realizado para las OF encontramos una coherencia y completitud mucho mayor y mejor abordada en el Texto de Quinto año Básico. Luego, el nivel de coherencia nos permite concluir que la OF del libro de Enseñanza Básica respecto a un mismo eje temático es más consistente y completo, en particular entre la Enseñanza Básica y la Enseñanza Media se aborda de mejor forma la unidad de Fuerza y Movimiento en La Enseñanza Básica.

Con respecto a la Transposición didáctica existe en este proceso, existe una clara problemática, ya que lo que se desea enseñar no es lo que principalmente se está logrando en las aulas, principalmente para Primer año Medio, evidenciando la distancia existente entre lo propuesto a través del Currículo nacional para esta área y la gran distancia que lo separa de la realidad dentro del aula, como lo verdaderamente enseñado y aprendido por el alumnado, demostrándose que esta problemática radica en la forma en la cual se entregan los conceptos y la incompletitud encontrada en la OF del Texto Escolar.

Según a las tareas y actividades propuestas por un Texto Escolar y al uso de las imágenes en estas, encontramos que muchas veces estas tienden a confundir a los estudiantes en vez de ayudarlos, en donde principalmente se les da un mal uso a las ilustraciones de “flechas” dentro de estas para representar direcciones, distancias y sentidos. Además también podemos mencionar la

mala ilustración de los planos cartesianos y las situaciones que lo ilustran, además de la introducción de los marcos de referencia en estas ilustraciones.

Con respecto a la pregunta planteada: ¿Qué características posee la organización Física de la unidad de Fuerza y Movimiento, presente en los textos de estudio de Quinto año Básico y Primer año de Enseñanza Media? Podemos decir que gracias a este estudio hemos podido evidenciar las características de los dos textos estudiados con respecto a las Unidades de Fuerza y Movimiento, encontrando su Organización Física y el nivel de completitud que presentan estos textos de estudio. Siendo la Organización Física del libro de Quinto año básico una organización que presenta el cien por ciento de completitud respecto a la presencia de sus componentes. El libro de Primer año medio es un libro incompleto según nuestro estudio, en donde las Tecnologías abarcan un sesenta y seis por ciento de cobertura para las tareas planteadas, las Teorías que no están presentes para abordar los problemas Físicos corresponden a un veintiséis por ciento y las Técnicas están en un treinta y dos por ciento ausentes para resolver las tareas planteadas, o sea la principal problemática de cobertura radica en las Tecnologías.

Considerando la pregunta planteada a la hora de realizar este estudio: ¿Son los libros de texto de Física, otorgados por el Ministerio de Educación, una herramienta útil para que los alumnos puedan adquirir los Aprendizajes esperados y Contenidos Mínimos Obligatorios para alcanzar los Objetivos Fundamentales propuestos por el Currículo nacional? Podemos concluir que si son una herramienta útil, pero la construcción de la obra para Primer año Medio presenta falencias y carencia de técnicas, tecnologías y teorías para comprender las tareas planteadas. Pero si bien nos fijamos en lo propuesto por el Currículo, tanto los Objetivos, Contenidos y Aprendizajes están abordados dentro del Texto Escolar.

¿Existe coherencia en los Textos Escolares de Física de Quinto año de Enseñanza Básica y Primer año de Enseñanza Media respecto al estudio de las nociones de Fuerza y Movimiento, utilizando la noción de OF para su estudio? Esta pregunta también es respondida frente a la realización del estudio, ya que notamos que no existe la coherencia que se debiese, teniendo en cuenta que la OF en Quinto año Básico es completa y la de Primer Año Medio no. Pudiésemos haber esperado que si la OF de Quinto año Básico es completa, luego se pueden abordar estos mismos contenidos de forma más detallada y respondiendo a los niveles mayores de exigencia, pero esta completitud se pierde y surgen luego en la Enseñanza Media problemas en cuanto a la OF del texto.

Según la pregunta planteada: ¿Qué rol cumple la Matemática para abordar la unidad de Fuerza y Movimiento y cuál es su alcance al momento de re-formular la nueva Organización Física de Referencia para esta Unidad? La matemática juega un rol fundamental, ya que para abordar los Contenidos Mínimos es preciso antes distinguir las nociones de Plano cartesiano, sistema de coordenadas, punto, vector y sus propiedades, entre otros. Estas nociones las pudimos explicitar a través de la OFR, que nos permitirá introducir correctamente luego los conceptos fundamentales de Movimiento.

