



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



Facultad de Ciencias

**“UNA METODOLOGÍA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA
APOYADA EN MAPAS CONCEPTUALES HÍBRIDOS: EL CASO DEL
MOVIMIENTO PARABÓLICO”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN MATEMÁTICA EDUCATIVA

P R E S E N T A:

DULCE ALONDRA TOVAR RODRÍGUEZ

Directores de tesis:

Dr. Nehemías Moreno Martínez

Mtra. Soraida Cristina Zúñiga Martínez

**Agosto 2018
San Luis Potosí**

FIRMAS

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	4
Capítulo I ANTECEDENTES	6
1.1 Problema de investigación.....	7
1.1.1 Hipótesis y preguntas de investigación	10
1.2 Objetivo general de la investigación	11
1.2.1 Objetivos específicos.....	12
Capítulo II MARCO REFERENCIAL	13
2.1 Programa Analítico de la asignatura Introducción a la Física	14
2.2 Tiro Parabólico: Tratamiento en libro de texto	16
2.3 Revisión de investigaciones previas	17
2.4 Reflexiones finales del capítulo	20
Capítulo III MARCO TEÓRICO	22
3.1 El Enfoque Ontosemiótico	23
3.1.1 Objetos físico-matemáticos primarios y configuración de objetos.....	25
3.1.3 Facetas o perspectivas duales.	26
3.1.4 Procesos cognitivos.	28
3.1.5 Significado.....	29
3.1.5.1 Funciones Semióticas	29
3.1.5.2 Sistema de Prácticas	30
3.2 Mapas conceptuales.....	31
3.3. Mapas Conceptuales Híbridos	32
3.4. Interpretación de los Mapas Conceptuales desde el Enfoque Ontosemiótico	33
Capítulo IV METODOLOGÍA	39
4.1. Metodología cualitativa.....	40
4.1.1. Estudio de casos	40
4.2 Metodología cuantitativa.....	42
4.3 Población.....	42
4.3 Diseño de investigación.....	44
4.3.2 Diseño de Mapas Conceptuales Híbridos.....	47
4.3.3 Elaboración de instrumentos de trabajo	48
4.4 Tratamiento de los resultados.....	48

4.5	Análisis de datos, desde la perspectiva del EOS	49
Capítulo V	<i>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN</i>	50
5.1	Fase 1: Instrumentos de evaluación para grupo experimental.....	51
5.1.1	Rúbrica de evaluación para las variantes del MCH institucional	54
5.2	Fase 2: Instrumento de evaluación para grupo experimental y grupo control.....	56
Capítulo VI	<i>IMPLEMENTACIÓN</i>	57
6.1	Fase 1 de implementación: Introducción a los mapas conceptuales híbridos	59
6.1.1	Hoja de predicción y hojas de resultados	60
6.2	Fase 2 de implementación: Tiro parabólico o movimiento de proyectil	61
Capítulo VII	<i>RESULTADOS Y ANÁLISIS DESDE EL EOS</i>	64
7.1	Resultados de las Variantes de los MCH aplicadas al grupo experimental.....	65
7.1.1	OFMP: <i>Lenguaje</i>	66
7.1.2	OFMP: Conceptos	71
7.1.3	Propiedades	74
7.1.4	Procedimientos	76
7.1.5	Argumentos	81
7.2	Resultados de examen de conocimientos	86
7.2.1	Grupo experimental.....	88
7.2.2	Grupo control	89
7.3	Resultados encuesta de satisfacción grupo experimental	91
Capítulo VIII	<i>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</i>	95
8.1	Discusión.....	96
8.2	Conclusiones	98
REFERENCIAS	104
ANEXOS	109
A.	Problemas seleccionados para la elaboración de los MCH	109
a)	Clases de introducción.....	109
b)	Problemas MRU	109
c)	Problemas MRUA.....	109
d)	Problemas Tiro Parabólico	110
B.	Instrumentos de evaluación	111
a)	Ejemplo de hoja de predicciones.....	111
b)	Ejemplo de Mapa Institucional. Problemas P2 y P6	112

c) Examen.....	114
C. Datos duros capítulo VII	115
D. Fotografías de la implementación	121

RESUMEN

El presente trabajo describe una investigación en la que se caracteriza una metodología para la enseñanza de la Física escolar que se apoya en una interpretación de los Mapas Conceptuales Híbridos desde una teoría de la Matemática Educativa, el Enfoque Ontosemiótico. Desde la perspectiva de dicho enfoque, el Mapa Conceptual Híbrido (MCH por brevedad) permite representar de manera gráfica el sistema de prácticas operativas y discursivas que lleva a cabo un sujeto (estudiante novato o un docente experto) durante el proceso de resolución de una situación física problematizada en la que participan un conjunto de objetos físico matemáticos como: lenguaje, conceptos, propiedades, argumentos y procedimiento. Para caracterizar la metodología, se elaboraron distintos Mapas Conceptuales Híbridos (MCH's) a partir de la producción de un docente experto y también se propusieron algunas variantes, que tenían que ser completadas o reconstruidas para el aprendizaje del tema de Tiro Parabólico, de los mapas expertos para ser resueltos en el aula por parte de los alumnos.

La metodología-MCH consiste en principio en la elaboración de MCH institucionales para la descripción gráfica de las prácticas de resolución de problemas de cinemática llevada a cabo por profesores universitarios. El proceso de elaboración e interpretación de los mapas se apoya en el Enfoque Ontosemiótico (EOS de aquí en adelante), el cual permite visualizar los distintos objetos físico-matemáticos, las relaciones entre dichos objetos y los procesos implicados en la práctica de resolución de los problemas. Durante la investigación, se trabajó con dos grupos, un grupo control y un grupo experimental, en el grupo control, la clase fue impartida de manera tradicional (Clase Magistral) mientras que en el grupo experimental se implementó la metodología-MCH.

La investigación se llevó a cabo en cuatro fases, de las cuales las tres primeras involucraron únicamente al grupo experimental, la última fase sí consideró a ambos grupos. La primera fase consistió en enseñar a los estudiantes la elaboración de MCH simples, para ello se utilizó el tema de movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA). Esto con la finalidad de que los alumnos se acostumbraran a los MCH's y la manera de elaborarlos.

En la segunda fase se trabajó con los MCH's con el tema de interés de la investigación. Se elaboraron MCH's de tipo epistémico o MCH institucionales que representan la práctica de

resolución de diferentes situaciones físicas problematizadas relacionadas con el tiro parabólico. En esta fase los estudiantes comenzaron a trabajar de manera individual o grupal con algunas variantes de los MCH elaborados. Los MCH's que fueron obtenidos a partir de realizar algunas modificaciones sobre los MCH's epistémicos fueron nombrados como "Variantes", y las modificaciones que se realizaron a éstos son las siguientes: i) Se eliminaron algunos conceptos del MCH que representa al sistema de prácticas, ii) Se separaron el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y eliminar algunos conceptos de las prácticas constituyentes y iii) Se separó el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y eliminar la organización de conceptos de cada práctica.

En la tercera fase los alumnos elaboraron los MCH organizados en equipos (el número de integrantes del equipo va a depender del número de prácticas que contenga el sistema de prácticas analizado en el MCH) y también, en otra actividad, elaboraron los MCH de manera individual bajo la dirección del profesor.

Para caracterizar la metodología son utilizadas dos diferentes hojas de trabajo: la hoja de predicción y la hoja de resultados, cabe mencionar que las dos hojas eran iguales. La finalidad de la hoja de predicciones fue valorar los conocimientos previos con los que los alumnos contaban al presentarles un problema. Por su parte la hoja de resultados tenía como propósito estimar la mejora que presentaba el alumno al resolver el mismo problema después de la retroalimentación realizada por el docente o el investigador.

Los resultados obtenidos en las hojas de trabajo (predicción y resultados) a lo largo de la implementación tanto con los temas de introducción MRU y MRUA como los de Tiro parabólico, fueron utilizados para caracterizar la metodología, es decir, para identificar por ejemplo: dificultades que presentaron los alumnos al momento de trabajar con los mapas, si fue más productivo trabajar de manera grupal que individual o viceversa. Los efectos ocasionados en los alumnos por trabajar con una hoja de predicciones y una hoja de resultados.

La metodología fue evaluada en dos momentos, en el primero se consideró únicamente a los alumnos del grupo experimental, para este momento fueron utilizadas las actividades con las variantes realizadas por los alumnos y una encuesta de satisfacción aplicada al final de la implementación de las mismas. Se puede decir de manera general, que los resultados para este

momento de la evaluación fueron favorables, tanto en las actividades como en la encuesta, los resultados son descritos de manera más detallada en las secciones 7.1 y 7.2 respectivamente. Los resultados ayudaron a identificar algunas ventajas y desventajas de la metodología, adecuaciones en cuanto a tiempos o variantes que se podrían realizar, entre otros aspectos, los cuales son presentados en la sección 8.1 Discusión de resultados.

En la segunda fase, se realizó una evaluación del tema de tiro parabólico a ambos grupos, para ello fue utilizado el mismo instrumento de evaluación: un examen elaborado por el docente que imparte la materia del tema parabólico, el cual constaba de dos problemas similares a los vistos en clase. Los resultados obtenidos de dicha evaluación fue favorable para el grupo experimental el cual obtuvo mejores resultados que el grupo control, los resultados obtenidos son presentados en la sección 2 del capítulo 7. Por último, se realizó un análisis y una discusión acerca de los resultados obtenidos en los dos momentos de la implementación, los cuales son presentados en los dos últimos capítulos del presente documento.

La enseñanza de la cinemática mediante los MCH promueve el trabajo colaborativo y podría ayudar al aprendizaje de la cinemática a través de la resolución de problemas al motivar en los estudiantes la realización de procesos de tipo metacognitivo. La caracterización de la metodología permitió delinear algunas estrategias y proponer sugerencias de cómo implementar los MCH's en el aula.

INTRODUCCIÓN

En la literatura existen muchas investigaciones en relación con el tema del aprendizaje de la física mediante la resolución de problemas, los cuales, aunque han presentado resultados de gran interés, no han contribuido a reducir las elevadas tasas de fracaso de los alumnos (Gil, Martínez, & Senent, 1988; Buteler, Gangoso, Brincones, & González, 2001).

La mayoría de estas investigaciones, buscan extraer características de una buena resolución de problemas o recomendaciones útiles para los alumnos a partir de la comparación de las prácticas de resolución entre novatos y expertos. Si bien, estos trabajos, muestran una categorización de las habilidades y los procesos de resolución por parte de los expertos, han soslayado por qué el experto actúa de esa manera, cuándo y cómo adquirió las habilidades para aprender dicho proceso y qué procesos individuales pueden enseñarse en determinados estados de desarrollo (Gangoso, 1999). Una manera de atender estos aspectos podría ser a través de propuestas o investigaciones que aborden cuestiones relacionadas con las *representaciones* que forma un sujeto cuando resuelve problemas.

En diferentes programas de investigación en didáctica de las ciencias y de las matemáticas se puede encontrar entre otros, dos usos del término representación. Cuando se usa para describir la cognición de las personas, el término suele acompañarse del término “mental” o “interna”, mientras que si se habla de sistemas de signos (herramientas útiles para la actividad física y matemática), suele acompañarse del término “externa”. Sin embargo, diversos investigadores han señalado que la clasificación interna/externa es ambigua, pues no da cuenta de la componente institucional escolar (Font, Godino, & D’Amore, 2007).

En el presente trabajo se emplea la noción de representación en el sentido del Enfoque Ontosemiótico, EOS por brevedad, (Godino, Batanero, & Font, 2007), la cual propone reconvertir la clasificación interna/externa en dos dualidades, la dualidad ostensivo/no-ostensivo y la personal/institucional las cuales se describirán más adelante. A la luz de las dualidades anteriores, también se emplean otros elementos teóricos (objetos primarios, configuración de objetos, función semiótica, prácticas y sistemas de prácticas) y procesos cognitivos (materialización, idealización, significación y tratamiento) señalados por el EOS como útiles para la resolución de problemas. El EOS es un marco teórico que ha sido desarrollado y utilizado en educación matemática, sin

embargo, algunos investigadores lo han aplicado a la investigación de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física (Moreno, Font, & Ramírez, 2016; Moreno, 2017).

La metodología que se describe en el presente trabajo se apoya en la técnica del MCH, la cual no es vista como representación externa de los esquemas conceptuales internos que posee el sujeto, sino que más bien, desde el EOS, el MCH es considerado como una representación ostensiva del sistema de prácticas operativas y discursivas que se activan durante el proceso de resolución de una situación física problematizada, en la que, por un lado, se considera la perspectiva institucional acerca de los contenidos que deben ser aprendidos por el estudiante que es representado mediante el MCH elaborado a partir de la producción de un docente y, por otro lado, se considera también la perspectiva personal o cognitiva a través de la resolución por parte de los alumnos de las distintas variantes del MCH epistémico.

En relación con el empleo de la técnica del MCH, la propuesta se apoya en la idea de separar la técnica de la teoría que sustenta a los mapas conceptuales, como estrategia para reconstruir conceptualmente al MCH como objeto de investigación y mostrarlo visible desde otras perspectivas teóricas, en nuestro caso, desde el EOS.

Finalmente se destaca que la investigación tiene como objetivo caracterizar una metodología para el aprendizaje de la física escolar mediante el empleo del MCH, además indagar cómo se favorece el aprendizaje de los estudiantes mediante la técnica del MCH interpretada a la luz del EOS, MCH-EOS (en adelante), dicha investigación se describe a continuación.



Capítulo I

ANTECEDENTES



En el presente capítulo se describe el problema de investigación que ha sido formulado a partir de las experiencias docentes de los investigadores y de las observaciones realizadas por algunos profesores de ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. También se presentan las hipótesis y las preguntas de investigación, el objetivo general de la investigación y los objetivos específicos.

1.1 Problema de investigación

Las metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje requieren de una mejora en la práctica docente, un cambio que involucre la participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento (Montes de Oca & Machado, 2011). Por lo que cada vez es más frecuente la utilización de la expresión estrategias de enseñanza-aprendizaje, las cuales pueden ser consideradas como secuencias integradas, más o menos extensas y complejas, de acciones y procedimientos seleccionados y organizados que, atendiendo a todos los componentes del proceso, persiguen alcanzar los fines educativos propuestos (Fernández, 1999). Es por eso que en los últimos años, como resultado de la investigación educativa, se han realizado diversas propuestas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes universitarios como lo es el trabajo de Pérez, Raffi, & Pérez (1999).

En los últimos años se ha detectado un aumento considerable en los índices de reprobación, debido a diferentes factores, como lo son el origen familiar, económico, hábitos de estudio, práctica docente, por mencionar algunos (Moreno, Velázquez, Páez, Luján, & Bernal, 2017). Para la presente investigación los factores que nos atañen son los dos últimos mencionados, los cuales están relacionados con la enseñanza y aprendizaje.

El problema educativo que se aborda en esta investigación son las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la física, las cuales se han reflejado en el alto grado de reprobación que se presenta en el Departamento Físico-Matemático (DFM en adelante) de la Facultad de Ingeniería, en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en el curso de “Introducción a la física”. La mayoría de los alumnos tienen dificultades de aprendizaje en el contenido que se refiere al movimiento parabólico o tiro parabólico de un cuerpo.

Profesores que imparten o han impartido dicho curso, señalan que las principales dificultades que los alumnos presentan están relacionadas con la falta de comprensión de conceptos, organización del proceso de resolución de problemas y memorización de fórmulas o propiedades físico-matemáticas.

Para abordar la problemática anterior se desarrolló una investigación para analizar si es posible favorecer el aprendizaje de los estudiantes a través de una metodología apoyada en la técnica del MCH en la que sea posible la construcción del conocimiento de manera colaborativa entre los estudiantes y entre los estudiantes y el profesor, donde también se muestre a los alumnos la manera en que los docentes expertos resuelven problemas.

La eficacia de la técnica de los mapas conceptuales como instrumentos para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha sido confirmada mediante una extensa y rigurosa valoración empírica (García, 1992). Dicha eficacia está relacionada a que el Mapa conceptual facilita el intercambio necesario de ideas entre el profesor y el alumno, revelando de esta manera qué conceptos están presentes en el material de enseñanza. Por dichas características es que el mapa conceptual es considerado como una técnica que podría ayudar a resolver la problemática planteada anteriormente. Dicha técnica, ya ha sido empleada por profesores en cursos de ciencias con objeto de organizar los contenidos que presentan en clase. Sin embargo, estos se han limitado al contenido conceptual de los cursos, por lo que dicha técnica no ha sido empleada en el contexto de la resolución de problemas debido a la componente procedimental inherente a los cálculos matemáticos o los que se realizan en la física.

Por la situación descrita anteriormente, esta investigación considera como eje central a la técnica de representación de los MCH's, los cuales resultan de la combinación de características particulares del mapa conceptual con la técnica de representación del diagrama de flujo. La estructura de los MCH está formada, por una parte, por la red jerárquica de conceptos que es característica del mapa conceptual, y por otra parte, por la representación gráfica de procesos que es característica de un diagrama de flujo. También se considera el trabajo de Moreno (2017) donde se interpreta al MCH desde la perspectiva del EOS en el contexto de la modelación matemática escolar. En nuestro caso, interpretamos el MCH desde la perspectiva del EOS en el contexto de la física escolar. A diferencia del Mapa Conceptual que ha sido empleado tradicionalmente e interpretada desde la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, las características del MCH y

su interpretación a la luz del EOS permite emplearlo en el contexto de la enseñanza de la matemática y la física escolar mediante la resolución de problemas, puesto que considera el desarrollo de manera gráfica de la componente procedimental.

Se ha observado que los métodos de enseñanza por parte de profesores y las estrategias de aprendizaje por parte de alumnos, no son las adecuadas para la construcción del conocimiento relacionado con la física escolar. En relación las metodologías de enseñanza, los profesores utilizan la Clase Magistral como única metodología de enseñanza y toman como base de la misma el libro de texto, el cual siguen al pie de la letra. La clase consiste básicamente en dar la parte teórica del tema y al momento de llegar a la parte práctica, el profesor resuelve un ejercicio en el pizarrón; explica el mecanismo que el alumno debe seguir para resolver el problema, sin dar un espacio a los alumnos para que reflexionen y den sus propias alternativas para resolverlo, como consecuencia se limitan a plasmar en su cuaderno lo escrito en el pizarrón. En dicha metodología, el alumno trabaja sólo en todo momento, por lo que se deja a un lado la construcción del conocimiento de forma colaborativa a través de la discusión entre pares (alumno-alumno) o entre los alumnos y el maestro.

Al finalizar la clase, el profesor deja a los alumnos la tarea de resolver cantidades excesivas de problemas, en donde únicamente tienen que reproducir el mecanismo de resolución del ejercicio utilizado por el profesor en la clase. Para la resolución de dichos ejercicios el alumno se apoya nuevamente del libro de texto, apuntes de su cuaderno y en ocasiones de recursos en línea como son videos, páginas web, libros electrónicos y otro tipo de documentos en línea. Lo cual no necesariamente favorece el aprendizaje, dado que los alumnos se limitan a reproducir procedimientos, aprendizaje memorístico, por lo que en ningún momento se atiende la reflexión, el análisis, trabajo colaborativo.

Con el fin romper el esquema de una clase tradicional como la descrita, en este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza de la Cinemática, que se apoya en una interpretación de los MCH's desde una teoría de la Matemática Educativa que ha sido adecuada ahora a la física escolar, el Enfoque Ontosemiótico (Moreno, Font & Maciel, 2016; Moreno 2017). Desde la perspectiva de dicho enfoque, el MCH permite representar de manera gráfica el sistema de prácticas operativas y discursivas activadas durante el proceso de resolución de una situación física problematizada en la que participan un conjunto de objetos físico matemáticos como: lenguaje, conceptos, propiedades, argumentos y procedimiento.

1.1.1 Hipótesis y preguntas de investigación

Se ha señalado anteriormente que entre los factores que influyen en la reprobación de los alumnos se encuentran la falta de comprensión y una inadecuada organización del proceso de resolución del problema físico, por lo cual, se considera que una manera de ayudar a los alumnos a superar dichas dificultades es mediante el empleo de una metodología que se apoya en los MCH's, la cual permitirá a los alumnos comprender el proceso de resolución del problema, la organización conceptual, el proceso argumentativo y el procedimiento de solución. Con base en estos elementos se plantean la siguiente hipótesis:

Hip 1. La metodología apoyada en el MCH permite a los estudiantes visualizar el conjunto de Objetos Físico-Matemáticos Primarios (OFMP en adelante) que participan (o están involucrados) en el sistema de prácticas operativas y discursivas que se tiene que llevar a cabo en la resolución de una situación física problematizada a través de las distintas variantes obtenidas a partir de una perspectiva institucional.

- ¿Cuáles son los elementos de la metodología apoyada en la técnica de representación del MCH que permitan la comprensión del movimiento parabólico?
- ¿Cómo es posible que el uso de la metodología-MCH logre favorecer el aprendizaje del tema de Tiro Parabólico en estudiantes de ingeniería a nivel universitario?

Para que el uso de la metodología basada en los MCH's desde la perspectiva del EOS pueda ser empleada dentro del aula, se plantea el uso de algunas variantes, las cuales explotan el aprendizaje que se puede lograr de manera individual y/ o grupal dentro de cada una de ellas. Y dentro de estas variantes se pueden evaluar los OFMP que están presentes de manera manifiesta en las prácticas discursivas y operativas a lo largo de la resolución de un problema de cinemática, lo cual puede significar una mejora en aprendizaje de los estudiantes comparándola con la instrucción tradicional. Con base en estos elementos se plantean la siguiente hipótesis:

Hip 2. Los aprendizajes logrados mediante el uso de cada variante sugerido por la metodología-MCH pueden ser evaluados tomando en cuenta los OFMP señalados por el EOS. El uso de Mapas Conceptuales Híbridos como técnica de apoyo en la explicación del contenido de la Cinemática presenta una mejora en el aprendizaje de los estudiantes en el tema de Tiro parabólico.

- ¿Cómo favorece la metodología- MCH a que los alumnos logren conocer más a fondo los conceptos, las propiedades, los argumentos, procedimientos y significado en la resolución de un problema?
- ¿Cómo caracterizar el proceso de evaluación de la metodología apoyada en el MCH?

De manera general, muchos de los estudiantes preuniversitarios, carecen de una buena estructura cognitiva, lo que provoca que tengan muchas dificultades cuando tienen que resolver problemas un poco más complejos, ya que están acostumbrados a utilizar fórmulas de manera memorística, lo cual es fomentado en gran medida por los profesores. Aunque sea del conocimiento de ambos, alumnos y profesores el hecho de ser necesario la adecuada caracterización de un problema para su correcta resolución, muchas veces es omitida esta práctica y el estudiante trata de usar directamente una fórmula y así llegar al resultado correcto. Con base en estos elementos se plantean la siguiente hipótesis:

Hip 3. El uso de la metodología apoyada en la técnica del MCH en una clase preuniversitaria de física provoca que los estudiantes se familiaricen con los OFMP y el sistema de prácticas de resolución de problemas representados de forma gráfica pues presentan de manera ordenada y lógica la resolución del mismo y permite el trabajo individual y colaborativo entre alumnos y alumnos-maestro.

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas en una clase de física en nivel pre universitario en relación con el empleo de esta nueva metodología para la enseñanza del tema movimiento parabólico?
- ¿Cuál es la percepción de los estudiantes ante el uso de los MCH?

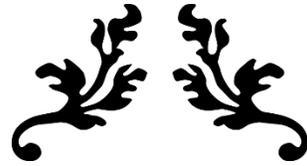
1.2 Objetivo general de la investigación

Diseñar, implementar, evaluar y caracterizar una metodología, para la enseñanza y el aprendizaje de la física escolar, apoyada en el empleo de los Mapas Conceptuales Híbridos interpretados a la luz de la teoría del Enfoque Ontosemiótico a partir de una experiencia dentro del primer curso de física en estudiantes de ingeniería a nivel universitario.

1.2.1 Objetivos específicos

1. Elaboración los MCH's que representen gráficamente la práctica de resolución experta de los diferentes problemas seleccionados.
2. Diseñar un instrumento de evaluación para indagar la comprensión de los estudiantes lograda al trabajar con la metodología de los MCH's.
3. Aplicar actividades con variantes de los MCH's de manera individual, para dar cuerpo o identificar los elementos de una metodología de manera experimental a estudiantes del semestre propedéutico de la Facultad de Ingeniería de la UASLP que cursan la materia de Introducción a la Física, a fin de contrastarlos con un grupo control que lleve una Instrucción Tradicional (IT).
4. Analizar las producciones de los alumnos presentadas en el capítulo VII para caracterizar la metodología. Evaluar el aprendizaje mediante el análisis de resultados.

Teniendo en cuenta la problemática descrita, las hipótesis planteadas, el diseño del objetivo principal y los objetivos específicos, se comenzó con el diseño e implementación de la presente investigación, la cual es descrita a grandes rasgos en los siguientes capítulos.



Capítulo II

MARCO

REFERENCIAL



En el presente capítulo se describen aspectos que son considerados como referentes de la investigación. De primera instancia se hace mención del Programa Analítico de la materia de Introducción a la física (curso en el que es empleada la propuesta metodológica) en el cual se presentan los objetivos y las competencias que se desean alcanzar al finalizar el módulo y los libros de texto para consulta por parte de los alumnos y maestros (por ello también se hace una revisión de dichos libros con la finalidad de analizar cómo es abordado el tema de nuestro interés). Posteriormente se presentan diversas síntesis de investigaciones de metodologías de enseñanza-aprendizaje relacionadas con el tema o la noción de tiro parabólico.

2.1 Programa Analítico de la asignatura Introducción a la Física

La investigación fue desarrollada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la población bajo estudio fue de dos grupos que cursaron la asignatura de Introducción a la física en el Departamento de Físico-Matemático de la UASLP, por lo que consideramos necesario revisar el Programa Analítico de dicha materia.

Introducción a la física es una asignatura que cursan los alumnos de semestre propedéutico de la Facultad de Ingeniería que tiene como Objetivo general: “Reafirmar y ampliar los conceptos básicos de física elemental. Conceptos que aplicará con actitud crítica, reflexiva, colaborativa y creativa en la solución de problemas elementales, lo cual le facilitará la comprensión en otros cursos del plan de estudios” (Facultad de Ingeniería, 2017, pág. 1).

En cuanto a las Competencias que la materia debe contribuir a desarrollar se encuentran:

COMPETENCIAS	DESEMPEÑOS DE LA COMPETENCIA
<i>Profesionales específicas: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.</i>	El alumno es capaz de: Identificar la o las variables involucradas en los problemas y aplicar el principio o la ley apropiada de acuerdo al modelo a resolver.
<i>Transversal: Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.</i>	El alumno es capaz de argumentar sus respuestas y exponer sus resultados frente a sus compañeros.

El curso consta de 4 unidades: Unidad 1.-Conversión de unidades, Unidad 2.- Vectores. Unidad 3.-Cinética en una dimensión y Unidad 4.-Cinética en dos dimensiones. La propuesta es

desarrollada de manera introductoria en la unidad 3 pero la mayor parte de la investigación es desarrollada a lo largo de la unidad 4. EL contenido de la unidad de Cinética en dos dimensiones es el siguiente:

- Velocidad inicial puramente horizontal.
- Tiro parabólico simétrico
- Tiro parabólico asimétrico.

Los objetivos específicos de la unidad son:

- Que el alumno sea capaz de:
 - a) Aplicar los conceptos básicos de la cinemática en el movimiento de dos dimensiones.
 - b) Identificar las expresiones algebraicas que se describen tanto la componente horizontal, como la vertical.
 - c) Resolver problemas asociados al movimiento parabólico.

La metodología que es propuesta en el programa es la siguiente:

La asignatura podrá ser impartida en dos modalidades, en forma tradicional y en forma de taller. La primera de ellas corresponde a la solución de ejercicios y problemas como elemento central para reafirmar, adquirir y manejar la información, mientras que la segunda se encuentra relacionada con la solución de problemas para la aplicación y transferencia del conocimiento.

El Programa Analítico también sugiere la idea de aplicar otros enfoques didácticos como lo son el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en proyectos y estudio de casos. Por último, hace mención de la bibliografía y los recursos informáticos para el curso. Libros de texto sugeridos para el curso son: Resnick, Halliday, & Krane, (1993), Serway & Jewett (2005) y Tipler & Mosca (2005) y como recurso informático se presenta una página de simulaciones “PhET” de la universidad de Colorado (University of Colorado, 2002).

La metodología propuesta en el presente trabajo tiene como finalidad fortalecer las prácticas discursivas y operativas del alumno al momento de resolver un problema físico-matemático. Mediante dichas prácticas se pretende ayudar a que los alumnos puedan desarrollar las competencias a lo largo de un curso, por ejemplo, se espera que el con el uso del MCH y el desarrollo de cada una de sus prácticas, los alumnos logren identificar la o las variables

involucradas en los problemas, aplicar el principio o la ley apropiada de acuerdo al modelo a resolver y que sea capaz de argumentar sus respuestas y exponer sus resultados frente a sus compañeros. Además se espera que de igual manera favorezcan y motiven a un mejor trabajo colaborativo, actitud crítica, reflexiva, y creativa en la solución de problemas elementales.

2.2 Tiro Parabólico: Tratamiento en libro de texto

A continuación se describe cómo es abordado el tema de tiro parabólico en dos de los libros propuestos en el Programa Analítico de la materia.

En el libro de Física de Resnick, Halliday, & Krane (1993) el tema de tiro parabólico o movimiento de proyectil como lo llama el autor, es presentado en el Capítulo 4, en la sección 4.3 (págs. 63 a 66), se comienza dando una definición de lo que es tiro parabólico, enseguida se muestran las características principales de los mismos y las fórmulas que son utilizadas para calcular el alcance horizontal, el tiempo en el que la partícula llega al punto más alto de su trayectoria, altura máxima, etc. Para la explicación de las fórmulas o los conceptos en ocasiones utiliza ilustraciones, para finalizar la sección presentan dos ejercicios de ejemplo, el primero de ellos sólo presenta un inciso, en la solución que se presenta en el libro comienza seleccionando un marco de referencia para el problema y a retomar los datos que presenta el enunciado, posteriormente se hace mención de las fórmulas que se son necesarias para la resolución del problema, y hace las sustituciones correspondientes y da el resultado del problema. En el problema 2 se plantean cuatro incisos, en la solución siguen el mismo proceso que en el problema.

Por otro lado, en el libro de Física para Ciencias e Ingeniería (Serway & Jewett, 2005), el tema es presentado de igual manera en el capítulo 4, sección 4.3 (págs. 77 a 83), pero a diferencia del libro de anterior, este autor comienza dando una introducción al tema utilizando el movimiento que realiza una pelota de béisbol cuando es bateada, el movimiento que simula y las diferencias que hay cuando esta entra en contacto con el bate en diferentes ángulos. Posteriormente comienza a describir lo que es el tiro parabólico.

Para finalizar la sección el autor incluye un apartado llamado “*Estrategias para resolución de problemas Movimiento de proyectil*”, las estrategias sugeridas son: 1. Conceptualizar, 2. Categorizar, 3. Analizar y 4. Finalizar (Serway & Jewett, 2005, págs. 78-79). Después de este apartado se presentan 4 ejemplos, los cuales son resueltos utilizando cada una de las etapas

mencionadas anteriormente, cada uno de los ejemplos presentados tienen una ilustración para que los alumnos puedan interpretar mejor el problema. Al finalizar el capítulo, se presenta un resumen de los temas vistos en el capítulo, en el cual se incluyen las definiciones de los conceptos más relevantes de cada una de las secciones y las fórmulas correspondientes.

Es posible observar características en común en los libros mencionados, por ejemplo el cómo explican o presentan el tema de Tiro parabólico, en general se introduce al tema utilizando alguna definición o alguna situación “cotidiana” donde se experimenta este tipo de movimiento, enseguida se presentan ejemplos, los cuales son resueltos de manera poco sistemática, es decir obvian pasos, por ejemplos, la elección de las ecuaciones, no se presenta un apartado en donde se explique o especifique porque fue seleccionada esa ecuación y no otra, así como el despeje de las mismas, la sustitución de los datos o la conversión de unidades. Todo lo anterior puede causar en los alumnos conflictos al momento de tratar de comprender la resolución del ejercicio, y esta situación se agrava aún más cuando el docente frente al grupo se apoyan completamente en dichos libros sin aportar nada más, solo lo planteado en el mismo, por lo que no fomenta en los alumnos una actitud crítica, reflexiva, y creativa en la solución de problemas, orientar hacia la necesidad de la propuesta de una metodología.

2.3 Revisión de investigaciones previas

A continuación se describen algunas investigaciones donde se ha estudiado el aprendizaje y la enseñanza de la noción física de movimiento parabólico.