Ahora bien, al incluir el concepto de vector principalmente, podemos hablar correctamente la suma de velocidades, aclarando inmediatamente que es el valor escalar de las velocidades en cuestión lo que se suma o se resta cuando están dichas velocidades en el mismo o distinto sentido y dirección. Además la noción de vector unifica varias problemáticas y diluye toda confusión sobre bajo qué condiciones y que es lo que hay que considerar, para saber si se deben restar, sumarlas o bien aplicar Pitágoras, u otra alternativa no

planteada en la unidad las velocidades, porque si sobre un cuerpo actúan varias velocidades éstas simplemente se adicionan.

Finalmente la noción de Praxeología nos permitió caracterizar las Organizaciones Físicas respecto al estudio del Movimiento en Enseñanza Básica y Media, presentes en textos escolares otorgados por el MINEDUC. Dicha caracterización evidenció un empobrecimiento del discurso tecnológico de las Organizaciones Físicas estudiadas en la Enseñanza Media, respecto a las estudiadas en la Enseñanza Básica, luego podemos afirmar que tanto en las Organizaciones Físicas de Básica, como en las de Media existe un discurso argumentativo en donde la calidad de los discursos es muy distinta. Es en este punto en donde creemos que para que existan mejores resultados de los estudiantes, tanto a nivel nacional como internacional, debemos mejorar la calidad del texto escolar específicamente de Primer año medio, obviamente, dentro de muchos otros cambios que no se han explicitado a través de este estudio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Berenice, Ana: "Notas de clase: Geometría en el plano y en el espacio".
- Becerra, Rigoberto: "Introducción a la geometría euclidiana". Santiago, 1989.
- Bosh y Gascón, Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemáticas de secundaria.
- Campanario, ¿Cómo enseñar Ciencias?
- Cheuquepán, San Miguel, Barbé, "Traslaciones en el plano: "Propuesta didáctica para su estudio con apoyo de planillas de cálculo"
- Chevallard, Y. (1985), La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, Buenos Aires, Aique. (La traducción es de 1997).
- Chevallard, Y. (1992), Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, Recherches en Didactique des Mathématiques, 12(1), 73-112.
- Chevallard, Y. , Bosch, M., Gascón, J. (1997), Estudiar matemáticas; el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje
- Escobar, María; Soto, Jorge: "Geometría.cl/emtp. Aprender geometría creando soluciones". Santiago, 2006.
- Fontaine e Eyzaguirre, ¿Por qué es importante el Texto Escolar?
- Ministerio de Educación, Marco Curricular Ciencias Naturales, 2011.
- Muñoz Hector, "Textos escolares en la Enseñanza de las ciencias".
- Mullis, Ina V.S. et al, TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003, International Study Center, Boston College, 2nd Edition, 2003.
- UCE-MINEDUC (2000).Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias 1999 TIMSS-R, Informe nacional de Resultados.
- UCE-MINEDUC (2004). Chile y el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias según TIMSS. Resultados de los estudiantes chilenos de 8 Básico en el

Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias 2003. Ministerio de Educación, Chile.

- UCE-MINEDUC (2007). PISA 2006: Rendimientos de estudiantes de 15 años en Ciencias, Lectura y Matemática. Ministerio de Educación, Chile.
- UCE-MINEDUC (2008). Resultados nacionales SIMCE 2007. Ministerio de Educación, Chile.
- UCE-MINEDUC (2009). ¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile? Nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en PISA 2006. Ministerio de Educación, Chile.
- UCE-MINEDUC (2010). Resumen de resultados PISA 2009. Ministerio de Educación, Chile.

### **BIBLIOGRAFÍA EN LÍNEA**

- <http://www.cosasdeeducacion.es/que-es-transposicion-didactica/>
- <http://www.lapaginadejc.com.ar/Naturales/Fisica/Cinematica.htm>
- <http://www.lapaginadejc.com.ar/Naturales/Fisica/Dinamica.htm>
- [http://www.lapaginadejc.com.ar/Naturales/Fisica/fisica\\_ingreso.pdf](http://www.lapaginadejc.com.ar/Naturales/Fisica/fisica_ingreso.pdf)
- [http://www.natureduca.com/fis\\_estumov\\_veloc01.php](http://www.natureduca.com/fis_estumov_veloc01.php)
- <http://www.hverdugo.cl/varios/libros/Serway%205th%20edition.pdf>
- [http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Movimiento\\_Concepto.html](http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Movimiento_Concepto.html)
- <http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/materiales%20de%20catedras/trabajo%20de%20campo/textos.htm>
- [http://www.lmi.ub.es/te/any97/prendes\\_sp/p5.html](http://www.lmi.ub.es/te/any97/prendes_sp/p5.html)
- <http://www.lawebdefisica.com/quees/entro.php>