Vega & Pérez (2014) presentan una estrategia didáctica para contribuir al aprendizaje significativo de la cinemática en la Facultad de Ciencias Militares de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova, Bogotá DC. La idea surgió debido a que el contenido de esta asignatura llega a relacionarse con las diferentes actividades de los oficiales en su labor, como es el caso del movimiento parabólico que se evidencia en los distintos lanzamientos de proyectiles los cuales toman una trayectoria parabólica, que es descrita mediante el empleo de magnitudes físicas tales como la velocidad, aceleración, ángulo de inclinación y velocidad inicial de salida.

La propuesta didáctica de Vega & Pérez (2014) tiene los siguientes pasos para el desarrollo en el aula: (i) Trabajar lluvia de ideas, Preconceptos de los estudiantes sobre el tema, (ii) Mapas Conceptuales, reorganización de los preconceptos y la teoría, (iii) Guías basadas en competencias,

casos de su contexto específico, (iv) Multimedia con los conceptos básicos de cinemática y ejemplos de apoyo. Dichos autores consideran que su estrategia tiene una secuencia lógica que rescata los conceptos importantes del tema a trabajar en el aula de clase.

Por su parte Flórez (2011) presenta el diseño de una estrategia experimental para mejorar la comprensión de los movimientos bidimensionales, la cual nace de la necesidad de generar iniciativas que promuevan un aprendizaje significativo de la física. Para ello, utiliza el contexto como alternativa escolar, y así generar espacios participativos que incluyan al estudiante como



Figura 2.3 Juego “Tejo”

hacedor de su propio conocimiento, a través de sus experiencias vitales con el tejo (juego tradicional colombiano, Figura 2.3) y el trapiche de caña. Flórez considera que el aprovechamiento de estos recursos, toma notoria importancia en el desarrollo de la enseñanza del movimiento de proyectiles y del movimiento circular uniforme.

Otro elemento que es de importancia para Flórez en su investigación es la motivación, dado que ésta es considerada como un sustento para impulsar el aprendizaje significativo y a la vez el aprendizaje significativo impulsa la motivación, pues su deseo de participar en la actividad se refuerza a cada instante. Otro aspecto que es tomado en cuenta en la estrategia experimental es el trabajo de grupo, ya que fortalece los lazos de confianza entre sus pares y estimula su deseo de ejecutar los movimientos con seriedad, a través de la colaboración y la cooperación (Flórez, 2011).

La propuesta de Flórez implementa el software PhET, que es un poderoso simulador, junto con el software *PH14s.projectile*, para mostrar las características del movimiento de proyectiles, en donde se propone primero realizar los ejercicios y luego comprobar los datos obtenidos con el software. Flórez concluye que la estrategia de utilizar el contexto para explicar los movimientos bidimensionales resulta ser una herramienta muy poderosa para el aprendizaje de los estudiantes, quienes encuentran que el acceso al conocimiento está al alcance de sus manos.

Peña (2014) en su trabajo fin de máster presenta el Diseño de una experiencia de laboratorio de tiro parabólico para alumnos de Bachillerato. El objetivo general es que dicha experiencia fuera novedosa, motivante y un ejemplo práctico de la aplicación de las diversas fases del método

científico. Para ello, utiliza un lanzador casero de proyectiles de aire comprimido, y la grabación en video digital como herramienta de trabajo y análisis. También se presentan opciones de cómo realizar el tratamiento de vídeos e imágenes y de cómo planificar el montaje adecuado para ello.

Vera, Rivera, Fuentes & Romero (2015) presentan una secuencia de experimentos relacionados con el fenómeno de caída libre, a fin de mostrar el potencial que tiene el uso de experimentos en vídeo para mejorar la comprensión conceptual en cursos de física básica. El objetivo principal del trabajo es mostrar que el uso de vídeos de experimentos en conjunto con guías basadas en la metodología indagatoria, es una poderosa herramienta para enseñar física en las escuelas y universidades.

La metodología de enseñanza- aprendizaje que utilizan los autores en su propuesta es la de Enseñanza Basada en la Indagación, ya que consideran que “es un campo maduro en la educación en física y puede ser fácilmente complementada incorporando, por ejemplo, experimentos reales, simulaciones computacionales, vídeos de experimentos, resolución de problemas contextualizados, etcétera” (Vera, Rivera, Fuentes, & Romero, 2015, pág. 583).

Por lo anterior, los autores se dieron a la tarea de crear guías en el marco de las metodologías de enseñanza basadas en la indagación que incorporan vídeos de experimentos en una secuencia lógica definida a partir de resultados de investigación y que promueven que los estudiantes hagan predicciones, discutan entre ellos y con sus profesores, y que comprueben sus predicciones con los resultados de experimentos reales grabados en los vídeos correspondientes.

Mientras que Cuesta & Benavente (2014) en su propuesta abordan el tema de Movimiento Parabólico con el uso de Tutoriales. La estrategia aplicada corresponde a una metodología encuadrada en lo que se denomina *Aprendizaje activo de la Física* y supone abordar un contenido específico con el uso de tutoriales desarrollados por el grupo de Educación de la Universidad de Washington, en Seattle (USA).

El tutorial utilizado consistía en la observación de un video de tiro parabólico, seguidamente se resolvieron actividades utilizando un programa de análisis y procesamiento de video Logger Pro (software desarrollado por Vernier Software & Technology). Por último, se contrastaron las ideas previas con el resultado experimental para, finalmente, elaborar las correspondientes conclusiones (Cuesta & Benavente, 2014).

Cuesta y Benavente consideran que el aprendizaje activo de la Física implica que es el estudiante quien construye su propio conocimiento partiendo de sus preconcepciones (ya sean verdaderas o erróneas) que son rescatadas y explicitadas para luego, resolver las posibles inconsistencias con el conocimiento aceptado por la comunidad científica. El rol del docente en este proceso, es el de diseñar estrategias y elaborar el material didáctico necesario, que contemplen las ideas previas de los alumnos y que los guíen para resolver esas posibles contradicciones.

Las autoras concluyen al finalizar su investigación que la estrategia de enseñanza desarrollada fue muy provechosa. Al realizar el análisis de los resultados obtenidos se encontró que estos fueron positivos ya que aumentó el porcentaje de respuestas correctas en el post test, revirtiendo lo manifestado en el pre test. El análisis del bajo porcentaje (aunque no nulo) de preguntas donde se detectó involuación nos conduce a revisar el planteo del tutorial en los aspectos de orden, redacción, notas aclaratorias, dificultad de las preguntas (Cuesta & Benavente, 2014).

Las investigaciones anteriores toman en cuenta diferentes aspectos, por ejemplo el trabajo en colectivo, el contexto del alumno, uso de TIC's como herramientas que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, incluso algunas de ellas utilizan las técnicas los mapas conceptuales o cuadros sinópticos para abordar el tema de Tiro Parabólico, obteniendo así resultados favorable, sin embargo, en dichas investigaciones se deja de lado, (resolución de problemas, los alumnos no tienen un momento de reflexión, no necesario favorecen la parte analítica y reflexiva a momento de resolver un problema)

Se espera que el con el uso del MCH y el desarrollo de cada una de sus prácticas, los alumnos logren identificar la o las variables involucradas en los problemas, aplicar el principio o la ley apropiada de acuerdo al modelo a resolver y que sea capaz de argumentar sus respuestas y exponer sus resultados frente a sus compañeros. También se espera que con el uso de los MCH's se favorezca y motiven el trabajo colaborativo, la actitud crítica, reflexiva y creativa en la solución de problemas elementales.

2.4 Reflexiones finales del capítulo

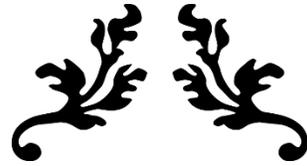
Frecuentemente los profesores de ciencias se encuentran con diferentes barreras que les impiden cumplir por completo con su propósito de lograr el aprendizaje en sus estudiantes. Las clases tradicionales en las que el profesor se para frente al grupo y se limita a dictar definiciones

de conceptos y realizar problemas en el pizarrón, en donde además, el papel que desempeña el alumno es meramente pasivo, dado que se limita únicamente a transcribir en su cuaderno (en el mejor de los casos) lo que se encuentra escrito en el pizarrón, sin tener que realizar en ningún momento alguna reflexión o análisis sobre el tema, lo que a menudo, genera que los alumnos muestren poco interés por realmente aprender y comprender lo que están haciendo. En muchas de las ocasiones, los alumnos están, tal vez, más pendientes en seguir los procedimientos dados por el docente, que en la comprensión y descripción de la situación misma.

Por este tipo de situaciones es que diferentes autores como educadores, investigadores, por mencionar algunos, han diseñado e implementado diversas metodologías de enseñanza-aprendizaje para un sinnúmero de temas, en particular, para el de tiro parabólico (Flórez, 2011; Peña, 2014 ; Méndez & Rodríguez, 2014). Lo anterior con el fin de generar el ambiente adecuado y en proveer de los elementos necesarios para promover dicho proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, cabe señalar que ninguno de los documentos revisados tiene como sustento algún marco teórico que permita considerar aspectos ontológicos y epistemológicos en la construcción del conocimiento físico matemático, en nuestro caso, nuestra propuesta tiene como sustento teórico el Enfoque Ontosemiótico (EOS) el cual ha sido adaptado para estudiar fenómenos educativos de la física por Moreno, Font y Ramírez (2016).

El EOS trata de aportar herramientas teóricas para analizar conjuntamente el pensamiento matemático, los ostensivos que le acompañan, las situaciones y los factores que condicionan su desarrollo. Desde la perspectiva del EOS (Moreno, Font, & Ramírez, 2016), la resolución de un problema físico-matemático implica la realización de una práctica en la que participa un conjunto de objetos matemáticos primarios, como los conceptos, el lenguaje, las propiedades, los procedimientos y los argumentos. Las relaciones entre dichos objetos son modeladas a través de la llamada *Configuración* de Objetos Físicos-Matemáticos Primarios (OFMP), cada uno de los elementos mencionados, son descritos en el capítulo de marco teórico.



Capítulo III

MARCO TEÓRICO



En el presente apartado se tratan los aspectos teóricos de la investigación con los que se pretende caracterizar una metodología para la enseñanza de las nociones físicas de la cinemática mediante el empleo de Mapas Conceptuales Híbridos (MCH). Esencialmente, la metodología considera a los MCH's interpretados a la luz del Enfoque Ontosemiótico (EOS). En este capítulo, de primera instancia, en la sección 3.1 se presentan algunos elementos teóricos del EOS (Godino, Batanero & Font, 2007; Moreno, Font, & Ramírez 2016), posteriormente, en la sección 3.2 se describe la técnica de los Mapas Conceptuales, y por último, en la sección 3.3 se describe a los Mapas Conceptuales Híbridos y a la interpretación de los Mapas Conceptuales desde la perspectiva del EOS.

3.1 El Enfoque Ontosemiótico

El EOS es una teoría que ha resultado de un proceso de reflexión acerca de la interpretación del clásico “triángulo epistemológico”, con el objetivo de analizar las relaciones entre el pensamiento, el lenguaje y las situaciones en que tiene lugar la actividad matemática (Godino & Recio, 1998). El EOS trata de aportar herramientas teóricas para analizar conjuntamente el pensamiento matemático, los ostensivos que le acompañan, las situaciones y los factores que condicionan su desarrollo. Así mismo, se tienen en cuenta facetas o dimensiones del conocimiento matemático que pueden ayudar a confrontar y articular distintos enfoques de investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje y progresar hacia un modelo unificado de la cognición e instrucción matemática.

Como se ha mencionado, el EOS se desarrolló en Matemática Educativa, sin embargo, en Moreno, Font, & Ramírez (2016) se realizó adaptación del EOS a la Física escolar, por lo que se considera más pertinente usar el marco teórico del EOS ya adaptado a Física. Por lo cual, se hará mención a partir de ahora de objetos físico-matemáticos y configuración de objetos físico matemáticos en lugar de solo objetos y configuraciones de objetos matemáticos.

Desde la perspectiva del EOS y de acuerdo con Moreno, Font & Ramírez (2016), la resolución de un problema físico matemático implica la realización de un sistema de prácticas. En el sistema de prácticas participa un conjunto de Objetos Físico-Matemáticos Primarios (OFMP en adelante) que pertenecen a la física, a las matemáticas o a ambos: conceptos, lenguaje, propiedades, procedimientos y argumentos.

Las relaciones entre dichos objetos son modeladas en el EOS a través de la llamada configuración de objetos primarios. Tanto los objetos primarios como las configuraciones pueden ser interpretados desde cinco dualidades: ostensivo/no-ostensivo, personal/institucional, expresión/contenido, unitario/sistémico e intensivo/extensivo. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, sólo se considerarán las tres primeras. Para una revisión más detallada del resto de las perspectivas duales se pueden consultar los siguientes trabajos: Font, Godino, & D'Amore (2007) Godino (2003) y Godino (2002).

Según el EOS, diversos procesos cognitivos también son llevados a cabo a lo largo de la práctica de resolución de un problema, los cuales se encuentra asociados a las cinco dualidades. Los procesos de materialización e idealización, se encuentran asociados a la dualidad ostensivo/no-ostensivo, puesto que en general los objetos matemáticos no son perceptibles (no ostensivos) y al mismo tiempo pueden ser observados a través de diversos objetos ostensivos asociados tales como notaciones, símbolos, gráficas, por mencionar algunos. A través del proceso de idealización un objeto ostensivo del mundo material de las experiencias humanas, es convertido o pensado como un objeto no ostensivo (Font & Contreras, 2008). Y a la inversa, a través del proceso de materialización, un objeto matemático pensado por un sujeto puede ser representado de manera ostensiva sobre el papel y ser observado públicamente. El vínculo entre ambos objetos (entre el objeto ostensivo y el no ostensivo) es establecido a través de una función semiótica.

Así mismo, tanto los objetos primarios como las configuraciones pueden ser vistos desde la dualidad personal/institucional. Por ejemplo, para el caso de las configuraciones de objetos, se distingue entre configuraciones epistémicas cuando se trata de la configuración que realizaría un experto (perspectiva institucional) y configuraciones cognitivas cuando se trata de aquella que realiza cada alumno (perspectiva personal o cognitiva).

Por otra parte, el significado es entendido en el EOS como función semiótica o como sistema de prácticas. Mediante el primero, se considera la perspectiva expresión/contenido, el significado está dado a través de la correspondencia (relaciones de dependencia) entre un antecedente (expresión) y un consecuente (significado o contenido) establecidos por un sujeto (persona o institución) de acuerdo a ciertos criterios (convenios, reglas matemáticas). Cabe señalar que según la circunstancia, los objetos primarios pueden fungir ya sea como expresión o contenido, por ejemplo, la propiedad $f = \mu N$ (significado) puede estar vinculada al concepto de fuerza de

fricción (expresión). Mediante el segundo, el significado es entendido como el sistema de prácticas en el que dicho objeto, el objeto físico matemático asociado a la solución de problema, es determinante para su realización. En este último, el sistema de prácticas se puede parcelar en diferentes prácticas más específicas que son utilizadas en un determinado contexto y con un determinado tipo de notación produciendo un determinado “sentido” del objeto físico matemático.

A continuación se presentan de manera más detallada los elementos teóricos derivados del EOS.

3.1.1 Objetos físico-matemáticos primarios y configuración de objetos.

Un Objeto Físico-Matemático Primario (OFMP) es toda aquella entidad o cosa a la cual nos referimos, o de la cual hablamos, sea real, imaginaria o de cualquier otro tipo, que interviene de algún modo en la actividad físico-matemática. El EOS define como OFMP a todo aquello que puede ser indicado, todo lo que puede señalarse o a lo cual puede hacerse referencia, cuando hacemos, comunicamos o aprendemos matemáticas o física. En la actividad matemática comúnmente nos referimos a numerosos y diversos “objetos”, los cuales es posible agrupar según distintos criterios, formando así categorías o diversos tipos de objetos, las cuales a su vez, pueden estar basadas en las diferentes funciones o papeles desempeñados por los objetos en la actividad matemática: situaciones, acciones, lenguaje, conceptos/reglas, propiedades, argumentaciones. Los OFMP primarios, se describen a continuación.

□ Lenguaje: Se refiere a los términos, las expresiones, las notaciones, los gráficos, etc., en sus diversos registros (escrito, oral, gestual, ...). Por ejemplo, en la producción de un sujeto que resuelve un problema, éstos vienen dados en forma escrita o gráfica, pero en el trabajo matemático pueden usarse otros registros (oral, gestual).

□ Conceptos: Están dados o son introducidos mediante definiciones o descripciones, por ejemplo el concepto de recta, derivada, integral, por mencionar algunos.

□ Procedimientos o Acciones: Se refiere a los procedimientos, es decir, las operaciones, los algoritmos, técnicas de cálculo, etc., que realiza el sujeto ante las tareas matemáticas.

□ Propiedades: son los “atributos” de los objetos mencionados, los cuales comúnmente suelen darse como enunciados o proposiciones. Las propiedades son enunciados que permiten relacionar a los conceptos.

□ Argumentaciones: Son utilizadas para validar y/o explicar las proposiciones y los procedimientos, ya sean deductivas o de otro tipo.

Se trata de cinco tipos de OFMP, los cuales son organizados o relacionados entre sí por parte del sujeto que resuelve la práctica formando configuraciones, definidas como las redes de objetos intervinientes y emergentes de los sistemas de prácticas y las relaciones que se establecen entre los mismos. Estas configuraciones pueden ser socio-epistémicas (redes de objetos institucionales) o cognitivas (redes de objetos personales). Además se tiene que dichos tipos de objetos, son los constituyentes primarios de otros objetos más complejos u organizaciones matemáticas, como los sistemas conceptuales, teorías, etc. pero dado que no son un punto relevante en la investigación no serán descritas en la misma.

3.1.3 Facetas o perspectivas duales.

El EOS distingue cinco facetas o perspectivas duales (ostensivo/no-ostensivo, personal/institucional, expresión/contenido, unitario/sistémico e intensivo/extensivo), las cuales son formas de ver o interpretar a los OFMP que intervienen en las prácticas matemáticas y los emergentes de las mismas, es decir, a partir de las circunstancias contextuales y el juego del lenguaje en que participan los OFMP. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, sólo se considerarán las tres primeras, dichas dimensiones o perspectivas pueden ser consideradas de la siguiente manera (Godino, 2002):

□ Ostensivo – no ostensivo. Podemos entender por ostensivo cualquier objeto que es público y que, por tanto, se puede mostrar a otro, dicho coloquialmente un objeto ostensivo es todo aquello que es perceptible ante nuestros ojos. Sin embargo, Cualquiera de los objetos tiene una faceta ostensiva y otra no ostensiva. La razón es simple, un objeto ostensivo, como lo es una palabra escrita, un gráfico, etc., puede ser también pensado, imaginado, por una persona, o puede estar implícito en un discurso matemático institucional, por ejemplo, el signo de multiplicar en la notación algebraica. De igual manera se tiene que, un cálculo puede ser realizado por una persona de manera ostensiva, o mentalmente; un ordenador calcula “internamente” de manera no ostensiva.

Es como si los objetos ostensivos también pudieran funcionar como no ostensivos. La clasificación entre ostensivo y no ostensivo es relativa al juego de lenguaje en que participan.

□ Personal/ Institucional: Dependiendo de las circunstancias contextuales y del juego de lenguaje en que nos encontramos, una misma expresión puede referirse a un objeto personal o institucional. La cognición físico-matemática debe contemplar las facetas personal e institucional, entre las cuales se establecen relaciones dialécticas complejas y cuyo estudio es esencial para la educación matemática. La “cognición personal” es el resultado del pensamiento y la acción del sujeto individual ante una cierta clase de problemas, mientras la “cognición institucional” es el resultado del diálogo, el convenio y la regulación en el seno de un grupo de individuos que forman una comunidad de prácticas. Dicho en otras palabras, si se trata de la manifestación de un sujeto individual, como la respuesta a un examen, la realización de una tarea, estamos hablando de objetos personales, al ser portadores ellos portadores de sus conocimientos. Mientras que si se trata de documentos curriculares, planeaciones didácticas, libros de texto o la explicación de un profesor frente a su grupo, en estos casos consideramos que se ponen en juego objetos institucionales al tener connotaciones normativas o convencionales, es decir, los objetos son usados como referencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje

□ Expresión – contenido (antecedente y consecuente de cualquier función semiótica): La actividad matemática y los procesos de construcción y uso de los OFMP se caracterizan por ser esencialmente relacionales. Es decir, los distintos objetos no se deben concebir como entidades aisladas, sino puestas en relación unos con otros. Dicha relación se establece por medio de funciones semióticas, las cuales son entendidas como una relación entre un antecedente (expresión, significante) y un consecuente (contenido, significado) establecida por un sujeto (persona o institución) de acuerdo con un cierto criterio o código de correspondencia, de acuerdo con un cierto criterio o código de correspondencia. Estos códigos pueden ser reglas, hábitos, convenios, que informan a los sujetos implicados sobre los términos que se deben poner en correspondencia en las circunstancias fijadas.

El EOS señala además que, asociados a las facetas o perspectivas duales, existen procesos de tipo cognitivo que llevan de una perspectiva a otra. Estos procesos se describen la siguiente sección.

3.1.4 Procesos cognitivos.

Se entiende por proceso una secuencia de acciones realizada para conseguir un objetivo. Algunos ejemplos de procesos son: resolución de problemas, razonamiento y prueba, comunicación, conexiones y representación. Una característica peculiar de los procesos es que éstos se suelen descomponer en otros procesos.

El EOS se considera que un proceso matemático es lo que podemos inferir que ha causado una cierta respuesta a una demanda dada. Es una secuencia de acciones que es activada o desarrollada, durante un cierto tiempo, para conseguir un objetivo, generalmente una respuesta (salida) ante la propuesta de una tarea matemática (entrada) (Font & Rubio, 2017). Desde este enfoque se han realizado investigaciones que tienen relación con procesos.

Los procesos de materialización e idealización son consustanciales a la actividad matemática. Dicho en otras palabras, sin la materialización en símbolos y artefactos no es posible realizar la actividad matemática y, por otra parte, en el discurso que se hace sobre estos símbolos se sugiere explícita o implícitamente que estos símbolos materiales están en representación de objetos ideales.

Como se mencionó al inicio de la sección 3.1, los procesos de materialización-idealización, se encuentran asociados a la dualidad ostensivo/no-ostensivo, puesto que en general los objetos matemáticos no son perceptibles (no ostensivos) y al mismo tiempo pueden ser observados a través de diversos objetos ostensivos asociados tales como notaciones, símbolos, gráficas, por mencionar algunos.

A través del proceso del proceso de materialización, un objeto matemático pensado por un sujeto puede ser representado de manera ostensiva sobre el papel y ser observado públicamente. Y a la inversa, a través del proceso de idealización un objeto ostensivo del mundo material de las experiencias humanas, es convertido o pensado como un objeto no ostensivo (Font & Contreras, *The problem of the particular and its relation to the general in mathematics education*, 2008). El vínculo entre ambos objetos (entre el objeto ostensivo y el no ostensivo) es establecido a través de una función semiótica.

Así mismo, tanto los OFMP como las configuraciones pueden ser vistos desde la dualidad personal/institucional. Por ejemplo, para el caso de las configuraciones de objetos, se distingue

entre configuraciones epistémicas cuando se trata de la configuración que realizaría un experto (perspectiva institucional) y configuraciones cognitivas cuando se trata de aquella que realiza cada alumno (perspectiva personal o cognitiva).

3.1.5 Significado.

Como se ha mencionado anteriormente el *significado* es entendido en el EOS como función semiótica o como sistema de prácticas.

Desde la perspectiva del EOS, el *significado* de un objeto físico-matemático se debe entender en términos de lo que se puede hacer con dicho objeto físico-matemático. Se trata de una perspectiva “sistémica” ya que se considera que el significado de un objeto es el sistema de prácticas en las que dicho objeto es determinante para su realización (o no). En otras palabras, desde la perspectiva unitario - sistémico el significado de un objeto, según el contexto, puede ser una definición (perspectiva unitaria) o bien puede ser el sistema de prácticas en las que dicho objeto es determinante para su realización (perspectiva sistémica)

Por otro lado, desde la perspectiva expresión - contenido el *significado* de un objeto que se considera como “expresión” en una función semiótica será el contenido de dicha función semiótica, establecido por alguien siguiendo una regla o criterio de correspondencia.

A continuación se describe de una forma más general cada una de estas perspectivas del significado.

3.1.5.1 Funciones Semióticas

El EOS considera que las funciones semióticas tienen un papel esencial en el proceso relacional entre entidades, o grupos de ellas, que se realiza en las prácticas matemáticas (dentro de un determinado juego de lenguaje), además de que permite también entender la comprensión en términos de funciones semióticas.

La noción de función semiótica permite proponer una interpretación del conocimiento y la comprensión de un objeto O (sea ostensivo o no ostensivo, elemental o sistémico, etc.) por parte de un sujeto X (persona o institución) en términos de las funciones semióticas que X puede establecer, en unas circunstancias fijadas, en las cuales se pone en juego O como funtivo. Cada función semiótica implica un acto de semiosis por un agente interpretante y constituye un

conocimiento. Hablar de conocimiento equivale a hablar de significado, esto es, de función semiótica, resultando una variedad de tipos de conocimientos en correspondencia con la diversidad de funciones semióticas que se pueden establecer entre las diversas entidades introducidas en el modelo (Godino, 2003).

Se ha señalado en la parte introductoria que el trabajo de investigación se apoya en los Mapas Conceptuales Híbridos, los cuales son interpretados a la luz del EOS. En las siguientes dos secciones se describe a los Mapas Conceptuales y posteriormente se realiza una interpretación de dicha técnica desde la perspectiva del EOS.

3.1.5.2 Sistema de Prácticas

El EOS considera práctica matemática a toda actuación o expresión ya sea verbal, gráfica, escrita, etcétera, que es realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución obtenida, validarla o generalizarla a otros contextos y problemas. Además que en el estudio de las matemáticas o de la física, más que una práctica particular ante un problema concreto, interesa considerar los sistemas de prácticas (operativas y discursivas) puestas de manifiesto por las personas en su actuación ante tipos de situaciones problemáticas (Godino & Batanero, 1994).

Un ejemplo de lo anterior podría surgir a partir de la siguiente pregunta ¿Qué es el objeto matemático pendiente?, o bien, ¿Qué es el objeto físico fricción? ¿Ángulo de inclinación o disparo?, para cada una de las preguntas se propone como respuesta “el sistema de prácticas que realiza una persona (significado personal), o compartidas en el seno de una institución (significado institucional) para resolver un tipo de situaciones-problemas en los cuales se requiere encontrar un representante de un conjunto de datos”.

En las prácticas físico-matemáticas intervienen objetos ostensivos, es decir, símbolos, gráficos, etcétera, y no ostensivos los cuales evocamos al hacer matemáticas y que son representados en forma textual, oral, gráfica o incluso gestual (Godino & Batanero, 1994, pág. 8). De los sistemas de prácticas físico-matemáticas emergen nuevos objetos que provienen de las mismas y dan cuenta de su organización y estructura, algunos de ellos son los tipos de problemas, acciones, definiciones, propiedades, argumentaciones.

La noción de “sistema de prácticas” es útil para ciertos análisis de tipo macrodidáctico, particularmente cuando se trata de comparar la forma particular que adoptan los conocimientos matemáticos en distintos marcos institucionales, contextos de uso o juegos de lenguaje. Además los sistemas de prácticas y las configuraciones se proponen como herramientas teóricas para describir los conocimientos físico-matemáticos, ya sea en su interpretación personal o institucional (D'Amore & Godino, 2007).

3.2 Mapas conceptuales

Los mapas conceptuales son considerados como una técnica de representación, la cual puede tener funciones que abarcan el apoyo a: el proceso de aprendizaje, el proceso de enseñanza, a la evaluación cognitiva y de aprendizaje. Además también puede ser considerada como una técnica con la cual se estimula la reflexión en grupos de aprendizaje y en las organizaciones por lo que suele ser utilizada como una técnica para trabajo colaborativo.

La invención de los mapas conceptuales se remonta a 1972. Joseph D. Novak desarrollaba un proyecto de investigación que obligó a idear una técnica para el análisis de entrevistas y la representación del conocimiento de las personas entrevistadas. En 1974 el mapa conceptual era ya una herramienta útil para ayudar al aprendizaje de teorías científicas, para el diseño de entrevistas clínicas, análisis de datos de entrevistas, como recurso para la enseñanza y la comunicación de conocimiento científico. El mapa conceptual se convirtió en una herramienta para la investigación psicológica y educativa, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de estos (Aguilar, 2012)

El mapa conceptual es una red de conceptos ordenados jerárquicamente, en el que la interconexión de los conceptos, mediante las “ligas” y las “frases de enlace”, produce una red de estructuras proposicionales donde el significado no sólo se encuentra en la relación entre concepto y concepto, sino que se extiende a las relaciones que a su vez estos conceptos tienen con otros conceptos; el orden de estas relaciones está orientado por un dominio de conocimiento a partir del cual es posible señalar las relaciones verdaderas conforme al conocimiento de referencia. El mapa conceptual puede ser elaborado a partir de un texto mediante una transformación de los registros (Aguilar, 2006).

Los mapas conceptuales tienen como propósito representar las relaciones significativas entre conceptos, se compone de proposiciones las cuales están formadas por conectores y conceptos

en los cuales se expresan regularidades entre objetos y acontecimientos. Por otro lado, el mapa conceptual se caracteriza por tener un impacto visual, por tener jerarquías de conceptos, donde sobresalen conceptos relevantes. Además tiene características específicas que lo diferencian de otras técnicas como el mapa mental, cuadro sinóptico, diagramas de flujo, etc., dichas características son los conceptos, las ligas entre conceptos, las palabras de enlace y la construcción de proposiciones.

Como se mencionó el mapa conceptual puede desempeñar diversas funciones en el proceso de enseñanza, algunas de estas funciones son utilizar el mapa conceptual como: un esquema general sobre el tema a desarrollar en una clase o un curso, herramienta de diagnóstico, estrategia y dinámica grupal para facilitar la negociación de significados. En cuanto al proceso de aprendizaje los mapas conceptuales pueden ser utilizados como: herramienta para el aprendizaje, método de estudio.

La elaboración de un mapa conceptual equivale a la construcción de una representación de las estructuras proposicionales contenidas en una teoría o conocimiento científico, este proceso representacional exige por parte del sujeto la comprensión de las relaciones, de otra forma sería imposible su explicación (Aguilar, 2012, pág. 38).

3.3. Mapas Conceptuales Híbridos

El desarrollo del mapa conceptual y su implementación en otros campos de conocimiento ha dado lugar a la fusión del mapa conceptual con otro tipo de representaciones (mapa mental diagrama de flujo, cuadro sinóptico, por mencionar algunos).

Un claro ejemplo de estas fusiones son MCH's, los cuales resultan de la combinación de características particulares del mapa conceptual y del diagrama de flujo. La estructura de los MCH está formada por la red jerárquica de conceptos que es característica del mapa conceptual, y la representación gráfica de procesos que característica de un diagrama de flujo.

El presente trabajo se apoya en las investigaciones de Moreno (2017), en las que se realiza la propuesta de interpretar a los MCH desde la perspectiva del EOS. Según estos autores, el MCH interpretado desde el EOS permite describir de manera gráfica la práctica de resolución de problemas de la matemática escolar. En el MCH, la componente del mapa conceptual permite representar objetos matemáticos tales como conceptos, propiedades y argumentos, mientras que la

componente del diagrama de flujo permite la representación del objeto procedimiento, el cual involucra a procesos matemáticos tales como el de tratamiento algebraico, numérico, entre otros.

A diferencia del Mapa Conceptual que ha sido empleado tradicionalmente, las características del MCH y su interpretación a la luz del EOS permite emplearlo en el contexto de la enseñanza de la matemática y la física escolar, puesto que considera el desarrollo de manera gráfica de la componente procedimental.

3. 4. Interpretación de los Mapas Conceptuales desde el Enfoque Ontosemiótico

Consideramos que, desde la perspectiva del EOS el MCH permite representar de manera gráfica (representación ostensiva) el sistema de prácticas operativas y discursivas que realiza un sujeto (experto o novato) cuando se le plantea la tarea de resolver una situación física problematizada, concretamente de cinemática.

La mejor forma de explicar la interpretación del MCH desde el EOS es a través de un ejemplo que ilustra el proceso de construcción del MCH a partir de la producción de un docente al que se le plantea la tarea de resolver un problema físico concreto (Moreno, Zuñiga & Tovar, 2018), a saber: Una bala se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de $50m$. A la bala se le imprime una velocidad inicial de $10m/s$ a un ángulo de 60° sobre la horizontal. Determine (a) ¿Cuánto tardará la bala en golpear el suelo? y (b) ¿A qué distancia horizontal la bala golpea el suelo?

La solución que propone el docente al problema se presenta en la Figura 3.4.1. Se solicitó al docente escribir todos los argumentos que justifican el proceso de solución. A partir de la producción del docente es posible identificar los siguientes Objetos Físico Matemáticos Primarios señalados por el EOS:

- **Lenguaje:** donde intervienen símbolos (h , x , y_i, y_f , g , entre otros), expresiones algebraicas ($y_f = y_i + v_i t + \frac{gt^2}{2}$, $-4.9t^2 + 8.66t + 50 = 0$, $v_x = \frac{x}{t}$), iconos (una curva que se refiere a la trayectoria parabólica de la bala), índices (palabras como posición, velocidad, tiempo de vuelo, alcance horizontal, etc.), representación pictórica (dibujo de un edificio y la tierra), representación esquemática (plano cartesiano con ejes $+x$ e $+y$).

- **Conceptos:** que pueden ser de tipo físico (posición, velocidad, aceleración debida a la gravedad, tiempo, tiro parabólico, entre otros) o matemático (sustitución, ecuación cuadrática, solución de una ecuación, entre otros).
- **Propiedades:** se refiere a la (i) descomposición de la velocidad inicial $v_o = 10m/s$ en dos componentes, en la dirección “x” como $v_{x0} = 10\cos(60)$ y en la dirección “y” como $v_{y0} = 10\sin(60)$; (ii) la bala experimenta aceleración “g” en la dirección “y” por lo que se emplea $y_f = y_i + v_i t + \frac{gt^2}{2}$; (iii) la bala no experimenta aceleración en la dirección “x” por lo que se emplea $v_x = \frac{x}{t}$.
- **Procedimiento:** donde (i) se interpreta el problema a través del planteamiento de algunos supuestos (la bala se considera partícula, el movimiento es bidimensional), la descripción de las condiciones inicial y final desde el borde de la azotea, así como también la descomposición de la velocidad inicial en sus componentes; (ii) se determina el tiempo de vuelo mediante la expresión $y_f = y_i + v_i t + \frac{gt^2}{2}$, y al sustituir las condiciones iniciales de posición y velocidad se obtiene la ecuación $-4.9t^2 + 8.66t + 50 = 0$, de donde se obtiene la solución física $t = 4.2s$, y (iii) se determina el alcance horizontal mediante la expresión $v_x = \frac{x}{t}$, donde, al sustituir el tiempo de vuelo y la velocidad horizontal constante, se obtiene $x = 21m$.

- **Argumentos:** La resolución del problema se justifica al considerar que (i) el movimiento de la bala es parabólico y se considera bidimensional; (ii) se emplea el borde de la azotea como punto de partida $x_i = 0$ e $y_i = 0$; (iii) se considera marco de referencia con origen en el borde de la azotea y con eje $+x$ hacia la derecha y eje $+y$ hacia arriba, (iv) La aceleración de la gravedad tiene signo negativo y la bala golpea al suelo en $y_f = -50m$; (v) el movimiento de la bala está descrito por $v_x = \frac{x}{t}$ y $y_f = y_i + v_i t + \frac{gt^2}{2}$; (vi) el tiempo de vuelo es 4.2s y su alcance es 21m.

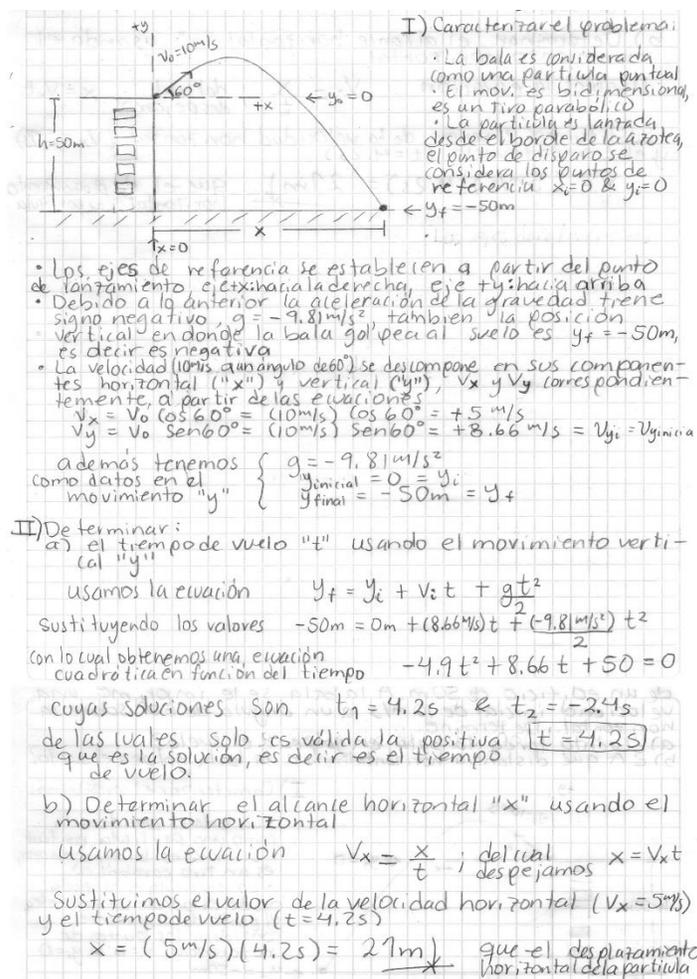


Figura 3.4.1. Producción de un docente en la resolución de un problema de tiro parabólico (Moreno, Zuñiga, & Tovar, 2018).

Con base en los OFMP anteriores, la elaboración del MCH considera inicialmente la identificación de cada una de las prácticas que integran el sistema de prácticas, y posteriormente, la manera en que se organizan los objetos primarios en cada práctica a través del establecimiento de una red de funciones semióticas. En la Figura 3.4.1 se ilustra el MCH elaborado, al cual se le

han agregado algunas anotaciones (A, A1, A2,...; B, B1, B2,...; C, F y E son algunas) con objeto de facilitar su descripción.

Para construir el MCH podemos auxiliarnos del objeto procedimiento, en el que es posible advertir la realización de tres prácticas diferenciadas:

Práctica 1, características del problema: es una práctica discursiva que, por un lado, da evidencia de la interpretación que el sujeto realiza del texto en el que se describe el problema, y por otro lado, muestra la manera en la que el sujeto relaciona su conocimiento previo, acerca del tiro parabólico, con la información nueva que el texto le provee, ver A el MCH de la Figura 3.4.1.

Esta práctica tiene una representación ostensiva característica de un mapa conceptual, en el sentido de que muestra una organización jerárquica de conceptos (conceptos A1, A2, A3,..., A22). Por un lado, muestra la interpretación del texto que describe el problema, por ejemplo, interpreta el movimiento de la bala como el movimiento bidimensional de una partícula (A1 hasta A4), interpreta el lanzamiento de la bala desde el borde de la azotea como el disparo de una partícula desde un punto de referencia (argumento A2-A5-A6-A15-A16-A17 o A18), interpreta la llegada de la bala al suelo (argumento A2-A5-A6-A14), identifica los datos útiles para resolver el problema tales como el ángulo de disparo (A11), la altura del edificio (A14) y la velocidad inicial (A7). Del texto también interpreta que requiere la realización de una práctica que le permita calcular el tiempo de vuelo (B) y el alcance (C).

Por otro lado, considera los conocimientos previos del sujeto mediante el uso de conceptos y propiedades que no se señalan en el texto del problema, por ejemplo, se consideran los conceptos de partícula (A2), marco de referencia (A20, A16) y la descomposición de la velocidad inicial en dos componentes (A7-A8 y A12), descomposición del movimiento parabólico (B1 y C1).

A14 o A18), los cuales son procesados mediante el empleo de la propiedad B1 desde B2 hasta obtener los resultados B4 y B6.

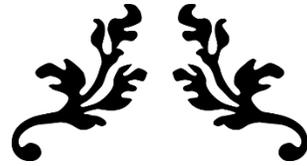
Por último, se lleva a cabo un proceso de significación que consiste en establecer una función semiótica entre la solución positiva de la ecuación cuadrática (B6) con el tiempo de vuelo (B7), pues un tiempo negativo no tendría significado físico B4-B5.

Práctica 3, determinar la distancia horizontal recorrida: Es una práctica operativa C, ver la Figura 3.4.1, que involucra al objeto primario procedimiento. Se representa mediante un proceso en la que participan los datos de entrada A9, A17 y B7, el objeto propiedad mediante C1 y el tratamiento matemático C2-C3. El sujeto realiza el proceso de significación mediante una función semiótica que relaciona el resultado numérico en C3 con el concepto de desplazamiento horizontal.

Cabe hacer la acotación de que el objeto primario procedimiento no es el sistema de prácticas, más bien el objeto procedimiento se ha empleado como apoyo para identificar al sistema de prácticas, el cual es un constructo más que complejo y que involucra a la organización de los objetos primarios: lenguaje, conceptos propiedades, argumentos y procedimiento.

Además de los significados que se establecen mediante la red de funciones semióticas que se representa en el MCH, el sujeto también asocia un significado a la noción de tiro parabólico a través del sistema de prácticas conformado por la interrelación de las prácticas A, B y C (Figura 3.4.2). En este sentido, el MCH representa de manera gráfica a la configuración de objetos físico matemáticos primarios que son activados durante la resolución del problema.

Tomando en cuenta la dualidad personal/institucional, el MCH de la Figura 3.4.1 puede interpretarse como un MCH epistémico o institucional, puesto que se encuentra asociado a la producción de un docente. En cambio, si el MCH estuviese asociado a la producción de un estudiante, este podría llamarse MCH cognitivo o personal. El MCH de la Figura 3.4.1 no es único, de hecho, podrían elaborarse otros MCH's epistémicos a partir de la producción de otros docentes, sin embargo, teóricamente no se presentarían diferencias significativas en torno a la interpretación u organización conceptual, pues se trataría de representaciones del saber institucional escolar.



Capítulo IV

METODOLOGÍA



En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos de la investigación. De primera instancia se describe el tipo de metodología a emplear en la investigación, posteriormente se describe la población y muestra seleccionadas, por último se presenta el diseño metodológico de la investigación y las diferentes fases desarrolladas.

La perspectiva metodológica que se ha seguido en esta investigación ha sido mixta, es decir, se utilizaron tanto elementos de la metodología cualitativa como de la metodología cuantitativa, las cuales son descritas en las siguientes subsecciones.

4.1. Metodología cualitativa

Se tiene que la investigación cualitativa se emplea cuando se tiene una realidad que es subjetiva y múltiple, en ella, el investigador está inmerso en el contexto de interacción que desea investigar, se asume que sus valores forman parte del proceso de conocimiento y reflexiona acerca de ello (reflexividad), realizando un énfasis mayor en aspectos epistemológicos. En general, las investigaciones cualitativas enfatizan la discusión del paradigma y los principios que sustentan la posición metodológica (Sautu, Boniolo, Dalle & Elbert, 2005).

Bajo la perspectiva de la metodología cualitativa se pretende comprender la experiencia, los factores que inciden en proceso de enseñanza-aprendizaje de nociones físicas en alumnos de semestre propedéutico de la Facultad de Ingeniería, considerando para ello, que la realidad se construye por los individuos en interacción con su mundo social.

Merriam (1998) sugiere que en la investigación educativa prevalecen cinco tipos de investigación cualitativa: estudios cualitativos básicos o genéricos, etnografía, fenomenología, teoría fundamentada y estudio de casos.

Consideramos necesario describir en qué consiste este último tipo de investigación cualitativa, el estudio de casos, ya que fue el utilizado en la investigación.

4.1.1. Estudio de casos

Los estudios de caso son descripciones y análisis intensivos de unidades simples o de sistemas delimitados tales como un individuo, un programa, un acontecimiento, un grupo, una intervención o una comunidad. El estudio de casos se utiliza para obtener una comprensión a

profundidad de una situación y de su significado para los implicados. El interés se pone en el proceso más que en el producto, en el contexto más que en la variante específica, en el descubrimiento más que en la confirmación.

El estudio de casos tiene como características esenciales que es: particularista es decir, se enfoca en una situación, acontecimiento o fenómeno particular, descriptivo ya que el producto final es una descripción rica y densa del fenómeno bajo estudio y heurístico dado que ilumina al investigador en la comprensión del fenómeno bajo estudio y puede dar lugar al descubrimiento de nuevos significados, ampliar la experiencia del investigador o reafirmar lo que ya sabe.

Dependiendo de la orientación disciplinar o de la intención general del estudio, el estudio de casos puede ser de diversos tipos: etnográficos, históricos, psicológicos y sociológicos (Merriam, 1998).

De igual manera tomando en cuenta la intención general del estudio, los estudios de casos pueden ser descriptivos, interpretativos y evaluativos.

En el caso de nuestra investigación, el estudio de caso fue de tipo etnográfico ya que se enfocó en la cultura de una escuela, un grupo de estudiantes y el contexto de una clase. También fue considerada como un estudio de caso descriptivo dado que se explica detalladamente el fenómeno bajo estudio, interpretativo ya que se llevó a cabo una descripción rica y densa, y estos datos descriptivos fueron utilizados para desarrollar categorías conceptuales, para ilustrar y apoyar supuestos teóricos (EOS) sostenidos con anterioridad a la recopilación de datos.

4.1.2 Diseño metodológico de la investigación cualitativa

De manera general, en la recogida de datos fueron utilizados diversos métodos, como son: Métodos etnográficos a través de análisis a documentos como programas analíticos de la materia de Introducción a la Física y libros de textos utilizados con mayor frecuencia por los docentes que imparten dicha materia.

Además de la revisión de textos, otro método etnográfico utilizado fue la observación participante (Erickson, 1989) ya que esta permite la interacción social entre el investigador y los informantes (en este caso los alumnos del grupo 012 del semestre propedéutico), y durante la cual

se recogen datos de modo sistemático mediante diarios de campo y las hojas de trabajo (predicción y resultados) utilizadas en las sesiones.

4.2 Metodología cuantitativa

Por otra parte la investigación cuantitativa recoge y analiza datos sobre variables y estudia las propiedades y fenómenos cuantitativos. Sus objetivos son cuantitativos. Entre las técnicas de análisis de esta técnica se tiene: análisis descriptivo análisis exploratorio, inferencial multivariado, los tipos de investigación cuantitativa son: experimentales; en donde el investigador tiene control de la variable independiente, cuasiexperimentales en las cuales la formación de los grupos carece de azar e investigaciones no experimentales; en las cuales el investigador no tiene control de la variable independiente (Briones, 1996).

La parte cuantitativa de la presente investigación corresponde al grado de corrección de las respuestas de los estudiantes a las variantes, todo lo que tiene que ver con datos numéricos, por ejemplo, el número de alumnos que respondieron bien cierta variante, los aciertos por cada objeto en los diferentes problemas o las calificaciones obtenidas por ambos grupos en el examen final.

4.3 Población

Cada año son alrededor de 2000 los aspirantes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, las carreras que ofrece dicha Facultad son 14, entre las cuales se encuentran: Ing. Civil, Ing. Ambiental, Ing. Mecánico Administrador, Ing. Topología y Construcción, Ing. Computación, por mencionar algunas. Los aspirantes realizan un examen de admisión cuyos resultados determinan si el alumno cumple con el perfil de ingreso o no. Sin embargo, como institucionalmente el número de lugares disponibles en todas las carreras debe ser ocupado por algún aspirante, se presenta la situación en la cual son admitidos estudiantes cuyas calificaciones son reprobatorias, lo cual conlleva a una problemática de bajo desempeño académico en los primeros semestres aunados a altos índices de reprobación en estos mismos.

En el año 2017 fueron 1805 los aspirantes a las diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería, de los cuales fueron aceptados 1100 (Facultad de Ingeniería, 2017), sin embargo el 54.5% de los alumnos aceptados no aprobaron el examen de conocimientos, pues se encontraban en un rango menor a 6 de promedio en su examen de admisión. Los alumnos que se encontraban

dentro de ese rango fueron aceptados en el llamado “Semestre Propedéutico” con la condición de que deben que aprobar las materias de Álgebra, Cálculo, Química e Introducción a la física, impartidas durante el periodo de agosto- diciembre de 2017 para poder ingresar definitivamente a la facultad.

El 54.5% corresponde a aproximadamente 600 alumnos que fueron aceptados en el Semestre Propedéutico, los cuales a su vez, fueron divididos en 24 grupos de alrededor de 25 alumnos cada uno. Todos los grupos deben cursar las mismas 4 materias: Álgebra, Cálculo, Química e Introducción a la física, esta última en donde es visto el tema de interés de la presente investigación.

De los 24 grupos mencionados fueron seleccionados para el presente estudio los grupos 012 como grupo experimental y el grupo 014 como grupo control, ambos grupos cursan la materia de Introducción a la Física con el mismo profesor, las sesiones de lunes a viernes con una duración de 1 hora.

Los grupos tienen características similares, están conformados por alumnos que se encuentran en un mismo rango en promedio en el examen de admisión (distribución que fue hecha por la institución al momento de realizar los grupos de semestre propedéutico), además son grupos heterogéneos, ya que encontramos estudiantes de todas las carreras de la facultad, la cantidad de hombres y mujeres por grupo es similar, el rango de edad de ambos grupos es de entre 17 y 20 años.

Cabe mencionar que es el primer año que la Facultad de Ingeniería brinda esta modalidad a los aspirantes que se encontraban dentro de ese rango. La finalidad del Semestre Propedéutico es afinar las capacidades y conocimientos de los aspirantes a una carrera con el fin de que puedan cumplir con los requisitos del perfil de ingreso que se plantea en el plan de estudios de las diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería. La intención es ayudar a mejorar significativamente el nivel de conocimientos y actitudes detectando los puntos débiles y usando técnicas efectivas para reaprender de manera independiente y poder competir con más seguridad.

4.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación consta de 6 fases: *Selección de problemas, Diseño de mapas, Elaboración de instrumentos de trabajo, Implementación, Procesamiento de datos y Análisis de datos desde el EOS, las cuales son representadas en la Figura. 4.1.*

A continuación se describe cada una de las fases del esquema (Figura 4.1).

4.3.1 Selección de los problemas

Se realizó una revisión en libros de texto de física de nivel superior para seleccionar los problemas que involucran al contenido a ser enseñado, en nuestro caso el tema de tiro parabólico. Se seleccionaron problemas “prototipo” comunes entre los libros y con diferente grado de dificultad.

A partir de la revisión bibliográfica descrita en el capítulo II, y tomando como referencia los libros de textos sugeridos en el Programa Analítico de la materia de Introducción a la Física, se seleccionaron problemas de los temas de Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) y Tiro Parabólico.

Por cada tema se seleccionaron de 5 a 8 problemas con diferente grado de dificultad, los cuales fueron presentados y resueltos en ambos grupos (control y experimental). En el grupo control todos los problemas fueron resueltos de manera tradicional en el pizarrón, exposición en plenaria por parte del profesor, mientras que en el grupo experimental los problemas de cada tema fueron resueltos y explicados mediante los MCH.

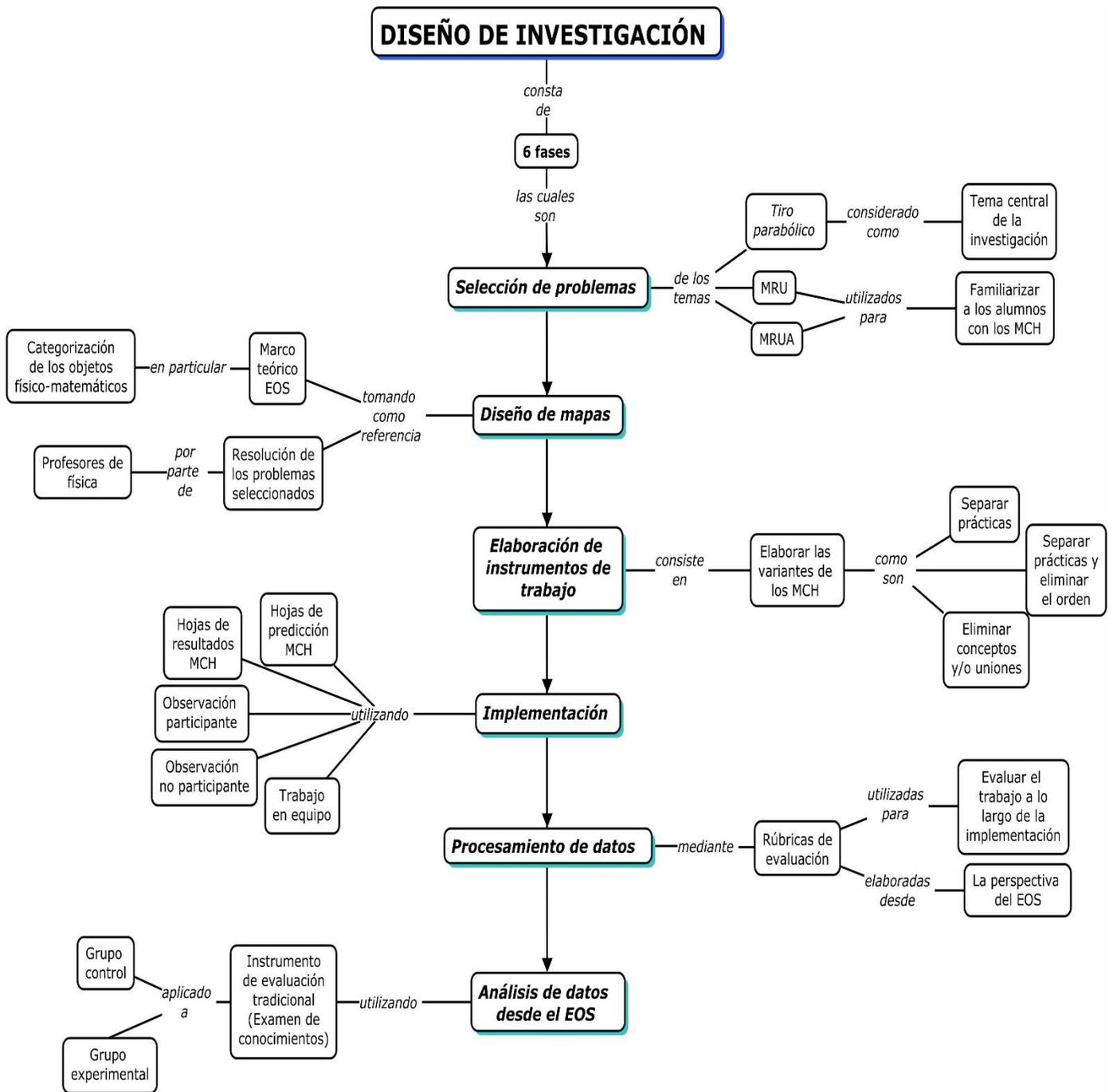


Figura 4.1 Diseño de investigación

Los problemas de los temas de MRU y MRUA fueron seleccionados de la sección de problemas que se encuentra al final del capítulo 2 de los libros de: Resnick, Halliday & Krane, (1993), Serway & Jewett, (2005) y el libro de Tipler & Mosca (2005). Cabe señalar que tanto los problemas de MRU como de MRUA fueron utilizados con objeto de familiarizar a los estudiantes con el trabajo con los MCH's en las sesiones de clase. Para los dos primeros libros mencionados los problemas de Tiro Parabólico fueron seleccionados de la sección de problemas ubicada al final del capítulo 4, mientras que para el último libro mencionado fueron seleccionados de la sección de ejercicios presentada al final del capítulo 3.

Una vez que fueron seleccionados los problemas, éstos fueron modificados en redacción o en sus componentes con objeto de presentar a los estudiantes una descripción textual de situaciones físicas que no les cause confusión, por ejemplo, se trató de evitar el planteamiento de problemas que se apoyan en situaciones físicas que no forman parte de la experiencia del alumno (e.g. el lanzamiento de un paquete desde un avión, el lanzamiento de un misil desde un tanque de guerra, el movimiento de una bala disparada por arma de fuego, entre otros).

De este modo, en los casos que fueron requeridos, se realizaron cambios en: los sujetos u objetos que participan en la situación, el contexto en el que ocurre el evento físico, en las magnitudes de los datos que se proporcionan, o bien, prescindir del cálculo de la magnitud de alguna cantidad física en el caso de problemas que poseen más de un inciso.

En el caso concreto que abordamos en este trabajo, un ejemplo es el problema de tiro parabólico problema 91 que se encuentra en el capítulo 3 del libro de física de nivel universitario de Tipler & Mosca (2005, pág. 76), el problema original en dicho libro establece “Una bala de cañón se dispara con una velocidad inicial de 42.2 m/s desde una altura de 40 m y con un ángulo de 30° por encima de la horizontal. Encontrar el alcance de la bala”. La modificación realizada consistió en cambiar los valores numéricos de la velocidad inicial, el ángulo del disparo y la altura, en ésta última además se contextualiza dicha altura al relacionarla con el techo de un edificio; determinar el alcance de la bala se usa como inciso (b) del problema y se adiciona un inciso (a) que es el determinar el tiempo total o tiempo de vuelo. La razón para agregar el inciso (a), es debido a que didácticamente facilita la resolución del problema, ya que para encontrar el alcance horizontal de la bala es necesario calcular primero el tiempo de vuelo, por lo cual al agregar el inciso (a) se guía al individuo en el procedimiento correcto. Otros problemas similares al problema prototipo

sugerido se pueden encontrar en los libros de física de nivel universitario como: el problema 15 del capítulo 4 del libro física de Serway & Jewett (2005) o el problema 37 del capítulo 4 en el libro física Vol. 1 de Resnick, Halliday & Krane (1993).

Los problemas seleccionados de los temas de MRU, MRUA y Tiro parabólico pueden ser consultados en el anexo A.

Cabe señalar que pueden emplearse otros criterios de selección de problemas, dependiendo de la habilidad que el profesor desee que los estudiantes desarrollen. Por ejemplo, otra forma sería seleccionar problemas en los que se haga énfasis en la optimización de alguna cantidad física. La propuesta de emplear el MCH desde la perspectiva del EOS podría ser de gran utilidad independientemente de los objetivos de enseñanza que persigan.

4.3.2 Diseño de Mapas Conceptuales Híbridos

En la investigación que estamos desarrollando acerca de la interpretación del MCH desde el EOS (MCH-EOS) no se ha podido precisar cierto conjunto de reglas para la elaboración del MCH, más bien, consideramos que la construcción de dichos mapas se encuentra guiada por los elementos teóricos del EOS de manera heurística (Moreno, Zuñiga, & Tovar, 2018 en prensa). De hecho, cabe señalar que la representación del Mapa Conceptual (Cañas & Novak, 2010), de la que proviene la representación del MCH, también es elaborada de manera heurística.

En este sentido, la elaboración del MCH-EOS se apoya en la producción que realiza un experto al resolver un problema de la física escolar. En dicha producción aparecen de manera ostensiva el conjunto de objetos físico matemáticos primarios (lenguaje, conceptos, propiedades, argumentos y procedimiento), los cuales se organizan en prácticas operativas y discursivas que se interrelacionan para dar lugar al sistema de prácticas que expresa el significado que el sujeto asocia a la noción física que es esencial para la resolución del problema. Cabe señalar que el MCH-EOS elaborado no es único, ya que puede ser tanto epistémico o cognitivo, según si el mapa se encuentra asociado a la producción de un docente experto o a la de un estudiante.

En la elaboración del MCH-EOS hay que tomar en cuenta todos OFMP. En particular, es importante no prescindir del objeto primario argumento.

Contrario a la práctica de resolución de un problema físico por parte del estudiante, que considera los datos numéricos y busca por cualquier medio la aplicación de alguna fórmula que le permita obtener algún resultado numérico, la estructura del MCH-EOS epistémico revela una interrelación de prácticas muy peculiar, se trata de un sistema de prácticas que inicia con una práctica orientada hacia la interpretación física de la situación problematizada que se describe en el texto, y las otras prácticas, esencialmente orientadas hacia el tratamiento físico matemático del problema. Como se ha señalado con anterioridad, una manera de identificar las prácticas que constituyen al sistema de prácticas puede ser a través del objeto primario procedimiento.

Cabe mencionar que para la elaboración de los MCH, se hizo uso del software de acceso libre Cmaptools (Educ.ar, 2012), sin embargo dicho software fué diseñado para elaborar mapas conceptuales en donde no se privilegia el tratamiento matemático. Por ésta razón, es necesario realizar algunos “trucos” para elaborar mapas conceptuales híbridos tales como generar las expresiones algebraicas por separado y superponerla con el concepto correspondiente aplicando la función de transparencia del objeto, entre otros aspectos.

4.3.3 Elaboración de instrumentos de trabajo

A partir del MCH epistémico descrito en la sección anterior, se elaboraron tres variantes de los mismos, las cuales son planteadas como actividades que pueden ser utilizadas en un grupo experimental, es decir que sean actividades desarrolladas por los estudiantes. Dichas variantes son: i) Eliminar algunos conceptos de MCH que representan al sistema de prácticas. ii) Separar el sistema de prácticas en sus principales prácticas constituyentes y luego eliminar algunos conceptos de las prácticas. iii) Separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y luego eliminar la organización de conceptos de cada práctica, simulando de esta manera un rompecabezas, así como eliminar algunos conceptos dentro de las mismas. Las características y finalidades de cada una de ellas se describen en el capítulo V.

4.4 Tratamiento de los resultados.

Los resultados obtenidos en las hojas de trabajo (predicción y resultados) a lo largo de la implementación tanto con los temas de introducción MRU y MRUA como los de Tiro parabólico, fueron utilizados para caracterizar la metodología, es decir, para identificar por ejemplo: dificultades que presentaron los alumnos al momento de trabajar con los mapas, si fue más

productivo trabajar de manera grupal que individual o viceversa, si es necesario o benéfico trabajar con todas las variantes ya sea por cuestión de tiempo (duración de actividad) o bien si es en equipo que sea sólo un alumno quien realice el trabajo, así el impacto del trabajo con los MCH's en los alumnos por trabajar con una hoja de predicciones y una hoja de resultados y si es necesario utilizar las dos hojas durante toda la implementación.

4.5 Análisis de datos, desde la perspectiva del EOS

A partir de los datos obtenidos durante la implementación a través de las hojas de trabajo y el examen tradicional se realiza un análisis de los mismos desde la perspectiva del EOS tomando elementos del mismo como lo son los OFMP, la perspectiva dual Institucional-Personal, la noción de significado, por mencionar algunos.



Capítulo V

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN



En este capítulo se presentan los instrumentos que fueron utilizados para la recolección de datos durante la implementación y los instrumentos utilizados para la evaluación de los mismos.

Los instrumentos fueron utilizados en dos etapas distintas, en la primera de ellas fueron utilizados los MCH y sus variantes descritos en el capítulo anterior como instrumentos de evaluación para examinar únicamente al grupo experimental. Para la segunda fase fue utilizado como instrumento de evaluación un examen tradicional del tema de nuestro interés (tiro parabólico) donde fueron analizados tanto el grupo experimental como el grupo control.

5.1 Fase 1: Instrumentos de evaluación para grupo experimental

Para la evaluación del progreso de los alumnos del grupo experimental a lo largo de la implementación fueron utilizadas las diferentes variantes de los MCH las cuales fueron diseñadas tomando como referencia el Enfoque Ontosemiótico. Cada una de las variantes evalúa objetos físico-matemáticos como lo son el lenguaje, conceptos, propiedades, procedimientos y argumentos, los cuales están comprendidos en el sistema de prácticas del MCH.

Las variantes de cada uno de los mapas fueron elegidas con base en el grado de dificultad de cada uno de los problemas, por ejemplo si el grado de complejidad de un problema de era bajo, se utilizaba la variante i), por otro lado si el grado de dificultad era elevado se utilizaba la variante iii).

A continuación se describen las finalidades de cada una de ellas mediante un ejemplo a partir del MCH presentado en la sección 3.4. (Figura 3.4.2).

Las variantes son las siguientes:

- *i) Eliminar conceptos y uniones del MCH que representa al sistema de prácticas.*

La variante i) consiste en eliminar conceptos clave en cada una de las prácticas constituyentes del MCH así como fórmulas (ecuaciones) y uniones (flechas) entre las mismas. Dicha variante fue aplicada de manera individual a los alumnos del grupo experimental, y tenía como finalidad evaluar el uso de conceptos, propiedades y argumentos que resultaban más significativos para los alumnos. Se estimó como tiempo de aplicación para ésta variante un lapso de entre 10 y 15 minutos

dependiendo del número de incisos en el problema. Un ejemplo de esta variante se muestra en la Figura 5.2.

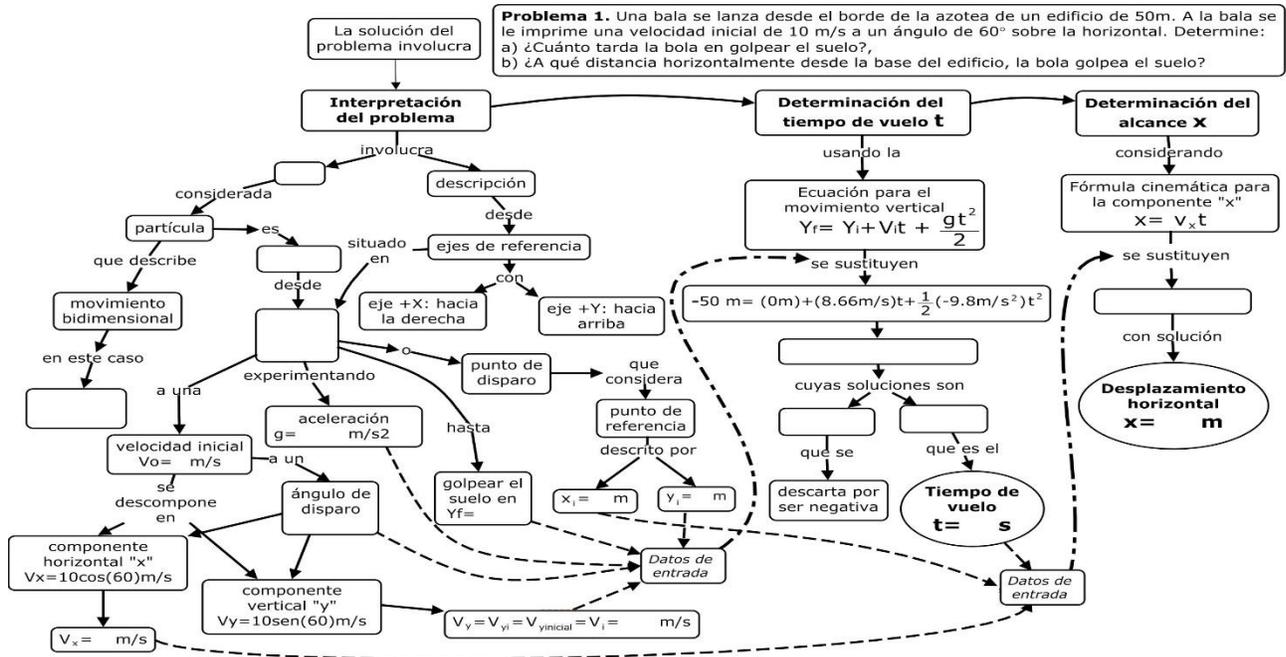
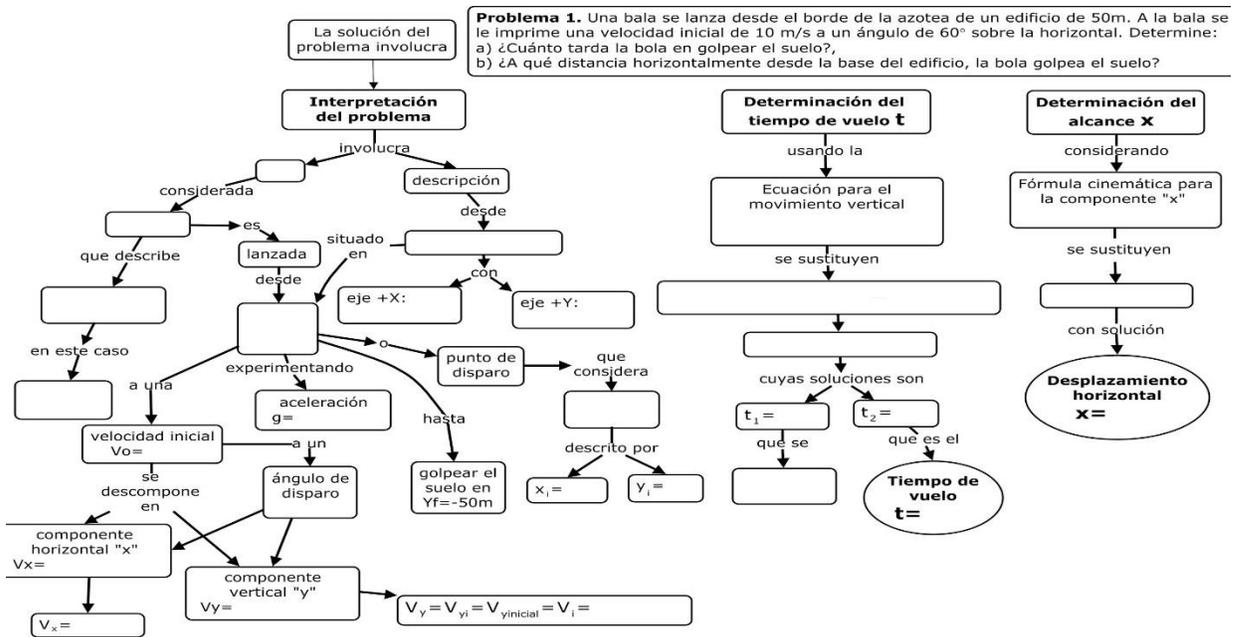


Figura 5.2 Variante i) del MCH consiste en eliminar algunos conceptos de cada práctica.

- ii) Separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y luego eliminar algunos conceptos de las prácticas constituyentes.

La variante ii) fue aplicada de manera individual a los alumnos del grupo experimental, y tenía como finalidad evaluar los aspectos de conceptos, propiedades argumentos y procedimientos con los que los alumnos contaban al momento de abordar el problema. Esta variante es muy parecida a la versión (i) pero evalúa también otros aspectos procedimentales, el orden, relación y las etapas del proceso de resolución que los alumnos toman en cuenta. Dependerá de lo que cada docente quiera evaluar para la elección de la variante (i) o (ii). Se estimó como tiempo de aplicación para esta variante un lapso de entre 15 y 20 minutos. Un ejemplo de esta variante se muestra en la Figura 5.3.



5.3. Variante ii) del MCH consiste en separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes, algunos conceptos de las prácticas constituyentes también pueden ser eliminados

- iii) Separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y luego eliminar la organización de conceptos de cada práctica, simulando de esta manera un rompecabezas.

Esta variante es muy semejante a construir un rompecabezas, consiste en presentar las diferentes partes o prácticas que conforman la solución de un problema en piezas separadas, que los estudiantes deberán unir y completar para así armar el MCH correctamente.

La variante iii) fue aplicada de manera grupal, tres integrantes por equipo, esto con la intención de que todos los miembros participen de manera equitativa en la elaboración de la actividad. Cabe mencionar que para el correcto desarrollo de la actividad, se entregó el material listo, es decir, se recortaron previamente las piezas del rompecabezas (que son las diferentes partes del MCH) para que así los alumnos no inviertan tiempo en recortarlas y se dedicaran exclusivamente a construir el MCH.

Dicha variante tiene como finalidad evaluar todos los OFMP que intervienen en el MCH (conceptos, lenguaje, propiedades, procedimientos y argumentos), con este tipo de variante se pretende además fomentar el trabajo en equipo y con ello aumentar el proceso de análisis y

reflexión en los miembros del mismo. Para su aplicación el tiempo estimado fue de entre 25 y 30 minutos. Un ejemplo de esta variante se muestra en la Figura 5.4.

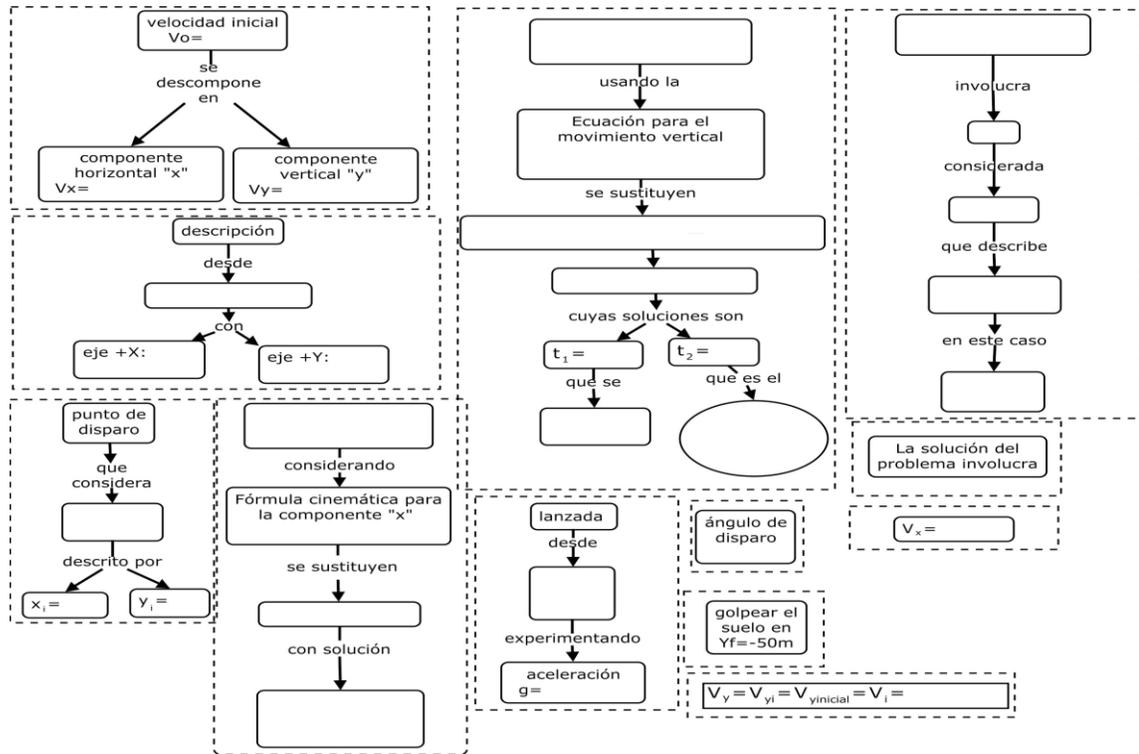


Figura 5.4. En la variante (iii) del MCH se convierte al mapa en un “rompecabezas”, consiste en separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes, luego eliminar la organización de conceptos de cada práctica simulando de esta manera un rompecabezas.

5.1.1 Rúbrica de evaluación para las variantes del MCH institucional

Finalmente para la evaluación de los MCH de las variantes i), ii), iii) y el mapa que elaboraron los alumnos, fue utilizada la siguiente rúbrica:

OBJETO FÍSICO- MATEMÁTICO PRIMARIO	Criterio de evaluación	Total de aciertos				
		P2	P3	P4	P5.1 y P5.2	P6
LENGUAJE	<p>Se considera como lenguaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> El dibujo o esquema realizado por el alumno que representa o simula la situación del problema. Todos los rectángulos u óvalos que se encuentran sombreados con azul. 	18	23	23	25	33
CONCEPTOS	Son considerados como conceptos enunciados mediante definiciones o descripciones como pueden ser de tipo físico (posición, marco de referencia, partícula, tiempo, tiro parabólico, entre otros) o matemático (sustitución, ecuación cuadrática, solución de una ecuación, entre otros).	4	7	4	4	7
PROCESOS	Son considerados como procesos las tareas matemáticas mediante operaciones (suma, resta, etc), algoritmos, técnicas de cálculo, sustituir las condiciones iniciales de posición y velocidad se obtiene la ecuación, etc.	12	14	13	19	11
PROPIEDADES	<p>Son consideradas como propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> La descomposición de la velocidad inicial en dos componentes, en la dirección “x” como $v_{x0} = v_i \cos(\theta)$ en la dirección “y” como $v_{y0} = v_i \sin(\theta)$ La bala experimenta aceleración “g” en la dirección “y” por lo que se emplea $v_f = y_i + v_i t + \frac{1}{2}(gt^2)$ La bala no experimenta aceleración en la dirección “x” por lo que se emplea $v_x = xt$ 	1	3	2	4	3
ARGUMENTOS	Son considerados como argumentos las rutas de lectura (proposiciones) que conectan al menos, dos conceptos en el MCH que justifican la resolución del problema. Por ejemplo la resolución del problema se justifica al considerar que el movimiento de la bala es parabólico y se considera bidimensional.	5	5	4	5	4

Tabla 6.1 Instrumento de evaluación para los MCH elaborados por los alumnos en clase variantes i) y ii).

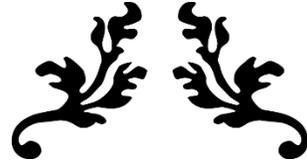
En la primera columna se especifican los OFMP que señala el EOS, los cuales intervienen en la resolución de problemas. La segunda columna corresponde al criterio con el que es evaluado el OFMP, es decir, los elementos o aspectos que te permitieron distinguir a cada uno de los objetos en los mapas de los alumnos, tomando como referencia el MCH institucional y las características del mismo, las demás columnas corresponden a los aciertos para cada problema.

5.2 Fase 2: Instrumento de evaluación para grupo experimental y grupo control

La fase 2 consistió en la aplicación de un examen tradicional del tema de tiro parabólico (anexo B) a ambos grupos (experimental y control), el examen estaba conformado por dos problemas de diferente grado de dificultad. Los problemas del examen fueron los siguientes:

- Una bala se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 30 m de altura. A la bala se le imprime una velocidad inicial de 30 m/s a un ángulo de 40° sobre la horizontal. Determine: a) ¿Cuánto tarda la bola en golpear el suelo? b) ¿A qué distancia horizontalmente y desde la base del edificio la bola golpea el suelo?
- Un portero despeja el balón desde el césped a una velocidad de 22 m/s. Si la pelota sale del suelo con un ángulo de 30° y cae sobre el campo sin que antes lo toque ningún jugador. Calcular: a) Tiempo en que la pelota estará en el aire, b) La altura máxima que alcanza el balón y c) La distancia horizontal que recorre el balón, medida desde el portero hasta el punto donde caerá en el campo.

La evaluación fue realizada por el docente encargado de los dos grupos: experimental y control, en la cual se encontraba como observador el investigador. El examen fue evaluado con calificación que va de 0 a 10 y bajo los criterios del docente a cargo, los resultados obtenidos fueron utilizados para medir el impacto global de la metodología implementada.



Capítulo VI

IMPLEMENTACIÓN



El presente capítulo describe de manera detallada las observaciones y resultados obtenidos en la implementación de la metodología.

Se trabajó de manera conjunta con el docente encargado de impartir la materia de Introducción a la Física durante el periodo agosto-diciembre de 2017. La materia era impartida de lunes a viernes a los grupos 012 (grupo experimental) con horario de clase de 16:00 a 17:00 horas y 014 (grupo control) con horario de clase de 17:00 a 18:00 hrs. La dinámica en ambos grupos fue la siguiente:

- Grupo control:

Las sesiones de clase fueron llevadas a cabo de manera tradicional (Clase Magistral), se explicaba la teoría de cada tema y posteriormente se resolvían problemas de manera habitual en el pizarrón. Cabe mencionar que en ningún momento fueron utilizados los MCH para la explicación o resolución de ningún problema.

La forma de evaluación para el tema de Tiro Parabólico (tema central la presente investigación) consistió en dar un porcentaje del 50 % al examen tradicional y 50 % a tareas y trabajo en el aula.

- Grupo experimental:

Las sesiones de clase fueron separadas en dos categorías: sesiones teóricas y sesiones prácticas. En las sesiones teóricas el docente presentó a los alumnos la parte teórica de cada uno de los temas (MRU, MRUA y Tiro parabólico) de manera tradicional, dedicando para ello de dos a cuatro clases según la dificultad de cada tema.

Después de concluir la parte teórica eran destinadas de 3 a 5 sesiones para la parte práctica del tema, en la cual se realizaban una serie de ejercicios y problemas relacionados con los temas (MRU, MRUA y Tiro parabólico), para ello fueron utilizados los MCH y las variantes de los mismos. El trabajo por parte de los alumnos en las sesiones prácticas fue de primera instancia individual y posteriormente colaborativo.

Cabe mencionar que no todos los problemas propuestos en las sesiones prácticas eran resueltos por medio de los mapas, sino que después de resolver 3 o 4 problemas con los MCH, el

docente planteó a los alumnos un par de ejercicios más, los cuales debían de ser resueltos de manera tradicional en el pizarrón.

Lo anterior con la finalidad de acostumbrar y mantener en la mente en los alumnos del grupo experimental esa forma de resolución ya que la evaluación final utilizada para la comparación con el grupo control se utilizó en ambos grupos el mismo examen y la resolución de dicho examen, no implicó el uso de los MCH necesariamente.

La forma de evaluación para el tema de Tiro Parabólico en el grupo experimental fue la siguiente:

- 50% Tareas y trabajo en clase.
 - 30 % tareas
 - 20 % trabajo en clase (Actividades con variantes de los MCH)
- 50 % Examen
 - 30 % Examen tradicional
 - 20 % Elaboración de un MCH de la resolución de un problema (Individual)

La implementación de los mapas conceptuales en el grupo experimental se dividió en dos fases, la primera de ellas consistió en la introducción de los MCH en la materia de Introducción a la Física, utilizando para ello los temas de MRU y MRUA, mientras que en la segunda fase de la implementación se trabajó con los MCH en el tema de Tiro Parabólico.

6.1 Fase 1 de implementación: Introducción a los mapas conceptuales híbridos

Antes de iniciar los temas de MRU y MRUA con el grupo experimental, se realizó una clase de introducción, de principio se describió un mapa conceptual de la Mecánica con finalidad de recordar a los alumnos la estructura y características de un mapa conceptual, a continuación se solicitó a los alumnos que realizaran un mapa conceptual que tuviera como tema central “La física”, lo anterior con la finalidad de corroborar que habían comprendido la estructura de los mapas conceptuales.

Posteriormente se asignaron un par de sesiones para la parte teórica del tema de MRU, al finalizar dichas sesiones se comenzó con la implementación de las variantes de los MCH de los problemas seleccionados en las llamadas sesiones prácticas.

6.1.1 Hoja de predicción y hojas de resultados

Al iniciar a trabajar con las variantes de los MCH en los temas de MRU y MRUA fueron utilizadas una hoja de predicciones y una hoja de resultados.

La hoja de predicción era presentada a los alumnos al momento de plantear el problema, se les pedía trabajar en ella, y tratar de dar solución al problema planteado a partir de sus conocimientos previos y siguiendo las instrucciones presentadas en la misma.

La hoja de resultados era dada a los estudiantes después de recibir la retroalimentación acerca de la respuesta correcta al problema planteado. Es decir, los estudiantes tenían una segunda oportunidad de contestar correctamente el problema, después de conocer la solución correcta al mismo". La intención de ésta segunda resolución del problema por el alumno, es decir la hoja de resultados era mejorar la comprensión de la solución del problema mediante el uso del MCH

La retroalimentación era realizada por parte del docente y/o el investigador, para ello fue utilizada una presentación en PowerPoint la cual contenía el MCH institucional con la resolución de cada uno de los problemas. A partir de la diapositiva del mapa correspondiente al problema de la actividad se comenzaba un diálogo acerca de lo realizado en la hoja de predicción, cuáles fueron sus respuestas (los conceptos que escribieron, las uniones entre las prácticas, etc) o los procedimientos realizados y el porqué de ellos y si estos eran similares o no al MCH institucional.

La finalidad de trabajar con ambas hojas es comparar el progreso de los alumnos a lo largo del desarrollo de la actividad, en diferentes momentos, desde su desempeño en una sesión comparando la hoja de predicción y resultados de un mismo mapa, o bien comparando las hojas de predicción o de resultados de una misma variante de mapa pero en temas distintos. Las modalidades de aplicación de las variantes de los MCH fueron las siguientes.

Para la variante i) Eliminar algunos conceptos del MCH que representa al sistema de prácticas, los alumnos trabajaron de manera individual con la hoja de predicción, enseguida se les dio una retroalimentación del trabajo realizado se discutió y reflexionó acerca de cuáles fueron los conceptos que fueron eliminados y cómo completaron el MCH. Al término de la retroalimentación se pidió a los alumnos trabajar nuevamente de manera individual pero ahora con la hoja de resultados.

En cuanto a la variante ii) Separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y eliminar algunos conceptos de las prácticas constituyentes. Los estudiantes completaron dichas prácticas y las relacionaron para obtener la solución del problema, para esta variante se pidió a los alumnos trabajar de manera colaborativa (equipos de 3 o 4 integrantes), la manera de trabajar en las hojas de predicción y de resultados es la misma en cada una de las variantes.

Para la variante iii) Separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y eliminar la organización de conceptos de cada práctica (rompecabezas). Para esta variante de los MCH se trabajó de manera colaborativa (3 a 4 integrantes por equipo), de primera instancia se proporcionó a los alumnos el problema y las piezas del rompecabezas, se pidió que conversaran entre ellos y elaborarán un primer bosquejo del MCH de la solución del problema en la hoja de predicciones, enseguida se dio la retroalimentación del trabajo realizado en la hoja de predicciones y enseguida se pidió a los alumnos trabajar nuevamente en equipo pero ahora en la hoja de resultados.

Para el tema de MRUA se utilizó la misma metodología para abordar los temas de MRU.

Los temas de MRU y MRUA fueron utilizados como introducción de los MCH a las sesiones de clase, además que con la implementación de los mapas en estos temas se lograron identificar aspectos como :el tiempo que los alumnos dedican a cada una de las variantes, el número de material con el que se debe de contar para cada sesión, el tiempo estimado que se debe asignar a la retroalimentación del trabajo realizado en la hoja de predicciones, el número de integrantes con el que se favorezca la participación en todo el equipo.

Finalmente después de modificar la organización de las clases en cuanto a la aplicación de las variantes de los MCH: tiempo dedicado a cada hoja (predicción y resultados), número de integrantes al realizar una variante en equipo, tiempo dedicado a la retroalimentación, etc., se comenzó a trabajar con el tema de interés de la investigación (Tiro parabólico o Movimiento de proyectiles).

6.2 Fase 2 de implementación: Tiro parabólico o movimiento de proyectil

Para el tema de Tiro parabólico o Movimiento de proyectiles fueron destinadas 5 sesiones para la parte teórica del tema, las clases fueron presentadas a los alumnos de manera tradicional

por parte del docente. En la última de las sesiones se explicó la resolución de un de un problema mediante un MCH.

Las siguientes cuatro sesiones fueron destinadas a la parte práctica del tema, en la cual a partir de los MCH's de tipo epistémico o institucional elaborados en la fase 2 del diseño de investigación (sección 3.3.2), su variantes (sección 3.3.3) y la implementación prueba en los temas de MRU y MRUA (sección 5.1) fueron seleccionadas las variantes a aplicar en el tema de tiro parabólico. Las variantes seleccionadas para aplicar en el tema de tiro parabólico fueron las variantes i), ii) y iii).

La variante iv) no fue aplicada en este tema pues la realización de la actividad por parte de los alumnos implicaba demasiado tiempo y a pesar de que la indicación era que cada práctica debía de ser elaborada por cada uno de los integrantes, en la mayoría de los equipos era únicamente un alumno el que realizaba la actividad.

Dado que los alumnos ya estaban acostumbrados a trabajar con los MCH pues se habían realizado ya actividades con ellos en los dos temas anteriores, para el tema de tiro parabólico únicamente se trabajó con la hoja de predicciones. Nuevamente cabe mencionar que no todos los problemas propuestos en las sesiones prácticas fueron resueltos por medio de los mapas, sino que después de resolver 3 o 4 problemas con los MCH, el docente planteó a los alumnos un par de ejercicios más, los cuales debían de ser resueltos de manera tradicional en su cuaderno como tarea y posteriormente en el pizarrón.

Para las variantes i) y ii) se pidió a los alumnos trabajar de manera individual con y se dio un tiempo máximo de 20 minutos para la realización de la actividad. Mientras que para la variante iii) Separar el sistema de prácticas en sus prácticas constituyentes y luego eliminará la organización de conceptos de cada práctica (rompecabezas), se trabajó de manera colaborativa (3 integrantes por equipo), de primera instancia se proporcionó a los alumnos el problema y las piezas del rompecabezas, se les pidió dialogar entre ellos y elaborar un primer bosquejo del MCH de la solución del problema en la hoja de predicciones.

Para el tema de tiro parabólico se tuvo una quinta variante del MCH, la cual fue considerada como un instrumento de evaluación para la metodología empleada en el grupo experimental, la

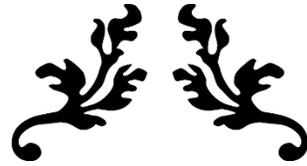
consistía en entregar a los alumnos, de manera individual, la hoja de predicciones con la siguiente indicación:

- *Elabora de manera individual un mapa conceptual híbrido que represente la solución del problema planteado.*

Dicha actividad fue la última en ser aplicada a los alumnos del grupo experimental y tuvo una ponderación del 20% en la calificación del tema. Cabe mencionar que al momento de realizar la actividad los alumnos no contaban con ningún ejemplo de MCH de los problemas vistos en sesiones anteriores. La finalidad de esta última variante fue evaluar el desarrollo de los alumnos a lo largo de la implementación de la metodología.

Para finalizar con la implementación se realizó una evaluación a ambos grupos (control y experimental), la cual consistió en la aplicación de un examen tradicional del tema de tiro parabólico. El tiempo para aplicación del examen en ambos grupos era de 60 minutos y fue realizado en el mismo horario y salón de clase. En el grupo experimental el examen comenzó a las 16:00 horas, el primer alumno en entregar el examen lo hizo a las 16:22 hrs y el último alumno en entregar lo hizo a las 16:50 hrs. Por otra parte, en el grupo control el examen inició a las 17:00 hrs, el primer alumno en entregar el examen lo hizo a las 17:30 hrs, mientras que la última entrega fue a las 17:42 hrs. En ambos grupos durante el periodo de aplicación del examen la mayoría de los alumnos se encontraban trabajando en su examen, si tenían alguna duda en cuanto al enunciado de alguno de los problemas solicitaban la ayuda al docente. Los exámenes fueron revisados por el docente bajo sus criterios de evaluación para entregar una calificación a los alumnos.

Al finalizar la fase de evaluación de tiro parabólico se comparan los resultados obtenidos y se verifica la eficacia de la metodología propuesta. Los resultados obtenidos de ambos grupos y el docente fueron analizados y categorizados bajo la perspectiva del EOS y son descritos en las siguientes secciones.



Capítulo VII

RESULTADOS Y ANÁLISIS DESDE EL EOS



En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, como se mencionó en el capítulo seis, la implementación se llevó a cabo en dos momentos, los cuales son descritos en las secciones 6.1 y 6.2, además se realiza el análisis de los mismos desde la perspectiva del EOS.

Se presenta en la sección 7.1 los resultados de las hojas de predicciones de cada una de las variantes aplicadas para el aprendizaje del tema de Tiro Parabólico y el análisis de las mismas desde la perspectiva del EOS, además, se muestran de manera detallada los resultados obtenidos en las hojas de predicciones del problema 6. En la sección 7.2 se describen los resultados de la evaluación (examen tradicional) realizada a ambos grupos (experimental y control), y por último en la sección 7.3 se presentan los resultados de la encuesta de satisfacción aplicada a los alumnos del grupo experimental.

Dado que son presentados tanto los resultados como el análisis de los mismos desde la perspectiva del EOS, para diferenciar uno del otro, el análisis de los datos es escrito con letra cursiva.

7.1 Resultados de las Variantes de los MCH aplicadas al grupo experimental.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la resolución de problemas mediante las variantes de los MCH's Institucionales realizadas por los alumnos del grupo experimental y el análisis desde la perspectiva del EOS de los mismos.

Cabe mencionar que la enumeración de los problemas resueltos mediante alguna de las variantes comienza en P2 (problema 2), dado que el problema 1 (P1) se utilizó como ejemplo por el docente al iniciar el tema de Tiro parabólico, y se decidió respetar el orden que ya tenían los demás problemas, por lo anterior es que sólo se presentan los resultados del P2 a P6.

La evaluación de las hojas de predicción fue realizada tomando como criterio cada uno de los OFMP (Objeto Físico Matemático Primario) por separado, es decir, se evaluó de cada hoja de predicción, por ejemplo el objeto *Conceptos* y los resultados son presentados en histogramas, en los cuales el eje horizontal corresponde a cada uno de los problemas aplicados y el eje vertical el promedio porcentual de aciertos de cada problema.

Los indicadores de evaluación de los objetos se encuentran en la rúbrica de evaluación presentada en la sección 5.1.1. Los resultados para cada uno de los problemas se dan en términos de un porcentaje promedio obtenido por grupo del total de aciertos que fue evaluado usando la tabla 6.1.

Los problemas P2, P3, P5.1 y P5.2 corresponden a problemas resueltos mediante las variantes i) o ii) las cuales fueron resueltos de manera individual. El problema P4 corresponde a un problema resuelto mediante la variante iii) la cual fue aplicada de manera grupal (3 integrantes por equipo). El problema P6 representa el MCH que fue elaborado por los alumnos de manera individual, el cual también fue considerado como puntaje en la calificación del curso y del cual se muestran los resultados de manera detallada a modo de ejemplo en cada sección.

Es importante mencionar que para cada uno de los problemas, la cantidad de aciertos por OFMP fue distinta, por ejemplo para el P2 los aciertos de *Lenguaje* fueron 18 mientras que para el P6 fueron 33 aciertos, mientras que para el objeto *Propiedades* los aciertos para los problemas 3 y 4 los aciertos por dicho objeto eran 3 y 2 respectivamente (se puede revisar la rúbrica de evaluación en la sección 6.1.1). Debido a la situación anterior los resultados para el lenguaje se presentan en porcentaje respecto del máximo posible de aciertos para cada problema.

En las Figura de la 7.1.1 a la 7.1.5 se muestra los resultados correspondientes a la evaluación de los Objetos físico matemáticos OFMP correspondientes a cada uno de los problemas resueltos por los estudiantes mediante algunas de las variantes del MCH institucional para el caso del Tiro Parabólico, problemas del 2 (P2) al 6 (P6), las cuales se muestran a continuación.

7.1.1 OFMP: *Lenguaje*

La Figura 7.1.1 presenta una gráfica de barras que representa el comportamiento del promedio porcentual de aciertos del Objeto *Lenguaje* en cada uno de los problemas resueltos (P2 a P6) mediante una variante del MCH institucional. Los datos duros utilizados para elaborar la gráfica anterior pueden ser consultados en el anexo C. Como se mencionó en la introducción de la sección, el eje horizontal corresponde a cada uno de los problemas aplicados y el eje vertical el promedio porcentual de aciertos de cada problema.

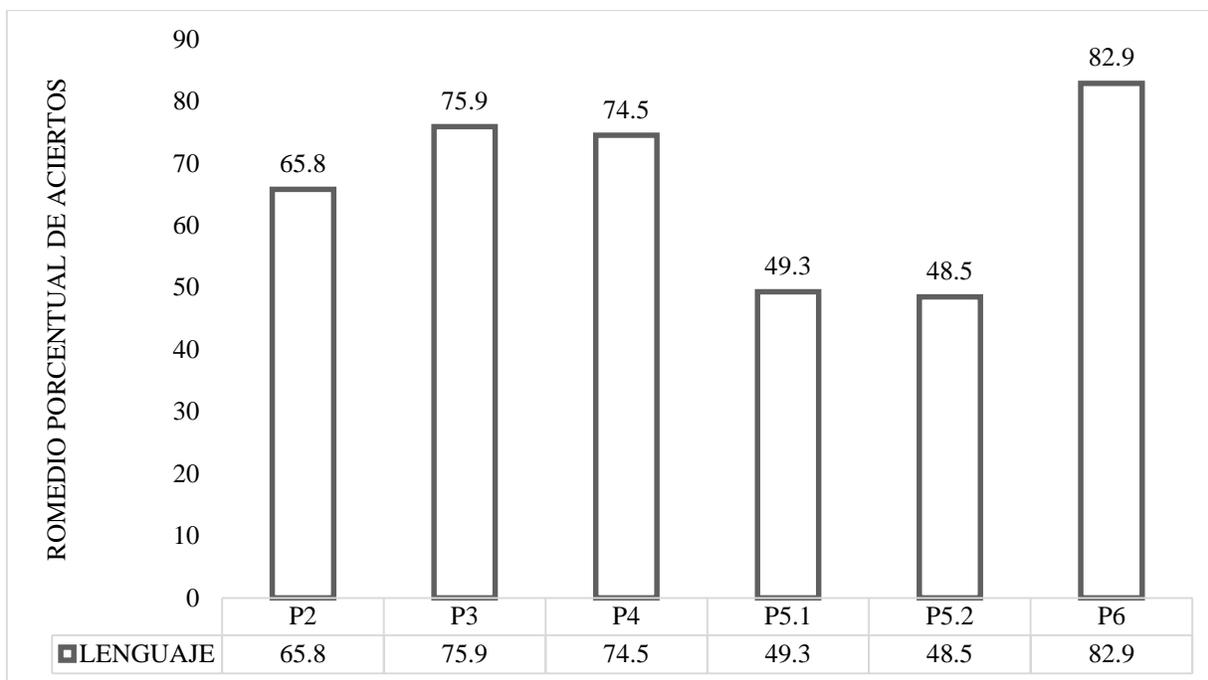


Figura 7.1.1 Promedio porcentual de aciertos del objeto Lenguaje

Se puede observar que el problema con mayor porcentaje de aciertos para el objeto Lenguaje fue el P6, cabe mencionar que el P6 es el que presenta mayor cantidad de aciertos ya que fue elaborado completamente por los alumnos, como se mencionó en el capítulo 5, el problema fue considerado como parte de la última calificación del curso, además de ser de gran importancia para la investigación ya que con la aplicación de dicha actividad (elaborará un MCH individualmente) se esperaba indagar de manera más profunda el alcance de la metodología aplicada.

Los problemas que muestran el menor porcentaje para el objeto Lenguaje son los problemas P5.1 y P5.2, cabe señalar que los porcentajes más bajos en los demás OFMP corresponden también a dichos problemas, algunas observaciones que pudiesen explicar el comportamiento es abordado de manera detallada en el siguiente capítulo.

En el caso de los problema P5.1 y P5.2 planteaban la misma situación pero con marcos de referencia distintos. Debido a los resultados, se puede considerar entonces que el alumno no era competente en el concepto de marco de referencia, hay que destacar que ambos problemas fueron planteados simultáneamente para ser resueltos por los alumnos, en comparación con los otros que fueron planteados de manera individual, lo cual puede ser el factor determinante.

En el caso particular del P6, el Objeto Lenguaje tenía una cantidad de 33 aciertos, para la evaluación de mismo se consideraron 3 rangos. El rango de aciertos 1 (Nivel bajo) fue de 0 a 11, el rango 2 (Nivel medio) fue de 12 a 22 aciertos y por último el rango 3 (Nivel alto) fue de 23 a 33 aciertos.

Se tuvieron algunas consideraciones al evaluar dicho objeto, por ejemplo, el alumno podría utilizar sinónimos en las palabras de enlace o en los conceptos, o bien en el uso de notación al escribir una propiedad o ecuación para resolver el problema.

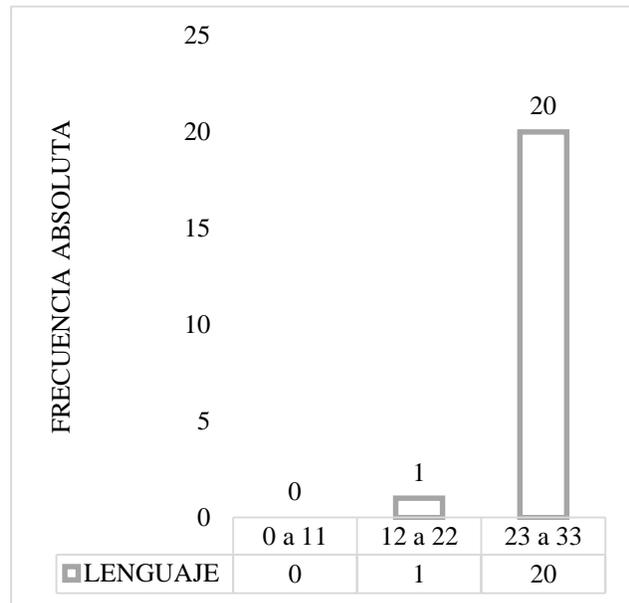


Figura 7.1.1.1 OFMP Lenguaje P6

De igual manera, si al momento de resolver el problema se “obviaban pasos” o se “invertían pasos” como despejar y después sustituir o viceversa, si el procedimiento era correcto, era considerado como acierto.

Como se puede observar en la Figura 7.1.1.1, del total de alumnos que realizaron el MCH, ninguno se encuentra por debajo de los 11 aciertos que corresponden al nivel bajo, en cuanto al nivel 2 o medio solamente 1 alumno obtuvo entre 12 y 22 aciertos. La mayoría de los alumnos se encuentran en el nivel 3 ya que obtuvieron entre 23 y 33 aciertos.

A continuación se muestran dos producciones, primero se presenta la que corresponde al rango de entre 12 y 22 aciertos y posteriormente se muestra la que producción que concierne al rango o nivel 3, cabe mencionar que dicha producción obtuvo los 33 aciertos con referencia al MCH Institucional.

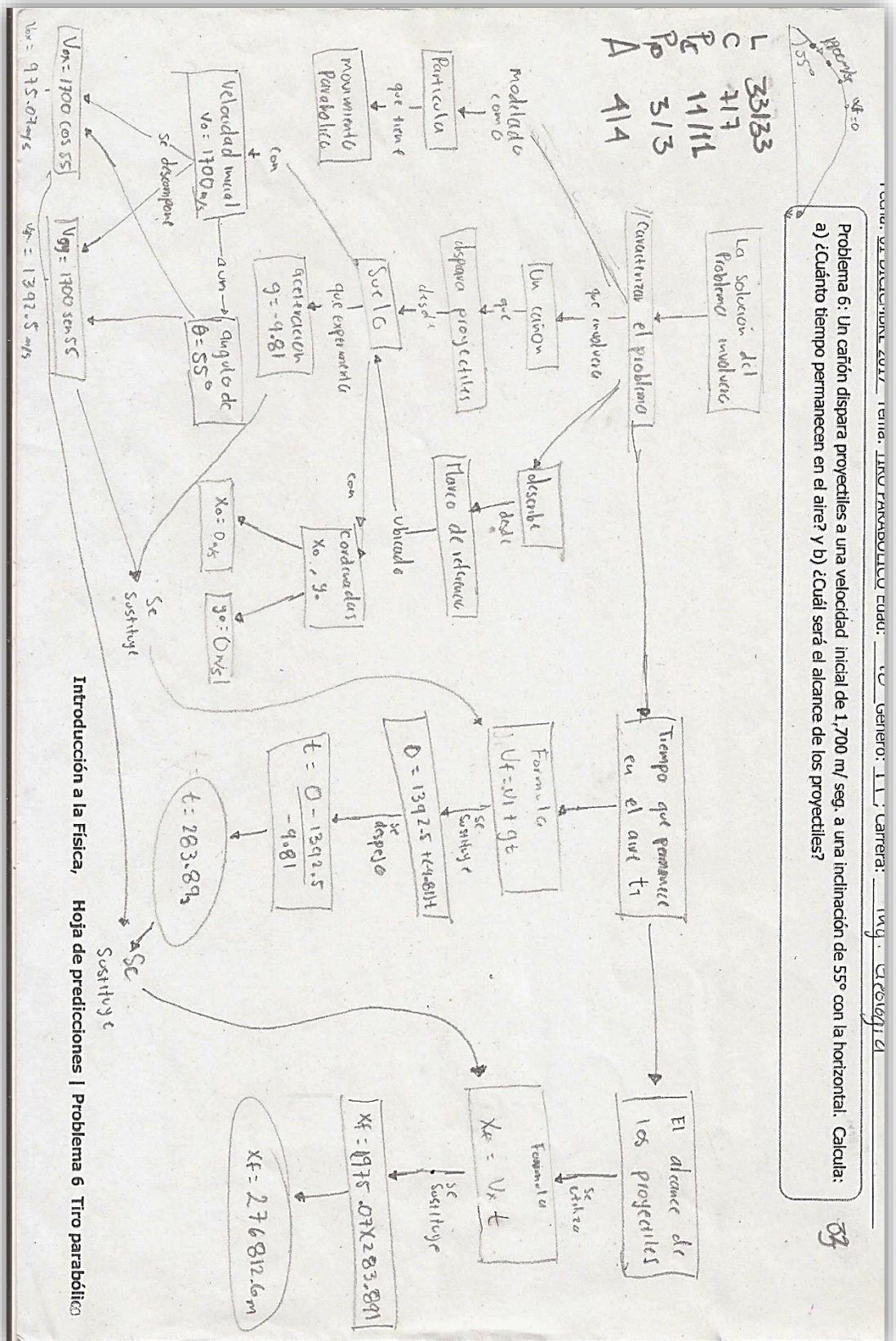


Figura 7.1.1.2 Producción de alumno P6 OFMP Lenguaje Nivel Alto

El problema 6 es el que tiene mayor porcentaje muy probablemente debido a que en este el alumnos es libre de usar todos los objetos primarios y relaciones entre ellos, lo cual no ocurre con las variantes anteriores donde la relación entre objetos es restrictiva (ya que proviene del MCH institucional que es la producción del docente). Lo anterior no quiere decir que sea deseable que el alumno elabore sus propios mapas desde un inicio, ya que la finalidad de las variantes es normar las prácticas de resolución de problemas y ayudar a los alumnos a seguir el procedimiento institucional.

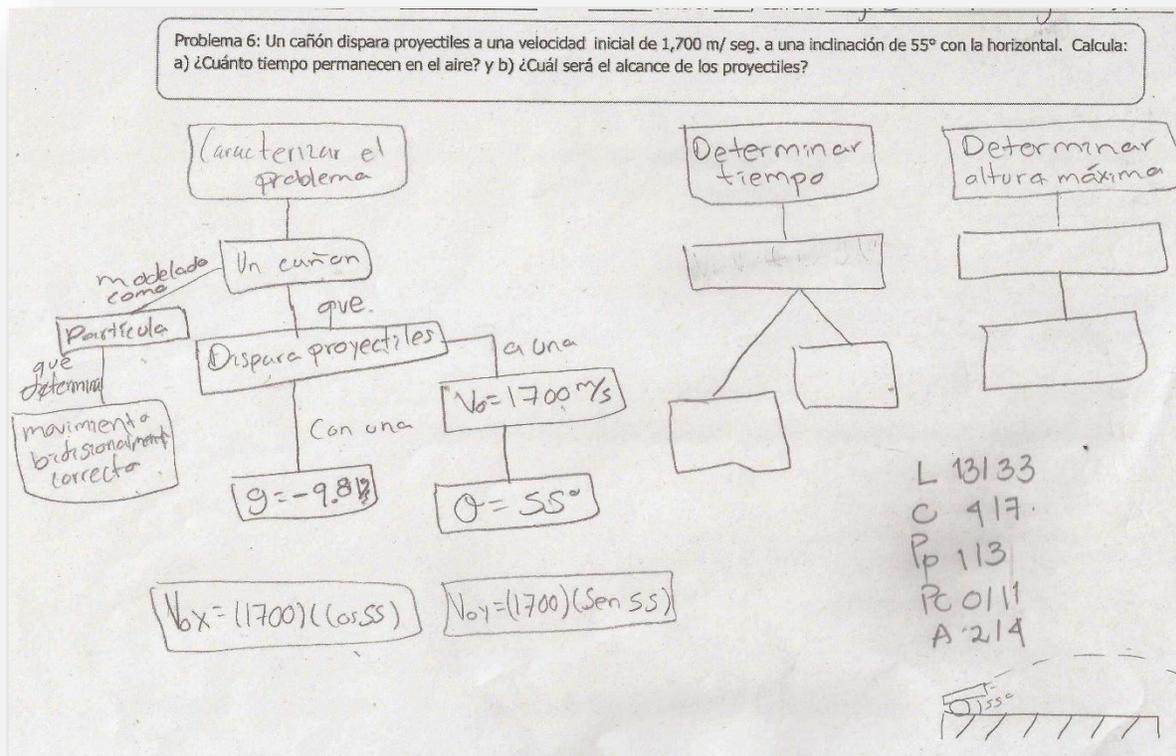


Figura 7.1.1.3 Producción de alumno P6 OFMP Lenguaje Nivel Medio

Las figuras 7.1.1.3 y 7.1.1.4 muestran indicios de que los alumnos ya se percatan de las prácticas que conforman el sistema de prácticas, también se puede observar que ya están conscientes de que la primera práctica es interpretativa pues en la mayoría de las producciones de los alumnos esta práctica fue realizada de manera adecuada, pues contaba con los conceptos y el lenguaje adecuado, además de que los argumentos, es decir, las relaciones o conexiones entre conceptos fueron realizadas de manera correcta.

7.1.2 OFMP: Conceptos

La Figura 7.1.2 representa el comportamiento del promedio porcentual de aciertos del OFMP *Conceptos* en cada uno de los problemas resueltos mediante una variante del MCH institucional. Al igual que en la gráfica anterior se presentan los resultados de los problemas del P2 al P6, en donde éstos están en términos del porcentaje promedio con respecto del total de aciertos de cada problema para el objeto *Conceptos*. Los datos duros sin interpretación utilizados para realizar la Figura 7.1.2 los pueden consultar en el anexo C.

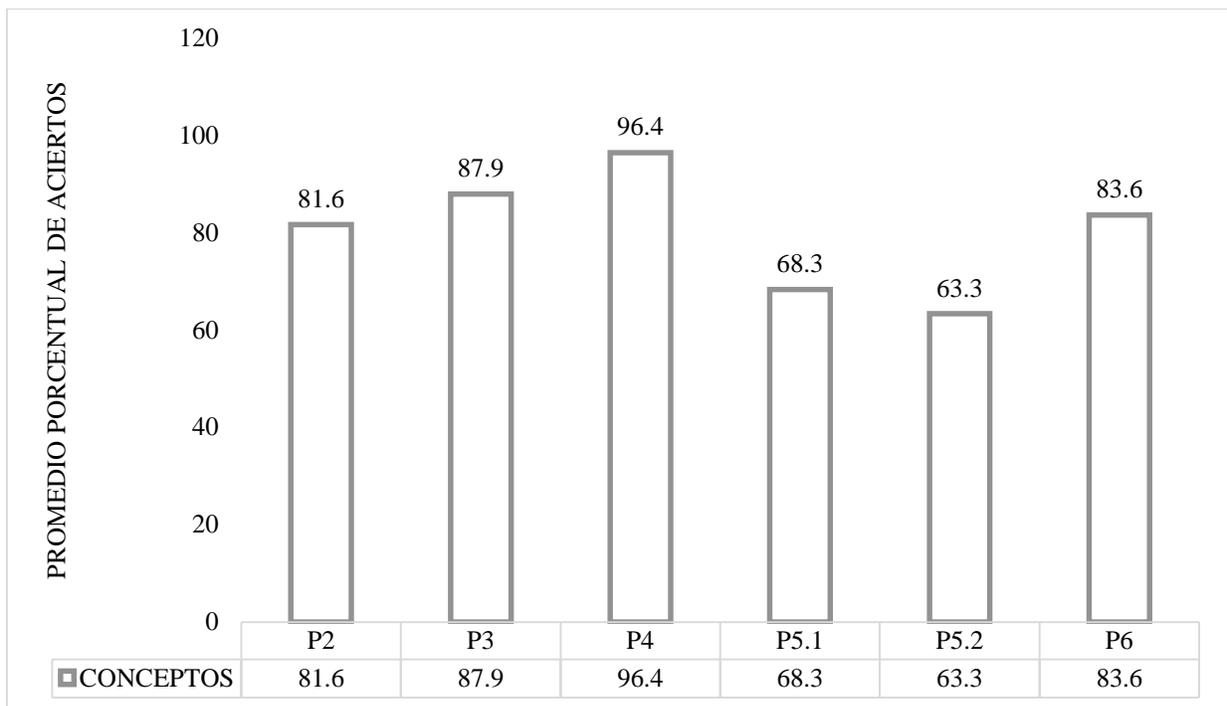


Figura 7.1.2 Promedio porcentual de aciertos OFMP *Conceptos*

Como se puede observar en la Figura 7.1.2 el objeto *Conceptos* el promedio de aciertos se encuentra arriba del 60 % para cada uno de las variantes. El problema con menor promedio porcentual fue el P5.2 el cual obtuvo 63.3% de promedio, como se mencionó en la subsección anterior, estos bajos resultados se ven reflejados en todos los OFMP, por otro lado, el mayor promedio porcentual de aciertos le corresponde al P4 y fue de 96.4% .

Con respecto al resultado anterior, es importante mencionar que dicho problema fue resuelto de manera grupal y algo que se pudo observar durante la implementación, fue la motivación que tenían los estudiantes al realizar la actividad de manera grupal, ya que de esta

manera podían discutir con sus compañeros cada uno de los puntos de vista e interpretaciones que ellos mismos daban al problema, la caracterización de dicho problema se veía enriquecida por las aportaciones de cada uno de los miembros.

El problema P4 fue resuelto de manera grupal, lo cual muestra indicios de que el MCH favorece el aprendizaje mediante el trabajo colaborativo. En otras palabras, al trabajar de manera colaborativa los alumnos contaban con un mayor número de conceptos (aportes de los alumnos), en comparación con el reactivo P6 que fue elaborado mediante el empleo conceptos individuales.

Los problemas 5.1 y 5.2 fue debido los alumnos realizaron sólo la primera práctica del sistema de prácticas, la interpretativa. Para estos reactivos, los alumnos si consideraron los conceptos adecuados, sin embargo, no fueron capaces de representarlos de forma adecuada para los distintos marcos de referencia mediante un buen uso de lenguaje. Esto explica por qué aparece un mayor porcentaje de conceptos en la Figura 7.1.2 y un menor porcentaje de aciertos para el objeto Lenguaje en la Figura 7.1.1. En otras palabras, los alumnos fueron incapaces de establecer las funciones semióticas correctas que les permitieran un mejor desempeño en los reactivos P5.1 Y P5.2.

Los aciertos para el objeto *Conceptos* en el P6 fue de 7 aciertos, para la evaluación de mismo se consideraron 3 niveles. Nivel bajo tenía un rango de fue de 0 a 2 aciertos, el rango Nivel medio de 3 a 5 aciertos y por último el Nivel alto fue de 6 a 7 aciertos. La Figura 7.1.2.1 muestra los resultados obtenidos.

Cabe mencionar que el OFMP *Conceptos* se encuentra en la práctica *Caracterizar el problema* por lo que los ejemplos que se muestran en esta sección están enfocadas en el espacio correspondiente a dicha práctica.

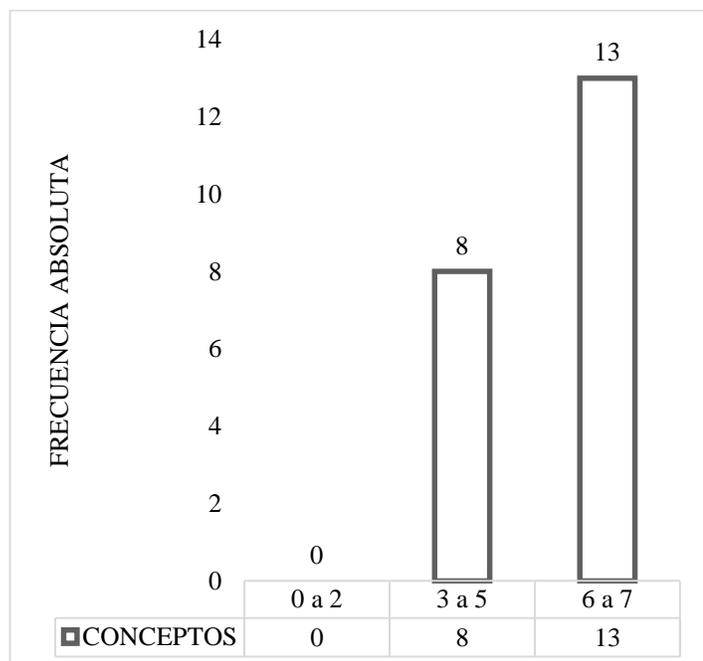


Figura 7.1.2.1 OFMP *Conceptos* P6

Como se puede observar en la gráfica nuevamente ningún alumno se encuentra en el nivel bajo. Sin embargo con respecto al OFMP anterior sí hubo un incremento en el nivel medio de 1 a 8 alumnos, y por consiguiente un decremento en el tercer nivel, ya que de 22 alumnos disminuyó a 13.

La Figura 7.1.2.2 corresponde a una producción que se ubica en el rango 3 (6 a 7 aciertos) se puede observar que el alumno considera al objeto como una partícula, la cual al ser lanzada sigue una trayectoria parabólica, entre otros aspectos.

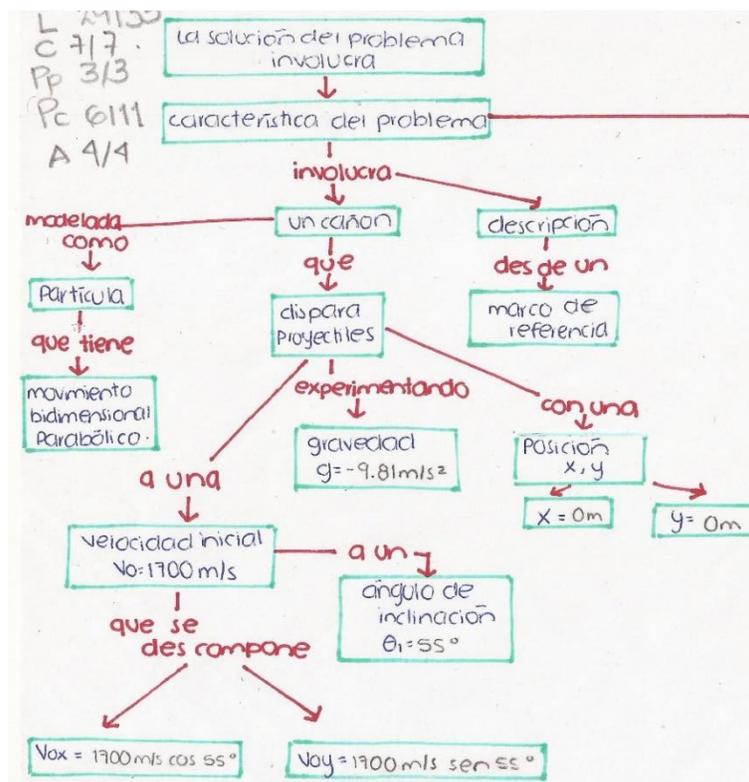


Figura 7.1.2.2 Producción de alumno P6 OFMP Objetos Nivel Alto

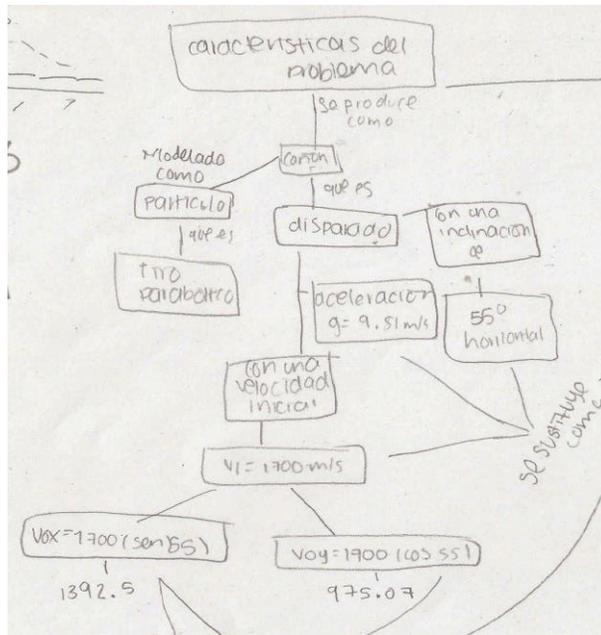


Figura 7.1.2.3 Producción de alumno P6 OFMP Objetos Nivel Medio

Las figuras 7.1.2.2. y 7.1.2.3 muestran que la mayoría de los alumnos fueron capaces de generalizar la práctica relacionada con el objeto Conceptos ya que muestran gran similitud con el MCH Institucional, es posible descartar una simple memorización debido al orden en el que aparecen los conceptos o a las palabras que utilizan como enlace, no tienen el mismo esquema que en los otros MCH's. Además, se observó que mayoría de los alumnos no mostraron dificultades en la elaboración de la componente del mapa conceptual, lograron relacionar los conceptos de tal manera que lograron realizar argumentos válidos dentro de la práctica.

7.1.3 Propiedades

La Figura 7.1.3 representa el comportamiento del promedio de aciertos del objeto *Propiedades* en cada uno de los problemas resueltos mediante una variante del MCH institucional. Al igual que en las gráficas anteriores se presentan los resultados de los problemas del P2 al P6 (eje horizontal), en donde éstos están en términos del porcentaje promedio con respecto del total de aciertos (eje vertical). Los datos duros sin analizar utilizados para realizar la anterior Figura 7.1.4 los pueden consultar en el anexo C.

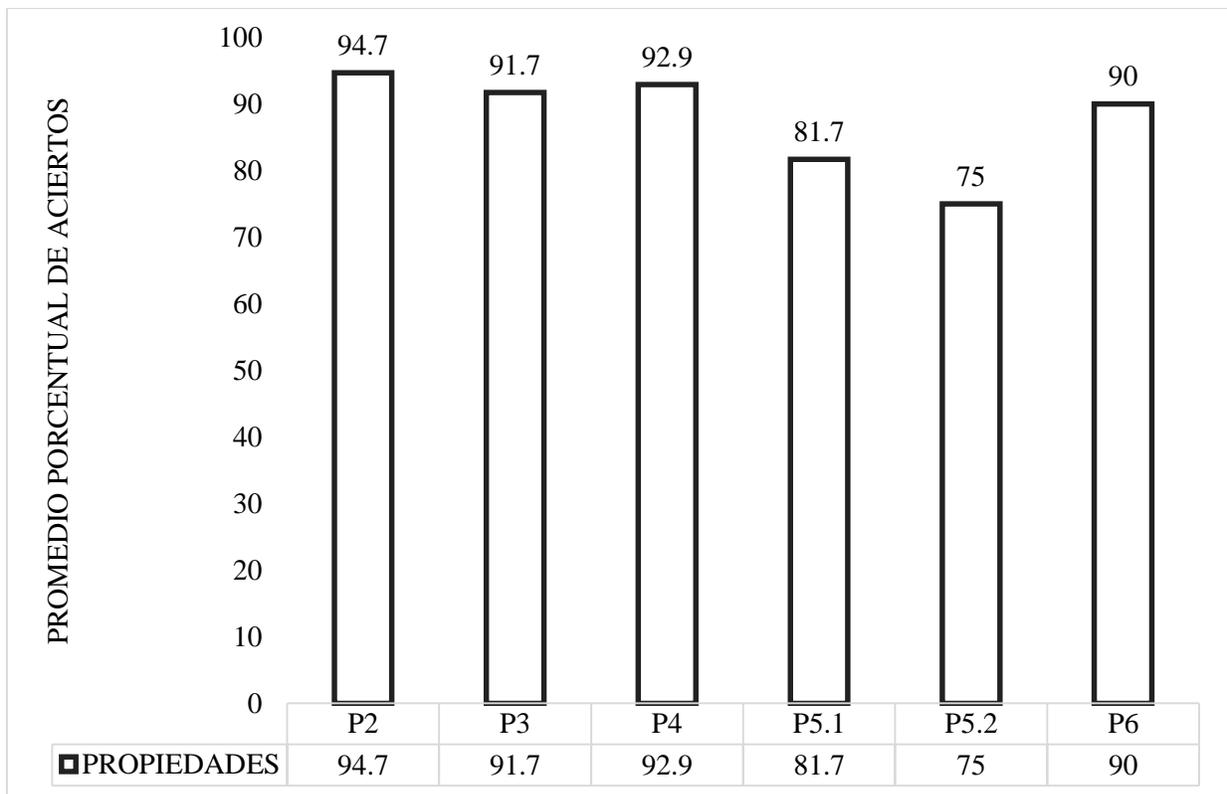


Figura 7.1.3 Promedio porcentual de aciertos OFMP Propiedades

Se puede observar en la figura anterior que el promedio más alto para este objeto es de 94.7% y corresponde al problema 1 (P1), por otro lado el promedio más se obtuvo en el problema 5.2 (P5.2) y es del 75%.

Si se comparan cada una de las gráficas con los diferentes OFMP se puede observar que el Objeto *Propiedades* obtuvo los porcentajes más elevados, esto puede estar relacionado con el número de aciertos por cada Objeto, por ejemplo para Lenguaje hubo problemas que tenían como máximo 33 aciertos y como mínimo 18, en cambio para el *Propiedades* los aciertos tenían un rango de 1 a 4.

Tomando en cuenta que como propiedades a ser empleadas en la resolución de los problemas planteados son: descomposición de movimiento y las ecuaciones diferentes que describen el movimiento parabólico, la gráfica 7.1.3 muestran que los alumnos, si consideran las propiedades a ser empleadas en la resolución de los problemas. Cabe señalar que esto ocurrió en menor medida en los problemas P5.1 y P5.2 debido al conflicto con la interpretación del marco de referencia y debido a que dichas propiedades no fueron realizadas por los alumnos.

El Objeto *Propiedades* en el P6 tuvo una cantidad de 3 aciertos, los rangos o niveles de aciertos fueron considerados 3. Nivel Bajo de 0 a 1 acierto, Nivel Medio 2 aciertos y Nivel Alto 3 aciertos.

El OFMP *Propiedades* incluye a las ecuaciones que son utilizadas para resolver el problema, por lo que al momento de realizar la evaluación de las producciones de los alumnos se tuvieron algunas consideraciones, por ejemplo si los alumnos escribieron una ecuación diferente a la presentada en el MCH Institucional, pero con la cual también se pudiera dar solución al problema, era considerado como acierto.

La figura 7.1.3.1 muestra la cantidad de aciertos por cada nivel, se puede observar que de los 21 alumnos, dos se encuentran en el rango de 0 a 1 aciertos al igual que en el nivel medio que corresponde a 2 aciertos, los 17 alumnos restantes se encuentran en el nivel correspondiente a los 3 aciertos.

Debido a que el objeto propiedades es observado en las tres prácticas que constituyen el MCH, los ejemplos serán los mismo que para el siguiente OFMP.

7.1.4 Procedimientos

La Figura 7.1.4 representa el comportamiento del promedio de aciertos del OFMP *Procedimientos* en cada uno de los problemas resueltos mediante una variante del MCH institucional. Los datos duros utilizados para realizar la anterior Figura 7.1.3 los pueden consultar en el anexo C. Se presentan los resultados de los problemas del P2 al P6 (eje horizontal) en términos del porcentaje promedio con respecto del total de aciertos para el objeto *Procedimientos* (eje vertical).

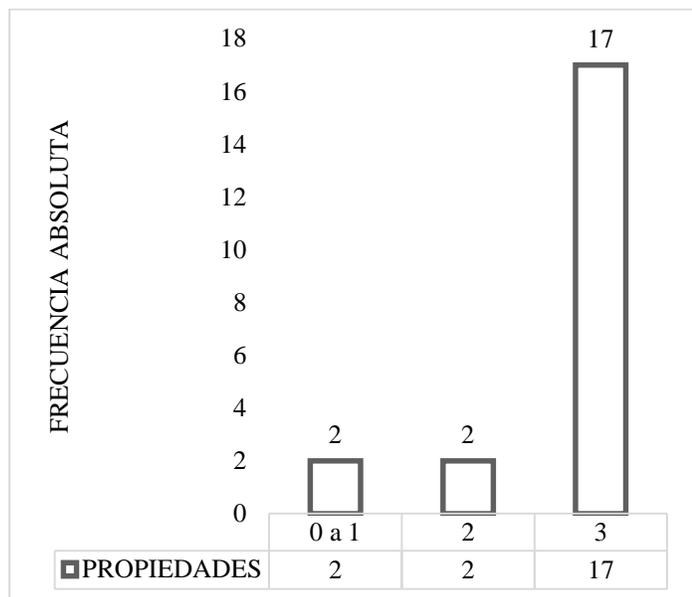


Figura 7.1.3.1 OFMP *Propiedades* P6

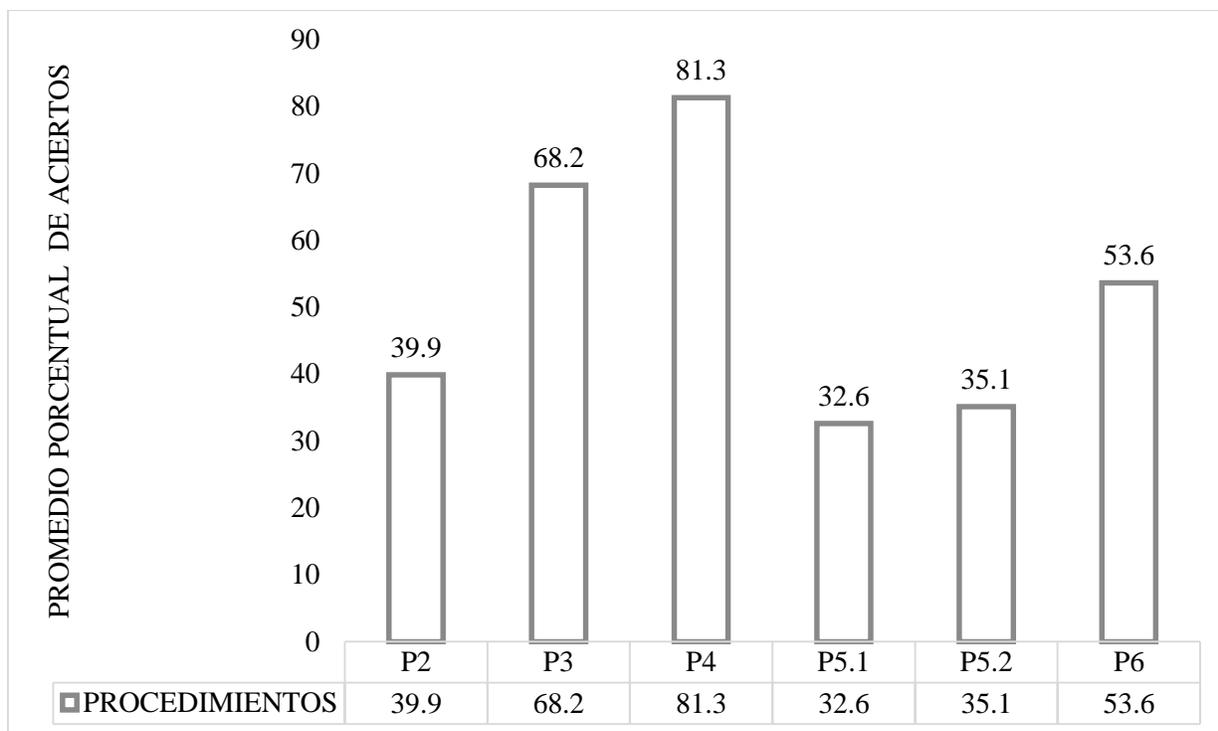


Figura 7.1.4 Promedio porcentual de aciertos OMP Procedimientos

Se puede observar que al igual que en el OFMP anterior, el problema que obtuvo el mayor promedio porcentual de aciertos fue el P4 con porcentaje del 81.3%, cabe recordar este problema fue resuelto de manera grupal por lo que los alumnos tuvieron la oportunidad de discutir el problema y compartir métodos o estrategias para dar solución al mismo. Nuevamente los problemas con menor promedio porcentual de aciertos fueron el P5.1 y P5.

El objeto *Procedimientos* evalúa el escribir correctamente las ecuaciones necesarias para resolver el problema, despejar de manera adecuada la incógnita de la misma, sustituir los datos numéricos, entre otras acciones, de manera general se podría decir que evalúa la parte procedimental de la resolución de un problema en el MCH.

Se puede observar en la figura anterior que sólo 2 de los 6 problemas planteados pudieron ser resueltos por la mayoría de los alumnos, pero los datos no nos señalan que de las acciones anteriores fueron las que realizaron correctamente los alumnos, es por eso que en la sección 7.2.4 se describe de manera detallada los resultados para el Objeto Procedimientos del problema 6.

El incremento de P2 a P3 (incluyendo también el porcentaje elevado mediante el trabajo grupal en P4) en el objeto Procedimiento podría explicarse al considerar que los alumnos se

percatan de las características del proceso de resolución epistémica del problema. Se trata de que los alumnos van de un esquema en el que buscan datos y tratan de sustituir en fórmulas al esquema epistémico en el que se parte de la interpretación y luego a la realización de otras prácticas procedimentales.

El Objeto Procedimiento en el P6 tuvo una cantidad de 11 aciertos, en los cuales se incluían el escribir correctamente las ecuaciones necesarias para resolver el problema, despejar de manera adecuada la incógnita de la misma, sustituir los datos numéricos de la práctica 1, y realizar las operaciones (sumas, restas, multiplicaciones, etcétera) necesarias.

Al igual que en los objetos anteriores, la cantidad de aciertos fue dividida en tres rangos o niveles, 0 a 3 aciertos, 4 a 7 aciertos y 8 a 11 aciertos.

Al momento de evaluar las producciones de los alumnos se tuvieron algunas consideraciones, por ejemplo, como se puede observar en la figura 7.2 en las prácticas B y C se relacionan ya que el resultado obtenido al final de la práctica B (específicamente en B6) es sustituido en la práctica C (específicamente C2). Como se mencionó, el sustituir datos forma parte de los aciertos del objeto Procedimientos, por lo que a pesar de que el alumno haya tenido un resultado incorrecto en la casilla B6, pero haya relacionado las prácticas correctamente sustituyendo en la casilla C2 el resultado obtenido, es considerado como acierto. Es importante especificar que únicamente es considerado como aciertos la sustitución, si resultado es incorrecto el contenido de la casilla C2 no es considerado como acierto.

La Figura 7.1.4.1 muestra los resultados obtenidos para el Objeto Procedimiento. Como se puede observar en el Nivel Bajo se encuentran 3 de los 21 alumnos que realizaron la actividad, en el Nivel Medio 13 y en el Nivel Alto 5.

A continuación se muestra un ejemplo por cada uno de los niveles.

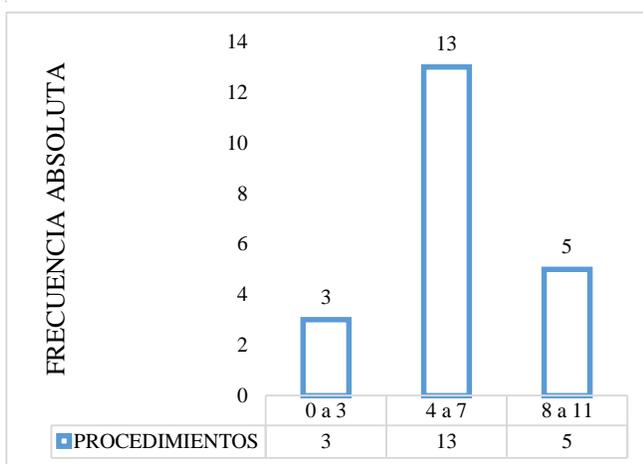


Figura 7.1.4.1 P6 OFMP Procedimientos

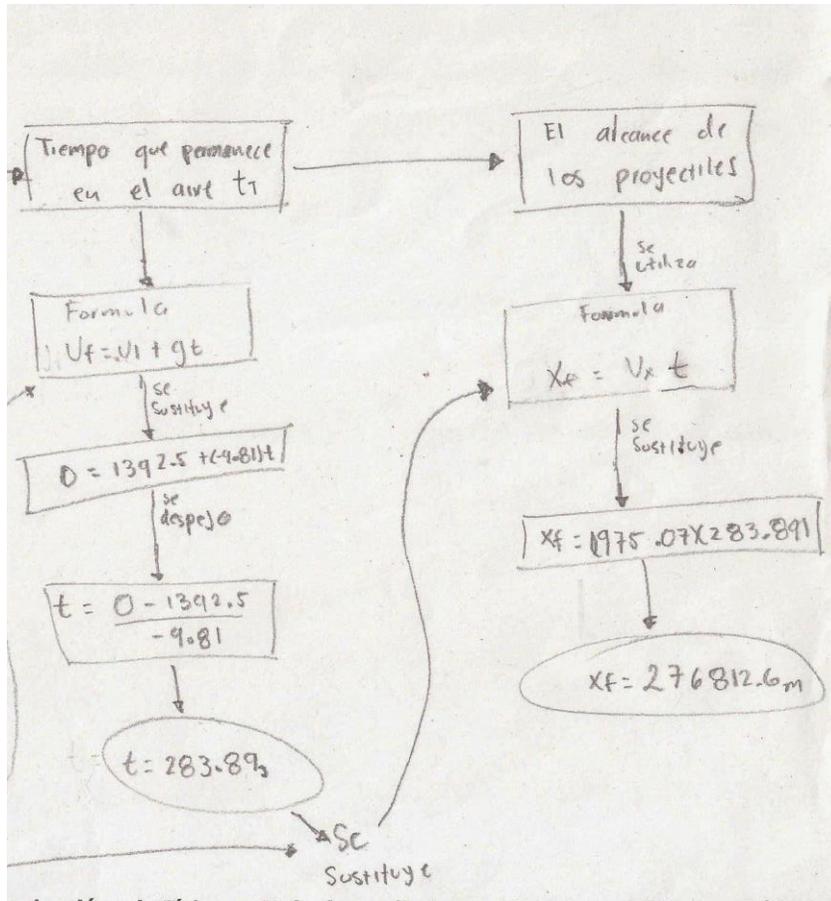


Figura 7.1.4.2 Producción de alumno P6 OFMP Procedimientos Nivel Alto

La producción de la Figura 7.1.4.2 fue catalogada en el Nivel Alto debido a que realizó de manera correcta todo el procedimiento, se puede observar que el alumno identifica correctamente las propiedades (fórmulas) necesarias para dar solución al problema, además de ser identificadas fueron aplicadas correctamente, se puede observar que el alumno relacionó las prácticas, sustituyendo los valores correspondientes, realizó los despejes y operaciones aritméticas correctamente lo que lo llevó a la solución correcta del problema.

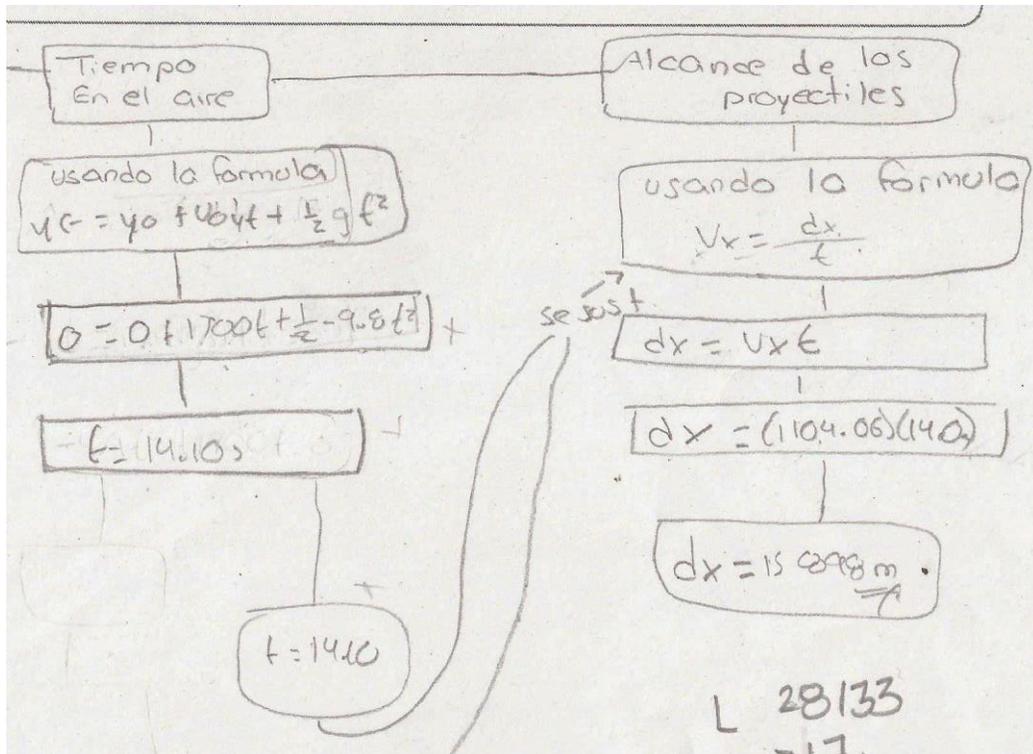


Figura 7.1.4.3 Producción de alumno P6 OFMP Procedimientos Nivel Medio

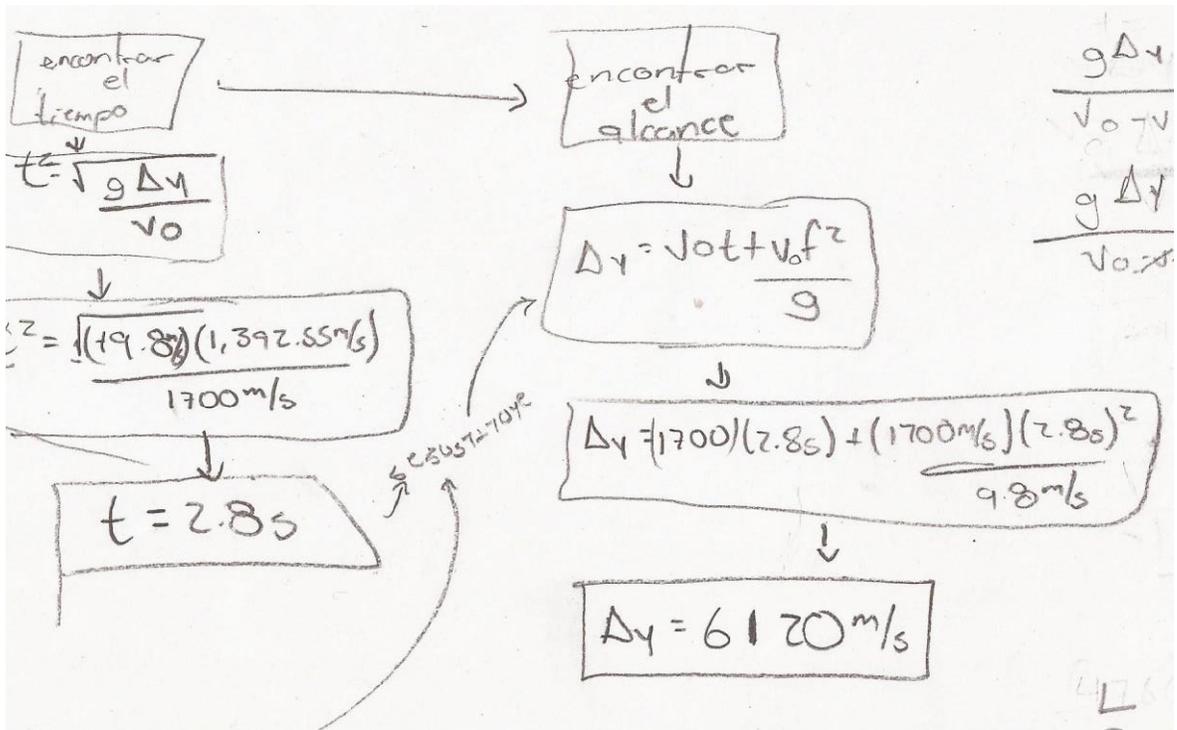


Figura 7.1.4.4 Producción de alumno P6 OFMP Procedimientos Nivel Bajo

Las figuras 7.1.4.3 y 7.1.4.4 corresponden a producciones de alumnos que no realizaron de manera correcta la resolución del problema. Se pudo observar que (al igual que la mayoría del grupo) omitieron un paso, el multiplicar por 2 el tiempo de subida. No se podría dar una explicación concreta acerca de este fenómeno, pero sí se observó que gran cantidad de los alumnos calcularon el tiempo de subida pero no lo multiplicaron por dos para determinar el tiempo de vuelo.

Por otro lado, el desempeño adecuado en el trabajo individual de los alumnos en el reactivo P6 (nótese que en el primer reactivo obtuvieron un 39%) da evidencia de la realización del proceso de generalización debido a que los alumnos fueron capaces de llevar a cabo el sistema de prácticas “estándar” (interpretativo en un principio y luego procedimental) para la resolución de un nuevo problema P6.

7.1.5 Argumentos

La Figura 7.1.5 representa el comportamiento del promedio de aciertos del OFMP *Argumentos* en cada uno de los problemas resueltos mediante una variante del MCH institucional. Al igual que en las figuras anteriores se presentan los resultados de los problemas del P2 al P6 (eje horizontal), en donde éstos están en términos del porcentaje promedio con respecto del total de aciertos (eje vertical). Los datos duros pueden consultar en el anexo C.

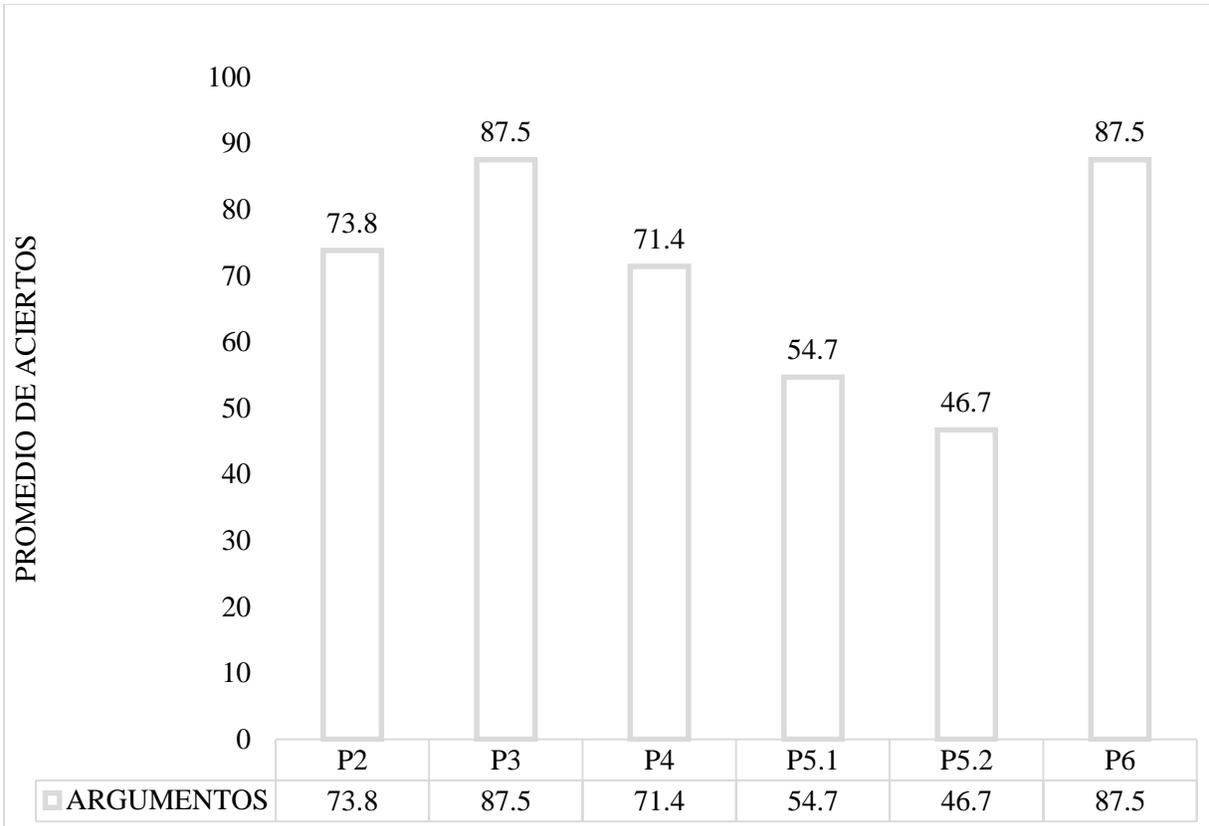


Figura 7.1.5 Promedio porcentual de aciertos OMP Argumentos

El Objeto Argumentos puede ser observado como las rutas de lectura en la Práctica “Caracterizar el problema” del MCH Institucional. En la cual se “descifra” el enunciado del problema, es decir el alumno identifica los cuerpos que intervienen en el problema, los cuales son considerados como partículas, de igual manera se identifican las variables del lanzamiento, como su velocidad inicial, ángulo de inclinación, su posición de lanzamiento, entre otros aspectos.

Se puede observar, al igual que en los demás OFMP los problemas 5.1 y 5.2 muestran los porcentajes más bajos, obteniendo menos del 60% de aciertos. Sin embargo, el resto de los problemas se encuentran por arriba del 70% de aciertos. El promedio más alto corresponde al P3 y P6 y es del 87.5%.

Cabe señalar que los problemas que obtuvieron el mayor promedio porcentual, el P3 fue resuelto de manera grupal lo que permitió a los alumnos discutir con sus compañeros cada uno de los puntos de vista por lo que la caracterización del problema se veía enriquecida por las aportaciones de cada uno de los miembros.

Por otro lado, el P6 fue elaborado de manera individual y al finalizar el curso, el cual fue de gran importancia para la investigación dado que para dar solución al mismo, los alumnos debían de elaborar un MCH con su resolución, cabe mencionar que al momento de realizar la actividad no contaban con ningún tipo de ejemplo o guía para elaborarlo. Debido a la importancia del Problema 6 en la siguiente sección se presentan de manera detallada los resultados obtenidos por cada OFMP.

Al realizar la evaluación se tuvo varias consideraciones, por ejemplo, si los alumnos utilizaron palabras de enlace diferentes a las del MCH Institucional, pero que daban el mismo sentido a las rutas de lectura fueron considerados como aciertos. De igual manera, no fue de relevancia el orden en el que escribieron los argumentos, siempre y cuando todos estuvieran.

El OFMP *Argumentos* en el P6 fue de 4 aciertos, para representar los resultados de la evaluación se tomaron 3 rangos. De 0 a 1 acierto, 2 a 3 aciertos y 4 aciertos.

Como se puede observar ningún alumno se encuentra en el rango de 0 a 1 aciertos, en cuanto al segundo rango se tiene una cantidad de 8 alumnos que obtuvieron de 2 a 3 aciertos, por otro lado, fueron 13 los alumnos que obtuvieron los cuatro aciertos.

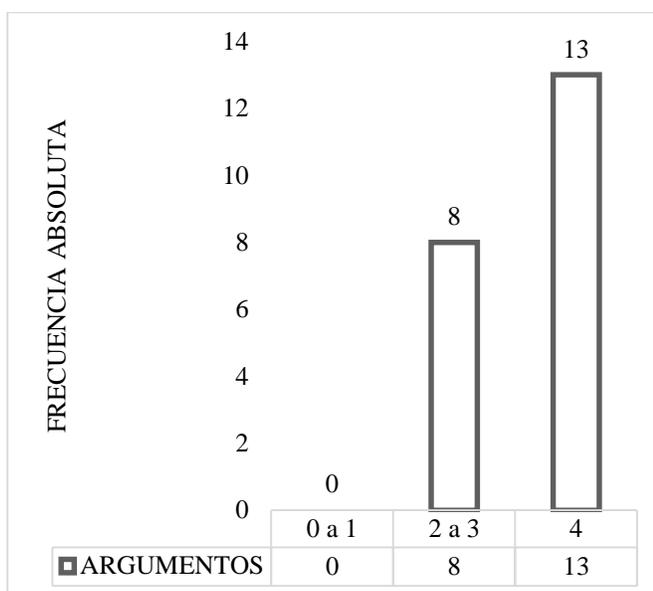


Figura 7.1.5.1 OFMP Argumentos P6

Son considerados como argumentos las rutas de lectura (proposiciones) que conectan al menos, dos conceptos en el MCH que justifican la resolución del problema. Por ejemplo la resolución del problema se justifica al considerar que el movimiento de la bala es parabólico y se considera bidimensional, se puede observar en la Figura 7.1.5 que para el problema 6 la mayoría de los alumnos logró realizar estas conexiones de manera eficiente.

A continuación se muestra un ejemplo por cada rango.

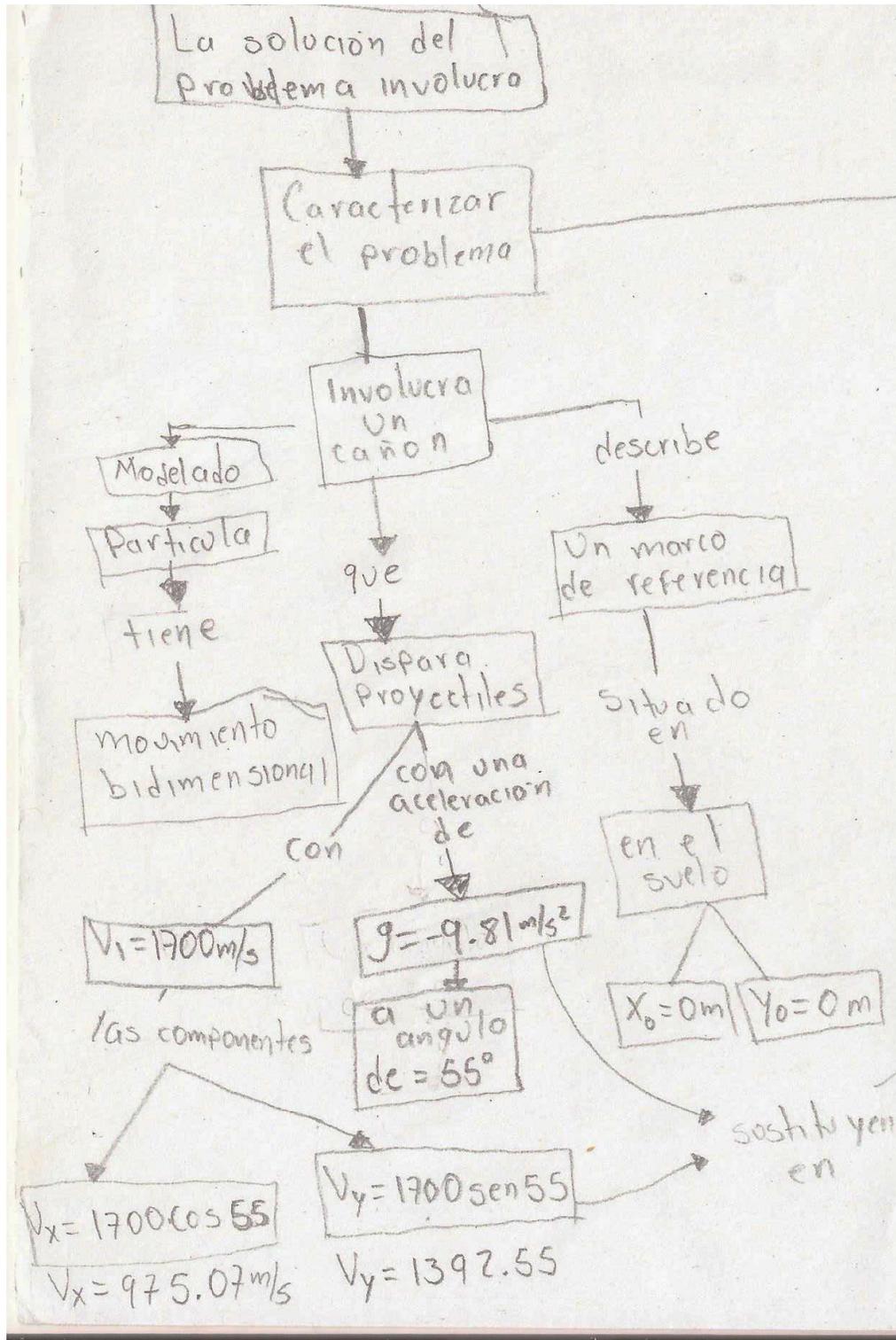


Figura 7.1.5.2 Producción de alumno P6 OFMP Argumentos Nivel Alto

Se puede observar en la figura anterior que el alumno realizo adecuadamente la relación entre los conceptos, utilizó palabras de enlace adecuadas y al tomar alguna ruta de lectura, esta tiene un argumento correcto.

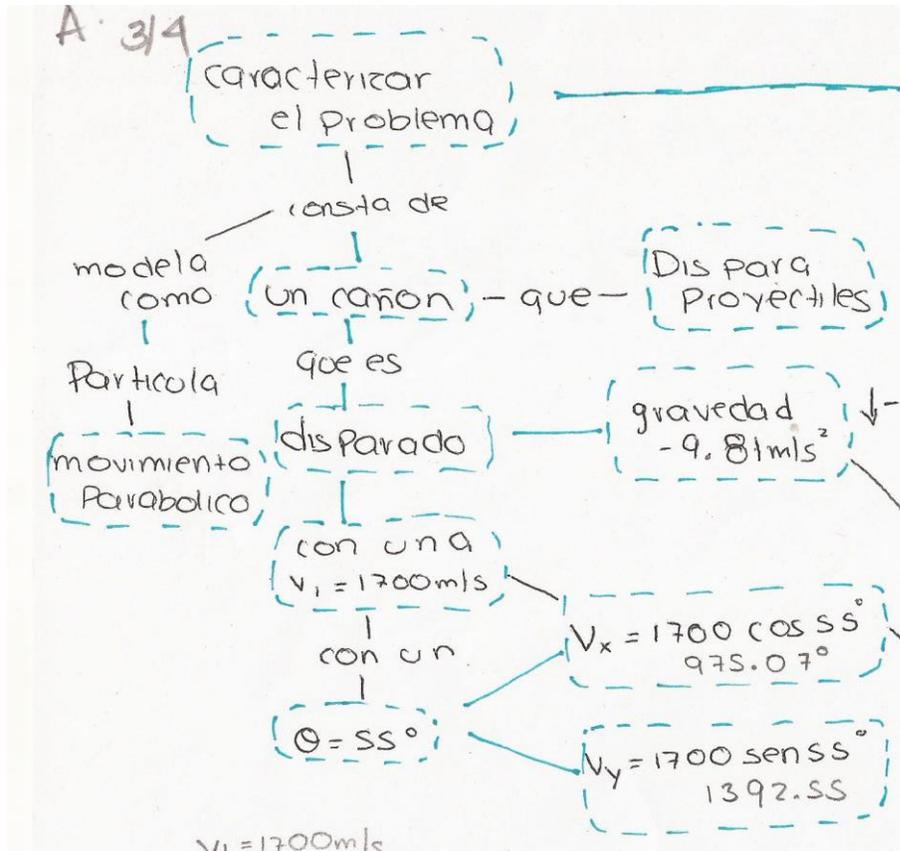


Figura 7.1.5.3 Producción de alumno P6 OFMP Argumentos Nivel Medio

La figura 7.1.5.3 muestra la producción de nivel medio de un alumno, se puede observar que la estructura es adecuada, sin embargo el alumno omite algunos conceptos, por lo cual los argumentos no se encuentran completos, además de que la relación entre ellos no se encuentra escrita explícitamente, pues el alumno omite palabras de enlace.

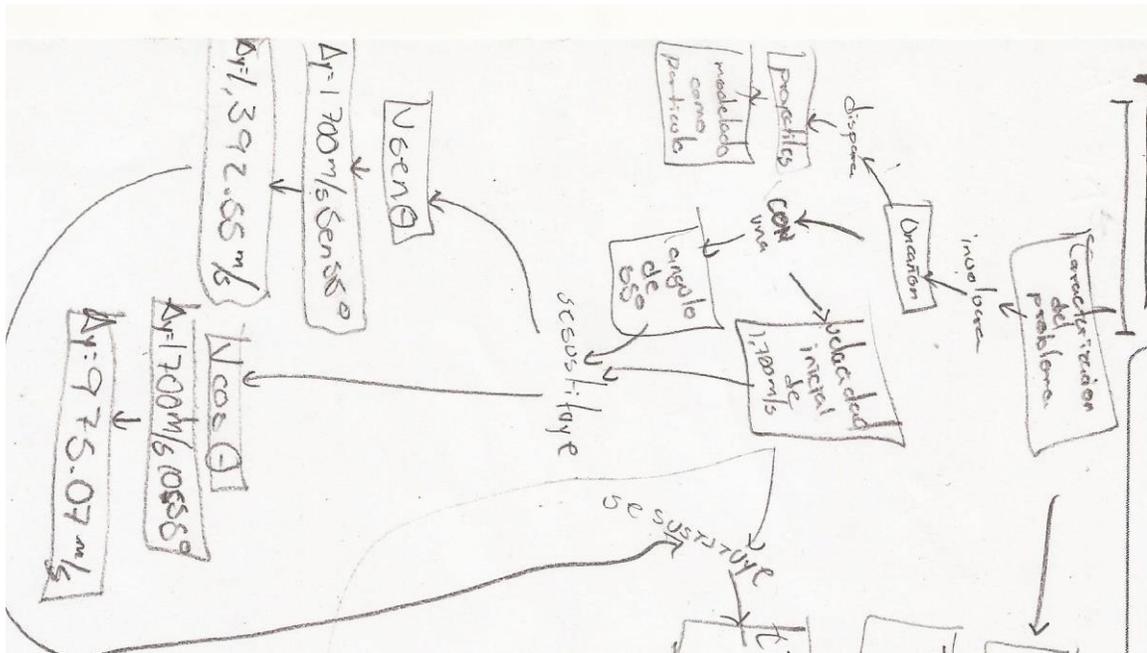


Figura 7.1.5.4 Producción de alumno P6 OFMP Argumentos Nivel Bajo

La figura 7.1.5.4 muestra la producción de un alumno, la cual se encuentra catalogada en el nivel bajo, esto debido a la falta de conceptos y conexiones entre ellos, se puede observar que el alumno omite palabras de enlace y la estructura jerarca del mapa no está bien definida.

Al finalizar la aplicación de las variantes en el grupo experimental, se realizó un examen tradicional a ambos grupos, control y experimental, el cual consistía en resolver dos problemas del tema de Tiro Parabólico similares a los vistos en clase. Cabe recordar que ambos grupos trabajaron con exactamente los mismos problemas, la diferencia radicó en la metodología empleada para resolverlos. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente sección.

7.2 Resultados de examen de conocimientos

En esta sección son presentados los resultados del examen aplicado a los grupos experimental y control, el cual fue aplicado durante la última sesión de clases del curso y tuvo una duración de una hora. Cabe mencionar que a pesar de que al inicio de la implementación cada uno de los grupos contaba con 25 alumnos, al finalizar el semestre con la evaluación del tema de Tiro parabólico la cantidad de alumnos de los grupos disminuyó a 17 alumnos en ambos grupos.

Los resultados son presentados en histogramas, en los cuales el eje horizontal corresponde a cada uno de los alumnos que presentaron el examen y el eje vertical a la calificación obtenida en un rango de 0 a 10.

Como se mencionó en la sección 5.2 la evaluación de los exámenes fue realizada por el docente encargado de ambos grupos y bajo los propios criterios del docente. A continuación se muestran los resultados obtenidos, en principio se muestran las calificaciones obtenidas en el grupo experimental y posteriormente las obtenidas por el grupo control.

7.2.1 Grupo experimental.

La Figura 7.2 muestra los resultados obtenidos por el grupo experimental, se puede observar que Del 100% de los alumnos del grupo experimental que aplicaron el examen el 59% aprobó con un rango de calificación de 6 a 10.

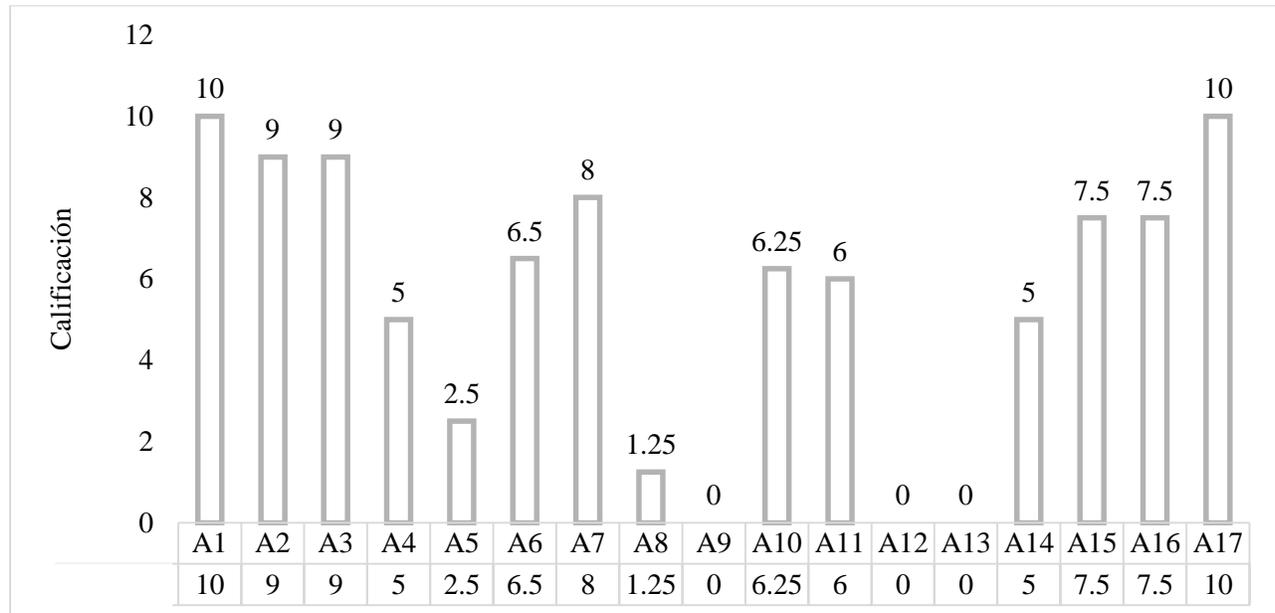


Figura 7.2. Calificaciones examen grupo experimental

El 41% restante obtuvieron una calificación menor o igual 5, dicho porcentaje corresponde a una cantidad de 7 alumnos del grupo experimental, de los cuales 3 de ellos obtuvieron un cero en el examen y que las calificaciones de los otros 4 alumnos varían en un rango de 1.25 a 5. El promedio general del grupo fue de 5.5.

7.2.2 Grupo control

La Figura 7.3.2 muestra las calificaciones obtenidas por el grupo control, se puede observar que de los 17 alumnos que presentaron el examen sólo uno lo aprobó, con una calificación de 8.5.

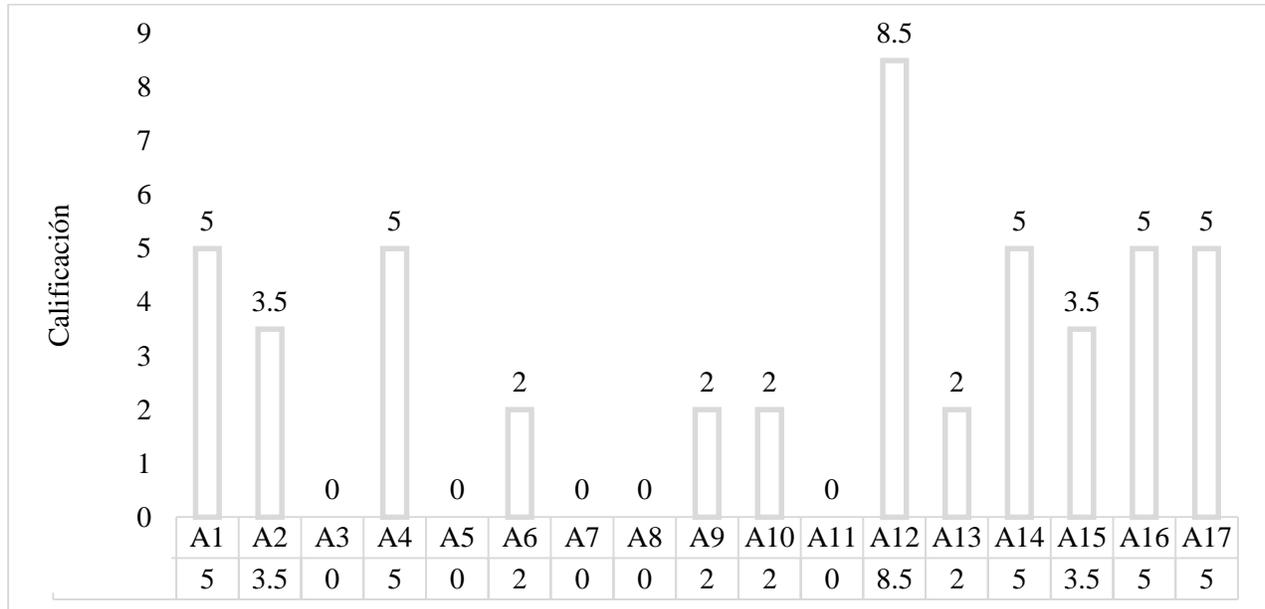


Figura 7.2.2 Calificaciones examen grupo control

De los 16 alumnos que reprobaron, 5 de ellos obtuvieron una calificación de cero, 6 obtuvieron una calificación entre 2 y 3.5 y el resto obtuvo una calificación igual a 5. El promedio grupal fue de 2.85.

Es decir, del 100% de alumnos del grupo experimental que aplicaron el examen únicamente el 6% aprobó y 94% restante obtuvo una calificación reprobatoria.

Para poder realizar una comparación más detallada en cuanto a los resultados obtenidos en ambos grupos, se muestra a continuación en la Figura 7.3.3 los resultados obtenidos por rangos de calificación.

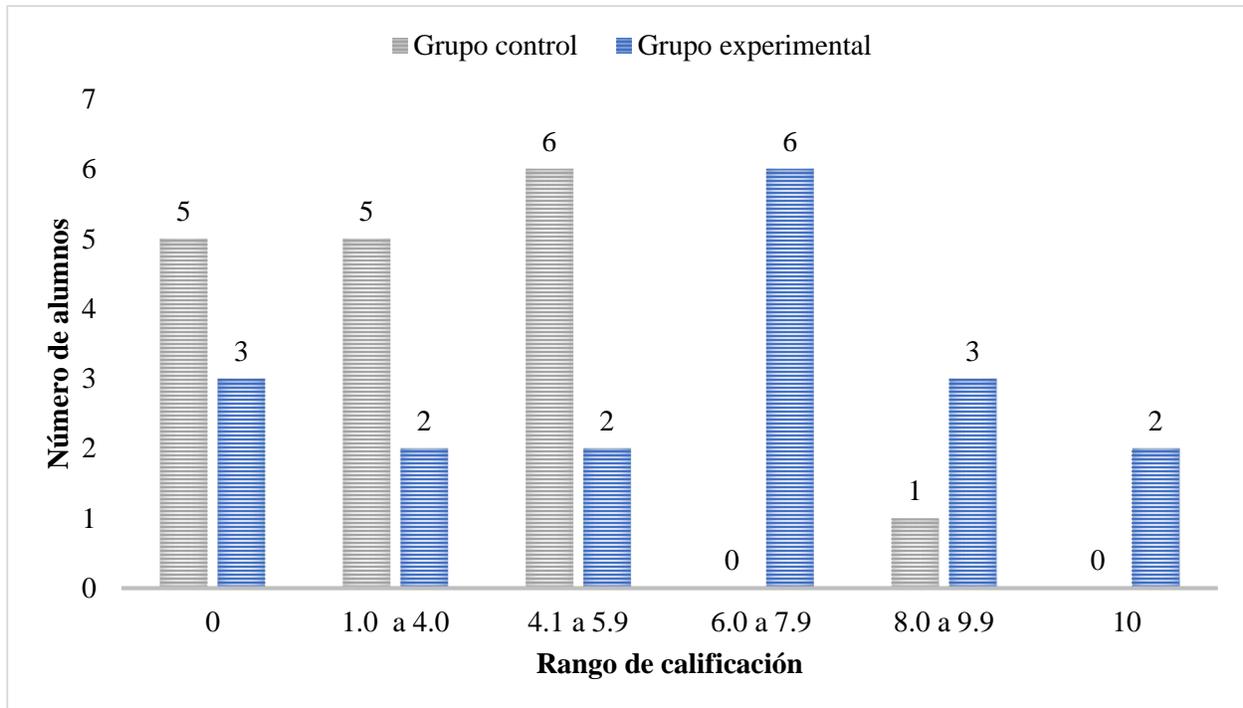


Figura 7.2.3 Rango de calificaciones grupos experimental y control.

La Figura 7.2.3 muestra los resultados obtenidos por ambos grupos, el eje horizontal corresponde a los rangos de calificación, mientras que el eje vertical representa la frecuencia de alumnos por rango.

Los rectángulos en color azul corresponden a los alumnos del grupo experimental, es decir, al grupo con el cual se estuvieron trabajando las diferentes variantes. Las barras en color gris conciernen al grupo control, en el cual se trabajó con los mismos problemas pero de manera tradicional.

Se puede observar que existen diferencias considerables en cuanto a los resultados por rango de calificación, sobretodo en la cantidad de alumnos que aprobaron el examen, del grupo experimental fueron 11 mientras que del grupo control únicamente un alumno obtuvo una calificación aprobatoria.

7.3 Resultados encuesta de satisfacción grupo experimental

Al finalizar la aplicación del examen en el grupo experimental, se les presentó a los alumnos una encuesta de satisfacción referente a la metodología utilizada para explicar los diferentes temas. Dicha encuesta tenía la finalidad de conocer en cierta medida, la percepción de los alumnos al trabajar con los MCH.

La encuesta consistía en responder 5 ítems en un rango de 5 a 1. En donde 5 corresponde “totalmente de acuerdo”, 4 “de acuerdo”, 3 “indeciso”, 2 “en desacuerdo” y 1 a “Totalmente en desacuerdo”. Los ítems o preguntas realizadas a los alumnos fueron las siguientes: Pregunta 1: Los MCH presentan de forma ordenada y lógica la resolución de un problema, Pregunta 2: Los MCH’s permiten conocer más a fondo los conceptos, las propiedades y procedimientos en la resolución de un problema. Pregunta 3: Fue fácil realizar las actividades de resolución de problemas con los MCH en equipos. Pregunta 4: Fue fácil realizar las actividades de resolución de problemas con los MCH de manera individual. Pregunta 5: Independientemente de mi percepción acerca de la facilidad para hacer los MCH, éstos me ayudaron a ordenar y desarrollar matemáticamente mejor los problemas.

La Figura 7.3 muestra los resultados obtenidos, el eje horizontal corresponde a los cinco ítems de la encuesta, mientras que el eje vertical corresponde a la frecuencia de respuesta de los alumnos.

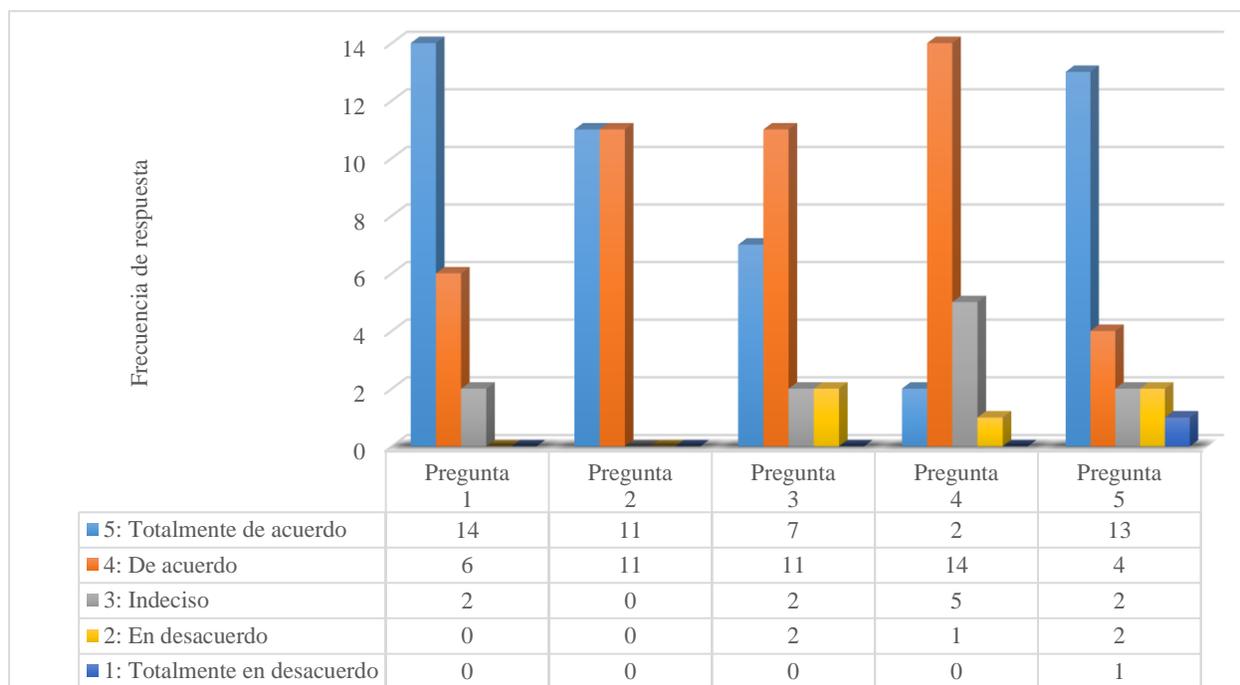


Figura 7.3 Resultados de la encuesta de satisfacción.

Como se puede observar en la figura anterior la mayoría de los ítems se encuentran en un rango de 5-4, lo que corresponde a Totalmente de acuerdo- De acuerdo. La encuesta fue respondida de manera anónima, al final de la hoja se contaba con un apartado en el cual los alumnos podían hacer algún comentario relacionado con el uso de los MCH's, a continuación se muestran algunos ejemplos.

Que estan muy bien y si ayudan a comprender mejor los problemas y los datos que efectuan en un procedimiento.

Ne fue más fácil comprender los problemas y su resolución gracias a los mapas.

Creo que lo unico que hace falta es
un poco mas de tiempo para comprender
mejor.

Si ordena mejor el problema
pero me revolvia más al
momento de intentar hacerlos

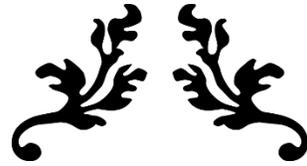
En lo personal me desorientaron
mucho poner de manera
ordenada (con un esquema formalizado).

Me parece una idea perfecta
para captar los problemas,
es bueno usar nuevos
metodos de enseñanza.

Como se puede observar la mayoría de los comentarios fueron positivos, únicamente un alumno mostró cierto rechazo a la metodología empleada, sus argumentos eran que le costaba demasiado ordenar sus ideas, y el MCH era ordenado y estructurado, lo que provocaba que entrara en conflicto al momento de querer ordenar sus ideas para resolver los problemas.

En cuanto a los demás comentarios, los alumnos consideraron la metodología como novedosa y apropiada para ordenar sus ideas y no confundirse al momento de resolver un problema. Otro aspecto que cabe señalar es que los alumnos consideraron que el tiempo dedicado a trabajar con los mapas no fue el suficiente.

En el siguiente capítulo se presentan algunas consideraciones finales, las respuestas a las preguntas de investigación y las conclusiones de la misma.



Capítulo VIII

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



En este capítulo se presenta en la sección 8.1 la discusión sobre los elementos del análisis presentado en el capítulo anterior, con la finalidad de caracterizar la metodología empleada. Para finalizar en la sección 8.2 se presentan las conclusiones derivadas de las respuestas a las preguntas de investigación.

8.1 Discusión

Para realizar la discusión se retoman aspectos del análisis realizado en las diferentes secciones del capítulo anterior, la discusión se presenta a continuación.

En la sección 7.1.1 fue presentado el análisis del objeto *Lenguaje* en el cual se describió lo que los problema 5.1 y 5.2 planteaban la misma situación problemática pero con marcos de referencia distintos, las actividades correspondientes a dichos problemas fueron aplicadas de forma simultánea, lo cual provocó confusión en alumnos ya que fueron incapaces de diferenciar los procedimientos para cada marco, por lo que la mayoría de ellos dejaron inconclusas las actividades. Las dificultades que surgen al plantear la resolución simultánea de un problema mediante dos marcos de referencia probablemente están relacionadas con el hecho de que los alumnos no tienen claro el concepto de *marco de referencia*, el cual es un concepto clave para la resolución de este tipo de problemas, ya que una comprensión adecuada de dicho concepto hubiese llevado al alumno a una reorganización de las funciones semióticas y dar solución a ambos.

Las dificultades que surgen al plantear la resolución de un problema mediante dos marcos de referencia van más allá del trabajo con los MCH's, sin embargo, cabe destacar que gracias a estos fue posible identificarlas, dichas dificultades pueden ser motivo de otra investigación para analizar a detalle este fenómeno.

Por otra parte, en la sección 7.1.2 se presenta el análisis de los resultados del objeto *Conceptos*, prestando mayor atención a los obtenidos por el P4 (debido al alto porcentaje obtenido con respecto a los demás problemas), cabe recordar que dicho problema fue resuelto de manera grupal. Los resultados obtenidos muestran indicios de que el MCH favorece el aprendizaje mediante el trabajo colaborativo, pues al trabajar de esta manera aumenta el interés y la motivación de los alumnos, puesto que hay una mayor cercanía entre los miembros del grupo, además se mejoran las capacidades de razonamiento compartido y de socialización de los estudiantes.

De igual manera, por medio del MCH los alumnos logran percatarse que la resolución de los diferentes problemas implica ir de conceptos ostensivos a conceptos no ostensivos (más

generales y abstractos), estos tipos de conceptos pueden ser observados en la práctica “*Caracterizar el problema*”, la cual es considerada como la práctica interpretativa del MCH.

Con respecto a la sección 7.1.3 en la cual son presentados los resultados del objeto *Propiedades*, en el análisis de los datos se destaca que en la mayoría de los problemas, los alumnos si consideran las propiedades a ser empleadas en la resolución de los mismos. Dicho de otra manera, los alumnos fueron capaces de identificar las propiedades utilizadas durante la unidad como lo son la descomposición de movimiento y las diferentes ecuaciones que describen el movimiento parabólico de un cuerpo. Sin embargo, es importante señalar que a pesar de que los alumnos identifican dichas propiedades, en ocasiones no lograron aplicarlas de manera eficiente.

En la sección 7.1.4 que corresponde al objeto *Procedimientos* durante el análisis se observó un incremento de P2 a P4 en dicho objeto, lo cual podría explicarse al considerar que los alumnos se percatan de las características del proceso de resolución epistémica del problema. Es decir, se trata de que los alumnos van de un esquema en el que buscan datos y tratan de sustituir a fórmulas al esquema epistémico en el que se parte de la interpretación y luego a la realización de otras prácticas procedimentales.

Por otra parte, se puede observar un desempeño adecuado en el trabajo individual de los alumnos, específicamente en el reactivo P6, ya que este da evidencia de la realización del proceso de generalización debido a que los alumnos fueron capaces de llevar a cabo el sistema de prácticas “estándar” (interpretativo en un principio y luego procedimental) para la resolución de un nuevo problema P6.

Es importante señalar que, durante la aplicación de las actividades, los errores con respecto al objeto *Procedimientos* se encontraba fuertemente relacionados con el no interpretar correctamente lo que el enunciado solicitaba. Por ejemplo, en el P6 se solicitaba calcular el tiempo de vuelo y alcance máximo de un objeto, sin embargo, la mayoría de los alumnos al calcular el tiempo de vuelo únicamente calculaban el tiempo que tardaba el objeto en llegar a su altura máxima (tiempo de subida) y daban como solución dicho valor, a pesar de que para calcular el tiempo de vuelo era necesario multiplicar por dos el tiempo obtenido o de “subida”. Dado que los alumnos calculaban mal el valor del tiempo al sustituirlo en la ecuación para encontrar el alcance máximo esto provocaba que también obtuvieran un valor erróneo.

Finalmente en la sección 7.1.5 se presentaron los resultados del objeto *Argumentos* y el análisis de los mismos, en el cual se pudo observar que en la mayoría de los problemas los alumnos realizaron un buen desempeño, es importante recordar que dicho objeto se encuentra relacionado con la parte interpretativa del problema y conforma la práctica “*Caracterizar el problema*” en el MCH, en otras palabras, los alumnos fueron capaces de identificar los valores numéricos presentados en el enunciado del problema e interpretarlos como, velocidad inicial, ángulo de inclinación, marco de referencia, etcétera.

A continuación son presentadas las conclusiones y reflexiones finales de la investigación.

8.2 Conclusiones

En esta sección se presentan las respuestas a las preguntas de investigación con las cuales se espera obtener elementos para apoyar o refutar las hipótesis planteadas al inicio de la misma. Las preguntas y respuestas de las mismas se presentan a continuación.

Las primeras dos preguntas de investigación están relacionadas a la hipótesis 1, las preguntas y respuestas son las siguientes.

- ***¿Cuáles son los elementos de la metodología apoyada en la técnica de representación del MCH que permiten la comprensión del movimiento parabólico?***

Se propone que el MCH puede ser utilizado como una metodología didáctica para la clase de física o matemáticas, en conjunto con otras representaciones gráficas (representaciones pictóricas, diagramas, por mencionar algunas), a través del planteamiento de actividades individuales o grupales. A partir del MCH institucional (epistémico) es posible elaborar variantes para motivar la discusión y reflexión entre los alumnos. En este trabajo se han presentado tres variantes del MCH, aunque posiblemente puedan desarrollarse otras, las cuales corresponden al problema prototipo que considera el tema de Tiro Parabólico. Los elementos de la metodología van del diseño de los MCH's hasta su implementación y evaluación, enseguida se describen cada uno de ellos.

Diseño: Para el diseño de los MCH's fue necesario realizar la interpretación ontosemiótica de los mismos, la cual permite describir gráficamente las practicas que conforman el sistema de prácticas implicado en la resolución de un problema de la física escolar. Al diseñar El MCH

epistémico es considerada la componente institucional, la cual muestra la estrategia de resolución que debería ser empleada por los alumnos al resolver los problemas.

Las variantes fueron elaboradas a partir de los MCH's epistémicos, cada una de ellas permite trabajar de manera específica con un OFMP concreto, por ejemplo la variante i) permite observar de manera más específica al objeto *Conceptos* ya que en esta son eliminados los conceptos de la práctica interpretativa del MCH. Mientras que por medio de la variante iii) es posible observar el objeto *Procedimientos* y el conocimiento que el alumno tiene del mismo.

Cabe recordar que para la presente investigación, los MCH's institucionales (epistémicos) fueron realizados a través de la resolución del docente frente a los grupos experimental y control. Lo anterior debido a que los MCH's epistémicos tienen que ser resueltos por profesores expertos que conozcan a los estudiantes con los que se va a trabajar, de este modo, el MCH contendrá los elementos adecuados que el profesor a cargo desea que los alumnos aprendan.

Implementación: Para llevar a cabo la implementación de los MCH's fue necesario de primera instancia trabajar con mapas conceptuales, esto con finalidad de que los alumnos reconocieran o recordaran sus elementos o características fundamentales, como los son su estructura jerarquía, las relaciones que existen entre los conceptos a través de las palabras de enlace, por mencionar algunas.

Otro aspecto que fue considerado durante la implementación, fue el orden en el cual serian aplicadas o presentadas a los alumnos las diferentes variantes. En primer momento fueron aplicadas variantes del tipo i) y ii) en las cuales los alumnos únicamente tenían que completar espacios vacíos con conceptos, formulas u operaciones aritméticas, posteriormente se trabajó con variantes en las que además de realizar lo anterior debían de organizar el sistema de prácticas, como es el caso de la variante iii). Como última fue considerada la elaboración completa de un MCH de manera individual.

En cuanto a la manera de aplicar las actividades, resulta adecuado combinar el trabajo individual con el trabajo colaborativo, ya que de esta manera se promueve el dialogo, la negociación y el establecimiento de argumentos en los alumnos, además de que el trabajo colaborativo favorece la motivación y la creatividad.

Es importante tener algunas consideraciones con respecto a la variante iii) del MCH, la cual se plantea como un rompecabezas, ya que esta debe de ser desarrollada de manera cuidadosa, de tal manera que la resolución de dicha variante promueva la reflexión y no la búsqueda de patrones del esquema a ser elaborado. Es pertinente que al realizar la actividad los alumnos cuenten ya con las piezas recortadas para de esta manera optimizar el tiempo designado a la actividad.

Evaluación: Las producciones de los estudiantes en la resolución de las actividades planteadas mediante el MCH pueden ser evaluadas de manera adecuada tomando en cuenta los OFMP señalados por la teoría del EOS. De este modo, las rubricas deberán contener necesariamente dichos objetos y los criterios adecuados para ser identificados en las producciones de los alumnos.

Como se pudo observar en los resultados de la encuesta de satisfacción (sección 7.3), uno de los alumnos manifestó incomodidad al trabajar con los MCH's, es importante realizar una encuesta para conocer las opiniones de los alumnos acerca del trabajo con los MCH's. Los resultados de la misma podría mostrar si algunos alumnos no se encuentran cómodos o les resulta complicado el uso de la técnica de los MCH's, a partir de las observaciones se podrían encontrar elementos que tendrían que ser modificados, es decir, se requeriría la implementación de otra metodología.

El MCH puede ser considerado como un recurso didáctico, sin embargo, bajo este enfoque dicha técnica podría llegar a ser desprovista de una teoría interpretativa y de evaluación. Sin ninguna secuencia organizada de elementos que guíen la construcción del conocimiento.

- *¿Cómo es posible que el uso de la metodología-MCH logre favorecer el aprendizaje del tema de Tiro Parabólico en estudiantes de ingeniería a nivel universitario?*

Mediante el trabajo con el MCH y sus variantes se logra favorecer el razonamiento lógico de los alumnos, disminuir el aprendizaje memorístico de las definiciones y procedimientos, además de que, mediante las actividades que se realizan por equipos, el estudiante propone soluciones y las defiende con el fin de resolver el problema abordado.

Además mediante la metodología aplicada los alumnos fueron capaces de realizar un razonamiento metacognitivo, es decir, fueron capaces de reflexionar los procesos de pensamiento y la forma en la que aprenden, al igual que identificar los aspectos donde tuvieron deficiencias al

realizar las actividades, este momento de reflexión se complementaba al realizar la retroalimentación de las actividades. Dicho en otras palabras, los estudiantes fueron capaces de razonar sobre su propio saber y sus propias estrategias de resolución para poder completar, organizar o elaborar el MCH. Como evidencia de la realización de dicho proceso es el hecho de que el último ejercicio donde los alumnos elaboraron sus propios mapas, es posible observar que los alumnos contemplan diferentes prácticas del sistema de prácticas de resolución. En comparación con los alumnos del grupo control, los cuales presentaban un proceso de resolución un tanto desordenado.

Con base en las respuestas anteriores podemos apoyar completamente la siguiente hipótesis de investigación: *La metodología apoyada en el MCH permite a los estudiantes observar el conjunto de Objetos Físico-Matemáticos Primarios (OFMP en adelante) que participan (o están involucrados) en el sistema de prácticas operativas y discursivas que se tiene que llevar a cabo en la resolución de una situación física problematizada a través de las distintas variantes obtenidas a partir de una perspectiva institucional.*

Las siguientes dos preguntas de la investigación buscan apoyar o refutar la hipótesis 2, las preguntas y respuestas son las siguientes.

- ***¿Cómo favorece la metodología de Mapas Conceptuales Híbridos a que los alumnos logren conocer más a fondo los conceptos, las propiedades, los argumentos, procedimientos y significado en la resolución de un problema?***

Estos aspectos se ven favorecidos debido a que el MCH es una representación gráfica todos ellos, es decir, el MCH representa los conceptos, propiedades, procedimientos y argumentos que justifican el proceso de resolución del problema. Además, las actividades también fueron utilizadas para identificar los conceptos, propiedades, argumentos o procedimientos en donde los alumnos presentan dificultades (como fue el caso del concepto de *marco de referencia*).

El MCH muestra explícitamente el establecimiento de las funciones semióticas necesarias para la resolución de un problema físico planteado. Dicha trama de funciones semióticas se vuelve ostensiva a través de las conexiones entre los conceptos y las prácticas del sistema de prácticas. Además, como se ha mencionado cada variante permite maximizar el trabajo con cierto OFMP

específico. Por ejemplo la variante i) permite al alumno poner mayor atención a los conceptos que entran en juego en la solución del problema y la manera en que estos se organizan para formar de esta manera argumentos válidos.

- ***¿Cómo caracterizar el proceso de evaluación de la metodología apoyada en el MCH?***

Es un hecho que la resolución de problemas es una actividad prioritaria en los cursos de matemáticas y física, incluso en muchos de los casos, la actividad se toma como la única forma de evaluación del aprendizaje. En ésta actividad, los estudiantes presentan dificultades al tratar de resolver una situación físico-matemática problematizada, por esta razón es que nuestra propuesta plantea que el uso de los MCH por el estudiante como una actividad de clase, podría favorecer (desarrollar o mejorar) la práctica de resolución de problemas en los mismos. La evaluación de las actividades puede ser llevada a cabo mediante una rúbrica como la mostrada en el capítulo 5, cual toma como referencia cada uno de los OFMP presentados por el EOS.

Tomando en cuenta las respuestas anteriores poder apoyar completamente la siguiente hipótesis de investigación: *Los aprendizajes logrados mediante el uso de cada variante sugerido por la metodología-MCH pueden ser evaluados tomando en cuenta los OFMP señalados por el EOS. El uso de Mapas Conceptuales Híbridos como técnica de apoyo en la explicación del contenido de la Cinemática presenta una mejora en el aprendizaje de los estudiantes en el tema de Tiro parabólico.*

Las dos últimas preguntas, están relacionadas con la tercera y última hipótesis de investigación, las preguntas y respuestas son las siguientes.

- ***¿Cuáles son las ventajas y desventajas en una clase de física en nivel pre universitario en relación con el empleo de esta nueva metodología para la enseñanza del tema movimiento parabólico?***

- Ventajas: Motivación y buena aceptación por parte de los alumnos, al ser algo novedoso para ellos, ya que se rompe con el esquema tradicional de enseñanza. Favorece el trabajo colaborativo en el aula de clase, lo que permite a los alumnos compartir ideas y técnicas de resolución de problemas.

- Desventajas: En ocasiones el tiempo dedicado a la elaboración y aplicación de las actividades puede ser demasiado extenso, sobretodo en actividades relacionadas con la variante iii) presentada (rompecabezas).
- ***¿Cuál es la percepción de los estudiantes ante el uso de los MCH?***
 - De manera general, la metodología fue aceptada por parte de los alumnos, fue considerada como novedosa ya que sale del esquema tradicional de enseñanza, además de que el hecho de trabajar de manera colaborativa fomenta en ellos la discusión y el análisis entre iguales.

Con base en las respuestas de las preguntas anteriores se puede apoyar completamente la siguiente hipótesis de investigación: *El uso de la metodología apoyada en la técnica del MCH en una clase preuniversitaria de física provoca que los estudiantes se familiaricen con los OFMP y el sistema de prácticas de resolución de problemas representados de forma gráfica pues presentan de manera ordenada y lógica la resolución del mismo y permite el trabajo individual y colaborativo entre alumnos y alumnos-maestro.*

Es importante destacar que el MCH interpretado desde el EOS puede ser usado como herramienta de investigación (Moreno, 2017) para indagar las concepciones de estudiantes o profesores, para la evaluación de los conocimientos, o como una herramienta didáctica para abordar otros contenidos de la física o de la matemática en el aula (solución de ecuaciones cuadráticas o sistema de ecuaciones), incluso para abordar contenidos escolares de otras áreas como la Química o la Biología para describir la resolución de problemas en donde se requiere representar procesos.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. F. (2006). El mapa conceptual una herramienta para aprender y enseñar. *Plasticidad y Restauración Neurológica*, 5(1), 11.
- Aguilar, M. F. (2012). *Didáctica del mapa conceptual en la educación superior. Experiencias y aplicaciones para ayudar al aprendizaje de conceptos*. México: ediciones mínimas.
- Briones, G. (1996). *Investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogotá: Ltda.
- Buteler, L., Gangoso, Z., Brincones, C. I., & González, M. M. (2001). La resolución de problemas en Física y su representación: un estudio en la escuela media. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 285-295.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.*, 179-192.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2010). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. *Práxis Educativa*, 5(1), 9-29.
- Cuesta, A., & Benavente, N. (2014). Uso de TIC en la enseñanza de la Física: videos y software de análisis. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires, Argentina.
- D'Ambrosio, U. (1997). *Conocimiento matemático en la educación de jóvenes y adultos*. Santiago, Chile.
- D'Amore, B., & Godino, J. D. (2007). El enfoque ontosemiótico como un desarrollo de la teoría antropológica en didáctica de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 10(2), 191-218.
- Educ.ar. (2012). *Educ.car*. Obtenido de Educar-Recursos-Cmap Tools: <https://www.educ.ar/recursos/70314/cmap-tools>
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. *La investigación de la enseñanza*, 2, 95-301.

- Facultad de Ingeniería. (2017). *Programa Analítico*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Obtenido de <http://www.ingenieria.uaslp.mx/>
- Facultad de Ingeniería. (2017). *UASLP- Universidad Autónoma de San Luis Potosí*. Obtenido de Facultad de Ingeniería: <http://ingenieria.uaslp.mx/admision/>
- Farfán, R. M. (2016). El diseño de situaciones de aprendizaje como elemento para el enriquecimiento de la profesionalización docente . *Perfiles Educativos* , 24.
- Fernández, F. A. (1999). Didáctica y optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC)*. La Habana.
- Flórez, C. M. (2011). *Estrategia experimental para la enseñanza del movimiento de proyectiles y el movimiento circular uniforme utilizando el contexto*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5742/1/8410002.2011.pdf>
- Font, V. M., Godino, J. D., & D'Amore, B. (2007). Enfoque ontosemiótico de las representaciones en educación matemática. *For the learning of mathematics*, 27(2), 3-9.
- Font, V., & Contreras, Á. (2008). The problem of the particular and its relation to the general in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 69(1), 33-52.
- Font, V., & Rubio, N. V. (2017). Procesos matemáticos en el enfoque ontosemiótico. *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Obtenido de enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html
- Gangoso, Z. (1999). Investigaciones en resolución de problemas en ciencias. *Investigações em ensino de ciências*, 4(1), 7-50.
- García, F. M. (1992). Los mapas conceptuales de JD Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 148-158.
- Gil, P. D., Martínez, T. J., & Senent, P. F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(2), 131-146.

- Godino, J. D. (2002). Un enfoque Ontológico y Semiótico de la Cognición Matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2.3), 237-284.
- Godino, J. D. (2003). *Teoría de las funciones semióticas. Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Obtenido de Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.: http://www.ugr.es/local/jgodino/indice_tfs.htm
- Godino, J. D., & Batanero, C. .. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en didactique des Mathématiques*, 14(3), 325-355.
- Godino, J., & Recio, A. (1998). A semiotic model for analysing the relationships between thought, language and context in mathematics education. *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (págs. 1-8). South Africa: University of Stellenbosch: A. Olivier y K. Newstead.
- Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Méndez, G., & Rodríguez, S. (2014). Physics Tracker: Una implementación didáctica para la presentación del tema de tiro parabólico en bachillerato. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis*(Extra), 734 a 739.
- Merriam, S. (1998). *Investigaciones cualitativas y aplicación de estudio de casos en la educación*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Montes de Oca, N. R., & Machado, E. R. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades Médicas*, 11(3), 475-488. Obtenido de <http://humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/127/81>
- Moreno, M. G., Velázquez, Á. G., Páez, R. A., Luján, B. I., & Bernal, C. A. (2017). Causa de reprobación en ingeniería desde la perspectiva del académico y administradores. *Ciencia y Tecnología*, 1(14). Obtenido de http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT_14_15.pdf

- Moreno, M. N., Zuñiga, M. S., & Tovar, R. D. (2018). Una herramienta gráfica para la enseñanza de la cinemática mediante la resolución de problemas. *Latin-American Journal of Physics Education*, (en prensa).
- Moreno, N. (2017). Una representación gráfica de la práctica de resolución de problemas en cálculo diferencial. *Investigación en la escuela*(92), 60-95. Obtenido de <http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/R92/R92-5.pdf>
- Moreno, N. M., Font, V. M., & Ramírez, J. C. (2016). La importancia de los diagramas en la resolución de problemas de cuerpos deformables en Mecánica: el caso de la fuerza de fricción. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(1), 158-172.
- Peña, M. V. (2014). *Diseño de una experiencia de tiro parabólico para Bachillerato*. Universidad de Valladolid., Facultad de Ciencias. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6326>
- Pérez, E. S., L. G. Raffi, & Pérez, J. S. (1999). Introducción de las técnicas de modelización para el estudio de la física y de las matemáticas en los primeros cursos de las carreras técnicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(1), 119-129.
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. (1993). *FÍSICA* (Vol. 1). Compañía Editorial Continental.
- Sautu, R., Boniolo, P., Dalle, P., & Elbert, R. (2005). *Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. Buenos Aires: Clacso.
- Sautu, R., Boniolo, P., Dalle, P., & Elbert, R. (2005). *Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. Buenos Aires: CLACSO. Obtenido de CLACSO-Consejo Lationamericano de Ciencias Sociales.
- Serway, R., & Jewett, J. (2005). *Física para Ciencias e Ingeniería* (Vol. 1). Editorial Thomson.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología*. Editorial Reverté.
- University of Colorado. (2002). *PhET Interactive Simulations - Physics*. Recuperado el 23 de julio de 2018, de PhET: Interactive simulations.: <https://phet.colorado.edu/>

Vega, S., & Pérez, J. (2014). *Estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de la cinemática en la facultad de ciencias militares*. (Master's thesis), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.

Vera, F., Rivera, R., Fuentes, R., & Romero, D. M. (2015). Estudio del movimiento de caída libre usando videos de experimentos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 581-592.

ANEXOS

A. Problemas seleccionados para la elaboración de los MCH

a) Clases de introducción

- Mapa conceptual: mecánica
- ¿Cuál es la distancia recorrida por un autobús a una velocidad de 90 km/h, después de un día y medio de viaje?
- Un automóvil recorre 98 km en 2 horas. Calcula su velocidad.

b) Problemas MRU

- Una persona corre a una velocidad constante de 4m/s, durante 3 segundos y luego continua caminando durante 5 segundos a una velocidad constante de 1m/s hasta llegar a su destino. ¿Qué distancia recorrió?
- Un ciclista parte del reposo y acelera de manera constante a durante 7 segundos. A continuación se mueve a velocidad constante durante 5 segundos más. ¿Qué distancia recorrió en el trayecto?
- Una persona trota con una velocidad constante de 3 m/s durante 4 segundos, se detiene por 2 segundos, inmediatamente después reinicia su movimiento ahora en dirección contraria caminando a velocidad constante de 1 m/s durante 8 segundos ¿Cuál es su desplazamiento?

c) Problemas MRUA

- Una camioneta parte del reposo acelera de manera constante a 15 m/s^2 durante 6 segundos. ¿Qué distancia recorrió en el trayecto?
- Un ciclista parte del reposo y acelera de manera constante a 0.7 m/s^2 durante 7 segundos. A continuación se mueve a velocidad constante durante 5 segundos más. ¿Qué distancia recorrió en el trayecto?
- Un niño en bicicleta que parte del reposo acelera de manera constante a 1 m/s^2 durante 3 segundos. A continuación se mueve a velocidad constante durante 3 segundos más, después de los cuales disminuye su velocidad con una desaceleración de 1 m/s^2 hasta llegar al reposo. ¿Qué distancia recorrió en el trayecto?
- Juan se encuentra parado en la calle ($x=0$), cuando recuerda que dejó olvidado su celular en su casa la cual se encuentra en dirección al este y a una distancia de 8 m, acelera de manera constante a 0.1 m/s^2 hasta llegar a la casa se detiene, entra y toma su celular. ¿Cuánto tiempo

le toma regresar al punto de partida en la calle ($x=0$), si regresa a una aceleración constante del doble de la anterior y en dirección contraria?

d) Problemas Tiro Parabólico

- Una bala se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 50m. A la bala se le imprime una velocidad inicial de 10 m/s a un ángulo de 60° sobre la horizontal. Determine: a) ¿Cuánto tarda la bola en golpear el suelo?, b) ¿A qué distancia horizontalmente desde la base del edificio, la bola golpea el suelo?
- Una bola se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 30 m de altura. A la bola se le imprime una velocidad inicial horizontal de 12 m/s. Determine: a) ¿Cuánto tarda la bola en golpear el suelo?, b) ¿A qué distancia horizontalmente desde la base del edificio, la bola golpea el suelo?
- Una pelota se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 45 m de altura. A la pelota se le imprime una velocidad inicial de 8 m/s a un ángulo de -20° debajo de la horizontal. Determine: a) ¿Cuánto tarda la bola en golpear el suelo? b) ¿A qué distancia horizontalmente desde la base del edificio, la bola golpea el suelo?
- Una bola se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 40 m de altura. A la bola se le imprime una velocidad inicial de 10 m/s a un ángulo de 60° sobre la horizontal. Determine: a) ¿Para cuál valor del tiempo, posterior al lanzamiento, la partícula se encuentra de nuevo a una altura de 40 m sobre el suelo? b) ¿Cuál es su posición en coordenadas (x, y) considerando como origen la base del edificio, al tiempo $t=3$ seg?
- Un portero despeja el balón desde el césped a una velocidad de 25 m/s. Si la pelota sale del suelo con un ángulo de 40° y cae sobre el campo sin que antes lo toque ningún jugador. Calcular: a) Altura máxima del balón, b) Tiempo en que la pelota estará en el aire y c) Distancia desde el portero hasta el punto donde caerá en el campo.
- Un cañón dispara proyectiles a una velocidad inicial de 1,700 m/seg. a una inclinación de 55° con la horizontal. Calcula: a) ¿Cuánto tiempo permanecen en el aire? b) ¿Cuál será el alcance de los proyectiles?

B. Instrumentos de evaluación

a) Ejemplo de hoja de predicciones

HOJA DE PREDICCIONES

Instrucciones: Completa el mapa conceptual híbrido colocando en cada práctica los conceptos, propiedades, procedimientos y enlaces necesarios.

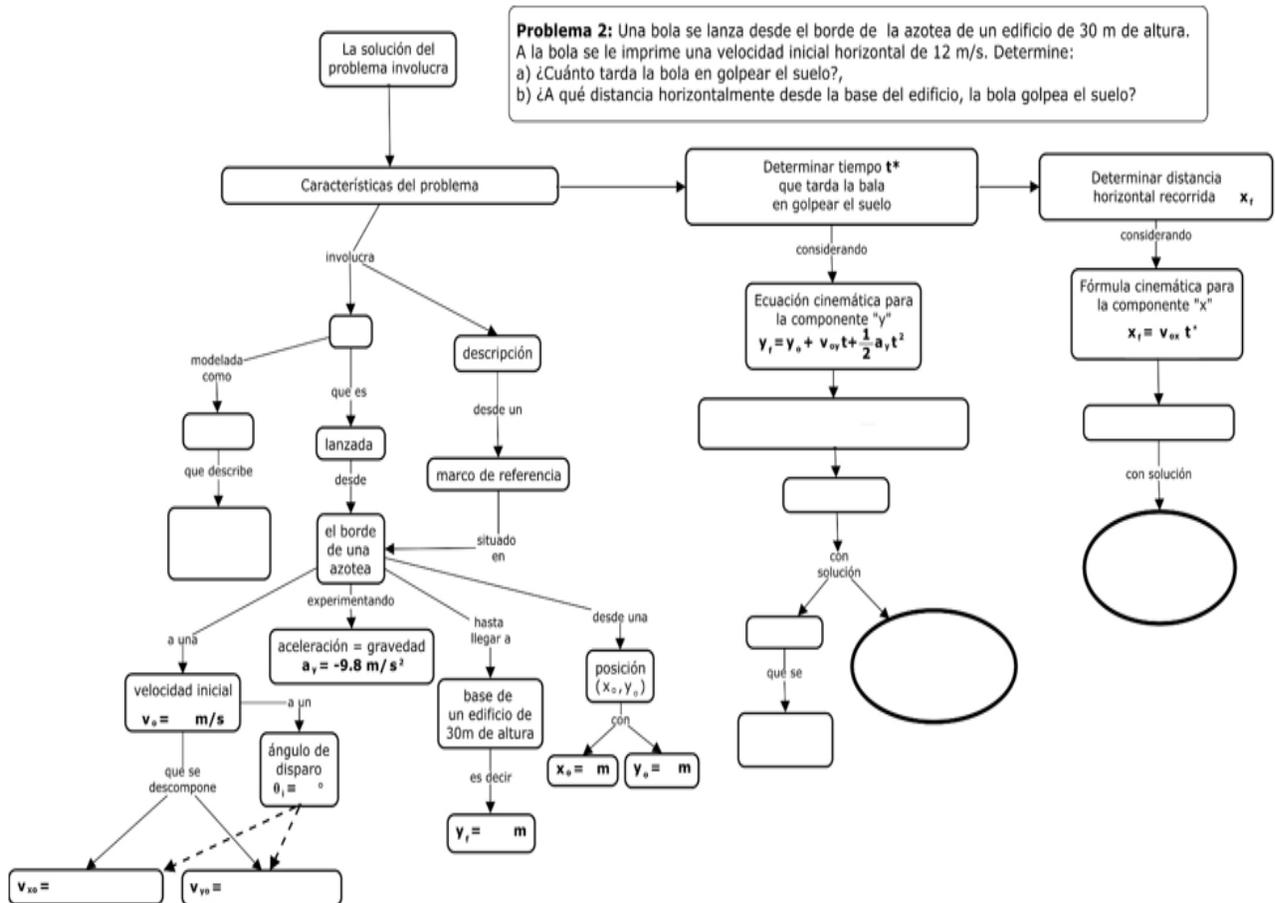
Introducción a la Física

Nombre: _____

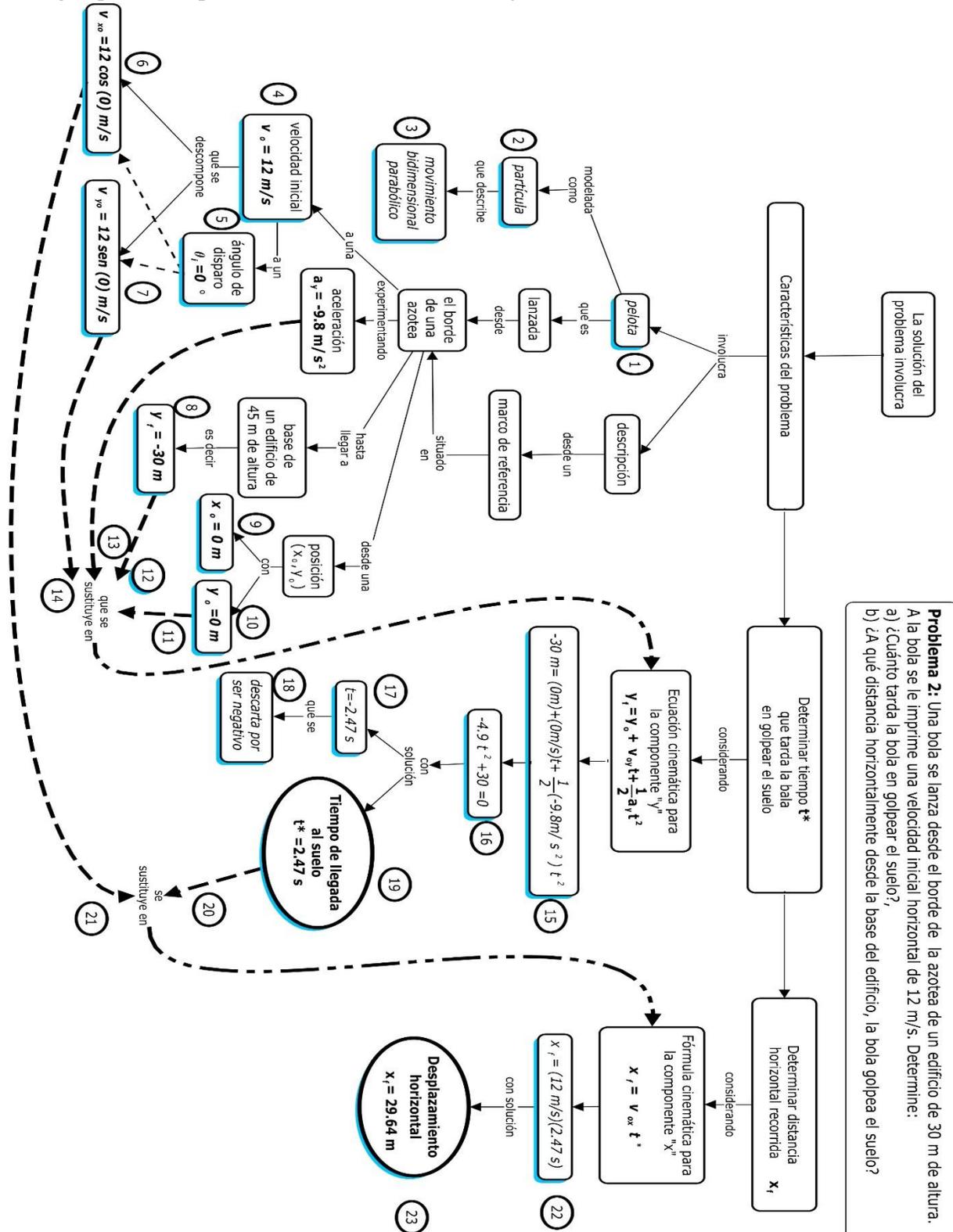
Fecha: _____ ; Individual: _____ X Grupal: _____

Tema: _____ ; Edad: _____

Género: _____ ; Carrera: _____



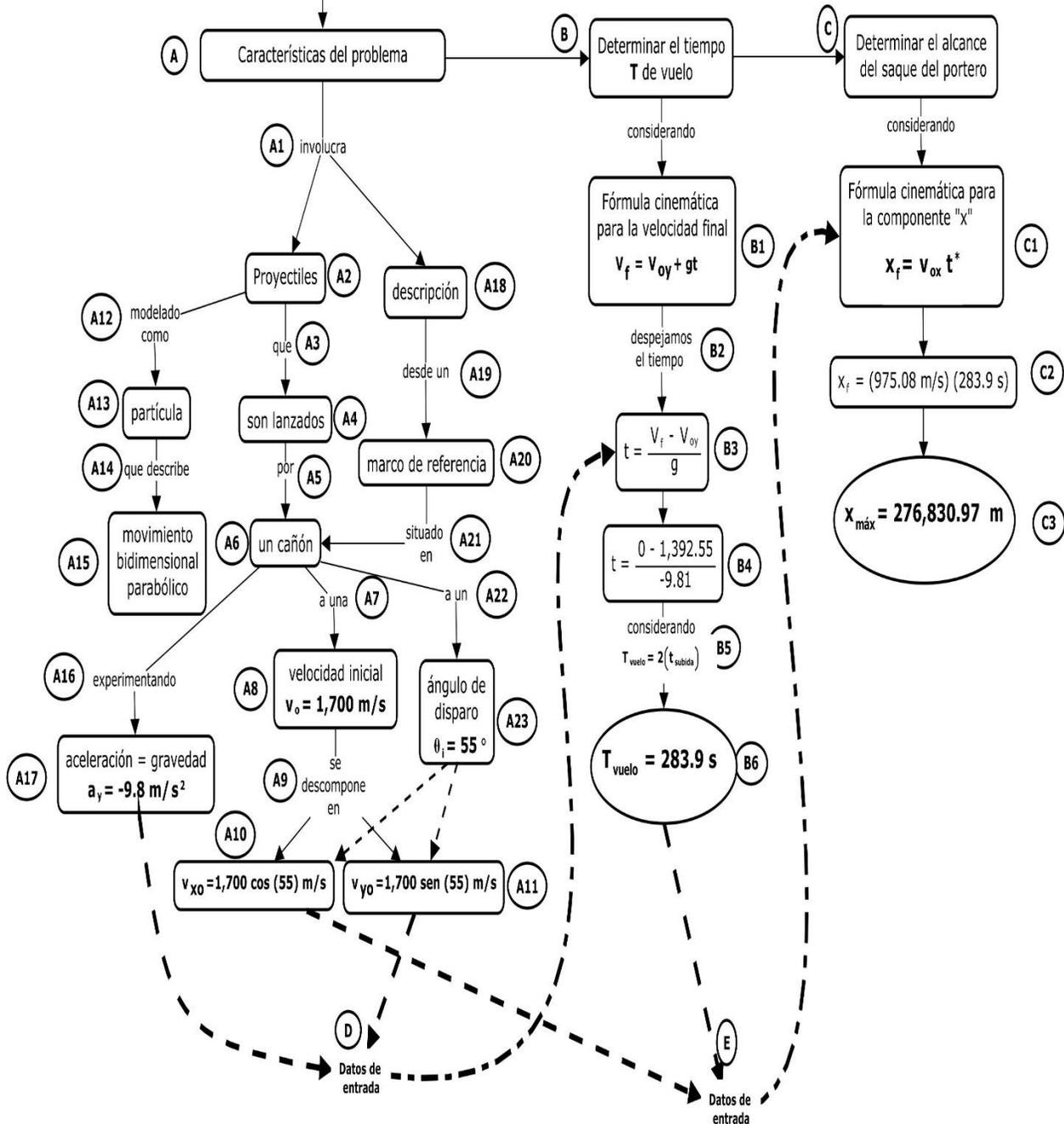
b) Ejemplo de Mapa Institucional. Problemas P2 y P6



Problema 2: Una bola se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 30 m de altura. A la bola se le imprime una velocidad inicial horizontal de 12 m/s. Determine:
a) ¿Cuánto tarda la bola en golpear el suelo?
b) ¿A qué distancia horizontalmente desde la base del edificio, la bola golpea el suelo?

La solución del problema involucra

Problema 6: Un cañón dispara proyectiles a una velocidad inicial de 1,700 m/seg. a una inclinación de 55° con la horizontal. Calcula: a) ¿Cuánto tiempo permanecen en el aire? b) ¿Cuál será el alcance de los proyectiles?



c) Examen

CUARTO EXAMEN PARCIAL DE INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA
Departamento Físico-Matemático UASLP, 04/12/2017

Nombre: _____ Horario: _____

RESUELVE CORRECTAMENTE Y DE MANERA ORDENADA, CLARA Y LIMPIA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS, REALIZA UN ESQUEMA O DIBUJO DE CADA UNO.

Problema 1. Una bala se lanza desde el borde de la azotea de un edificio de 30 m de altura. A la bala se le imprime una velocidad inicial de 30 m/s a un ángulo de 40° sobre la horizontal. Determine: a) ¿Cuánto tarda la bola en golpear el suelo? b) ¿A qué distancia horizontalmente y desde la base del edificio la bola golpea el suelo?

Problema 2. Un portero despeja el balón desde el césped a una velocidad de 22 m/s. Si la pelota sale del suelo con un ángulo de 30° y cae sobre el campo sin que antes lo toque ningún jugador. Calcular: a) Tiempo en que la pelota estará en el aire, b) La altura máxima que alcanza el balón y c) La distancia horizontal que recorre el balón, medida desde el portero hasta el punto donde caerá en el campo.

C. Datos duros capítulo VII

MCH Problema 2 (Individual)					
N° Aciertos	18	4	12	1	5
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	17	4	12	1	5
A2	13	4	5	1	4
A3	10	3	0	1	3
A4	8	2	0	1	2.5
A5	4	2	0	0	2
A6	13	3	6	1	4
A7	18	4	12	1	5
A8	12	4	0	1	5
A9	18	4	12	1	5
A10	18	4	12	1	5
A11	7	2	0	1	1.6
A12	8	2	6	1	3
A13	9	4	1	1	3.5
A14	13	3	1	1	4
A15	13	3	1	1	4
A16	18	4	12	1	5
A17	10	4	1	1	3
A18	11	3	10	1	3
A19	5	3	0	1	2.5

Promedio porcentual de aciertos P2 por OFMP					
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	94.4	100	100	100	100
A2	72.2	100	41.7	100	80
A3	55.6	75	0	100	60
A4	44.4	50	0	100	50
A5	22.2	50	0	0	40
A6	72.2	75	50	100	80
A7	100	100	100	100	100
A8	66.7	100	0	100	100
A9	100	100	100	100	100
A10	100	100	100	100	100
A11	38.9	50	0	100	32
A12	44.4	50	50	100	60
A13	50	100	8.3	100	70
A14	72.2	75	8.3	100	80
A15	72.2	75	8.3	100	80
A16	100	100	100	100	100
A17	55.6	100	8.3	100	60
A18	61.1	75	83.3	100	60
A19	27.8	75	0	100	50
Promedio grupal	65.8	81.6	39.9	94.7	73.8

MCH Problema 3 (Individual)					
N° Aciertos	23	7	14	3	5
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	22	7	14	3	5
A2	12	3	6	2	2.5
A3	12	4	2	3	2.5
A4	23	7	14	3	6
A5	10	4	6	3	3.25
A6	22	7	14	3	5
A7	21	7	10	3	5
A8	15	5	6	2	3.75
A9	13	7	7	2	3.5
A10	16	6	7	2	4
A11	17	7	9	3	4.75
A12	22	7	14	3	5
A13	17	7	8	3	5
A14	16	7	9	3	4.75
A15	21	6	14	3	4.5
A16	21	6	14	3	5
A17	21	7	14	3	4.75
A18	14	7	8	3	4.75
A19	11	5	1	2	3.5
A20	23	7	14	3	5

Promedio porcentual de aciertos P3 por OFMP					
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	95.7	100	100	100	100
A2	52.2	42.9	42.9	66.7	50
A3	52.2	57.1	14.3	100	50
A4	100	100	100	100	120
A5	43.5	57.1	42.9	100	65
A6	95.7	100	100	100	100
A7	91.3	100	71.4	100	100
A8	65.2	71.4	42.9	66.7	75
A9	56.5	100	50	66.7	70
A10	69.6	85.7	50	66.7	80
A11	73.9	100	64.3	100	95
A12	95.7	100	100	100	100
A13	73.9	100	57.1	100	100
A14	69.6	100	64.3	100	95
A15	91.3	85.7	100	100	90
A16	91.3	85.7	100	100	100
A17	91.3	100	100	100	95
A18	60.9	100	57.1	100	95
A19	47.8	71.4	7.1	66.7	70
A20	100	100	100	100	100
Promedio grupal	75.9	87.9	68.2	91.7	87.5

MCH Problema 4 (Grupal)					
N° Aciertos	23	4	13	2	4
EQUIPOS	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
E1	18	4	11	2	3
E2	17	4	11	2	3
E3	14	4	10	1	0
E4	22	4	13	2	4
E5	15	3	9	2	3
E6	16	4	10	2	3
E7	18	4	10	2	4

Promedio porcentual de aciertos P4 por OFMP					
EQUIPOS	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
E1	78.3	100	84.6	100	75
E2	73.9	100	84.6	100	75
E3	60.9	100	76.9	50	0
E4	95.7	100	100	100	100
E5	65.2	75	69.2	100	75
E6	69.6	100	76.9	100	75
E7	78.3	100	76.9	100	100
Promedio grupal	74.6	96.4	81.3	92.9	71.4

MCH Problema 5.1 (Individual)					
N° Aciertos	25	4	19	4	5
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	7	3	0	1	2
A2	14	3	8	3	3
A3	12	3	2	5	3
A4	15	3	12	4	3
A5	11	2	8	4	2
A6	11	2	8	3	1
A7	16	3	10	4	4
A8	14	3	10	4	4
A9	13	2	5	4	3
A10	9	3	4	4	3
A11	16	3	8	3	4
A12	8	3	1	1	2
A13	13	3	5	2	3
A14	13	2	3	3	2
A15	13	3	9	4	2

Promedio porcentual de aciertos P5.1 por OFMP					
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	28	75	0	25	40
A2	56	75	42.1	75	60
A3	48	75	10.5	125	60
A4	60	75	63.2	100	60
A5	44	50	42.1	100	40
A6	44	50	42.1	75	20
A7	64	75	52.6	100	80
A8	56	75	52.6	100	80
A9	52	50	26.3	100	60
A10	36	75	21.1	100	60
A11	64	75	42.1	75	80
A12	32	75	5.3	25	40
A13	52	75	26.3	50	60
A14	52	50	15.8	75	40
A15	52	75	47.4	100	40
Promedio grupal	49.3	68.3	32.6	81.7	54.7

MCH Problema 5.2 (Individual)					
N° Aciertos	25	4	19	4	5
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	17	3	9	4	3
A2	14	3	8	3	3
A3	6	3	0	1	2
A4	18	3	14	4	3
A5	12	2	11	3	2
A6	11	2	8	4	1
A7	16	3	10	4	3
A8	11	3	1	2	3
A9	0	0	0	0	0
A10	11	3	4	4	3
A11	12	3	4	2	4
A12	15	3	9	3	3
A13	14	3	9	4	3
A14	13	2	3	3	1
A15	12	2	10	4	1

Promedio porcentual de aciertos P5.2 por OFMP					
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	68	75	47.4	100	60
A2	56	75	42.1	75	60
A3	24	75	0	25	40
A4	72	75	73.7	100	60
A5	48	50	57.9	75	40
A6	44	50	42.1	100	20
A7	64	75	52.6	100	60
A8	44	75	5.3	50	60
A9	0	0	0	0	0
A10	44	75	21.1	100	60
A11	48	75	21.1	50	80
A12	60	75	47.4	75	60
A13	56	75	47.4	100	60
A14	52	50	15.8	75	20
A15	48	50	52.6	100	20
Promedio grupal	48.5	63.3	35.1	75	46.7

MCH Problema 6 (Individual)					
N° Aciertos	33	7	11	3	4
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	33	7	11	3	4
A2	27	6	7	3	4
A3	33	6	11	3	4
A4	27	4	6	2	3
A5	28	7	5	3	4
A6	28	7	6	3	4
A7	27	5	7	3	3
A8	28	7	7	2	4
A9	26	4	6	3	3
A10	27	5	7	3	3
A11	27	5	6	3	3
A12	23	3	0	1	2
A13	32	7	11	3	4
A14	27	7	4	3	4
A15	26	5	6	3	3
A16	29	7	6	3	4
A17	28	7	2	3	4
A18	28	7	5	3	4
A19	13	4	0	1	2
A20	30	7	8	3	4
A21	30	7	8	3	4

Promedio porcentual de aciertos P5.2 por OFMP					
Alumnos	LENGUAJE	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	PROPIEDADES	ARGUMENTOS
A1	100	100	100	100	100
A2	81.8	85.7	63.6	100	100
A3	100	85.7	100	100	100
A4	81.8	57.1	54.5	66.7	75
A5	84.8	100	45.5	100	100
A6	84.8	100	54.5	100	100
A7	81.8	71.4	63.6	100	75
A8	84.8	100	63.6	66.7	100
A9	78.8	57.1	54.5	100	75
A10	81.8	71.4	63.6	100	75
A11	81.8	71.4	54.5	100	75
A12	69.7	42.9	0	33.3	50
A13	97	100	100	100	100
A14	81.8	100	36.4	100	100
A15	78.8	71.4	54.5	100	75
A16	87.9	100	54.5	100	100
A17	84.8	100	18.2	100	100
A18	84.8	100	45.5	100	100
A19	39.4	57.1	0	33.3	50
A20	90.9	100	72.7	100	100
A21	90.9	100	72.7	100	100
Promedio grupal	82.9	83.6	55	90	87.5

D. Fotografías de la implementación

