

**EL USO DE SIMULADORES COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA  
ACTITUD HACIA LA CIENCIA: CASO MOVIMIENTO PARABÓLICO**

Geovanny Ríos.



Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación Matemática y Ciencias Experimentales

Santiago de Cali. 2019

**EL USO DE SIMULADORES COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA  
ACTITUD HACIA LA CIENCIAS: CASO MOVIMIENTO PARABÓLICO**

Giovanny Ríos.

Directora de tesis

Mag. Ruby Stella Guerrero



Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación Matemática y Ciencias Experimentales

Santiago de Cali. 2019

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Santiago de Cali, Abril de 2019.**

## **Agradecimientos**

*A la Universidad del Valle por una educación democrática en un ambiente crítico y con vocación social,*

*A mis docentes por brindarme una formación integral de conocimientos y valores*

*A mi institución educativa Jorge Eliecer Gaitán de Restrepo por brindarme la oportunidad de aplicar conocimientos en beneficio de los estudiantes y la enseñanza de la física*

## **Dedicatoria**

*A Dios por permitirme la vida y poder vivir este proceso, A mis padres por su amor e inspiración para seguir adelante en momentos de duda,*

*A mis profesores por hacer de mi una persona más capaz en mi quehacer como docente.*

## Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Capítulo I: El problema de Investigación .....	13
1. Antecedentes.....	13
2. Planteamiento del Problema .....	20
2.1 Descripción del problema .....	23
2.2 Formulación de la pregunta de investigación .....	25
3. Objetivos.....	25
3.1 Objetivo General.....	25
3.2 Objetivos específicos .....	25
4. Justificación.....	26
Capítulo II Marcos de Referencia .....	30
5. Marco contextual .....	30
6. Marco teórico.....	32
6.1 Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias .....	32
6.2 Los simuladores en el cambio de actitudes en el aula .....	39
6.3 La enseñanza de la física y las TICs .....	41
6.3.1 Uso de simuladores en la enseñanza de la física .....	43
6.4 ¿Por qué el simulador con enfoque experimental Modellus favorece una mejor actitud frente a la ciencia? .....	46
6.5 Dificultades en el aprendizaje de la física .....	48
6.5.1. Formalización matemática de los fenómenos físicos .....	51
6.6 ¿Por qué indagar por las ideas previas acerca del Movimiento Parabólico? ..	55
Capítulo III.....	57
7. Metodología.....	57
7.1 Tipo de Investigación.....	57
7.2 Diseño Metodológico.....	58
7.3 Fuentes de información.....	59
7.4 Selección de la muestra.....	60
7.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	60
7.6 Validez confiabilidad de los instrumentos.....	62
7.7 Identificación de variables y su relación con objetivos e instrumentos.....	63
Capítulo IV: .....	65
8. Resultados y análisis de datos.....	65
8.1 Análisis de datos .....	65

8.1.1 Indagación de las ideas previas.....	66
8.1.1 Momento 1: Conceptualización del movimiento parabólico: Caso 1 ...	81
8.1.2 Momento 2: Clase con enfoque práctico: Caso 2.....	88
8.1.3 Actividad con el grupo: Caso 2.....	91
8.1.4 Actividad con el grupo: Caso 1 .....	94
8.1.5 Registro y análisis de observaciones realizadas .....	95
8.6 Analisis Comparativo resultados encontrados .....	95
8.7 Las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias que cambian con el uso del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico. ....	105
Capítulo V.....	116
9. Conclusiones.....	116
10. Recomendaciones .....	119
11. Referencias Bibliográficas.....	121
Anexos .....	130

## Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Etapas que forman parte de las actitudes.....	18
Figura 2. Ubicación del Municipio Restrepo.....	30
Figura 3. Comportamiento movimiento parabólico.....	53
Figura 4 .Diseño de estudio de caso comparativo.....	53
Figura 5. Aplicación del cuestionario de entrevista Población Objeto (32 estudiantes grado 10mo).....	67
Figura 6. Representación del lanzamiento de un objeto .....	72
Figura 7. Esquema de los momentos utilizados.....	78
Figura 8. Ejemplo explicaciones del Libro Investiguemos Física 10. ....	79
Figura 9. Ejemplo ejercicios para aplicar conceptos de movimiento parabólico ....	80
Figura 10. Representación gráfica de un ejercicio desarrollado en clase. ....	82
Figura 11. Movimiento parabólico .....	82
Figura 12. Ejemplo de los ejercicios propuestos en la clase de fundamentación teórica.....	838
Figura 13. Presentación grupos de clase : Caso 2.....	89
Figura 14. Ejemplo de ejercicio de Modellus .....	92
Figura 15. Ejemplo de lanzamiento de proyectil en Modellus .....	92

## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Indicadores del test sobre actitudes hacia las ciencias.....	19
Tabla 2. Definición de actitudes .....	32
Tabla 3. Definición de Subcomponentes para medir la actitud hacia la ciencia .....	34
Tabla 4. Estudios comparativos sobre concepciones de actitudes hacia la ciencia. .	36
Tabla 5. Síntesis de las técnicas, instrumentos y fuentes de información. ....	62
Tabla 6. Relación entre objetivos específicos, momentos y técnicas utilizadas .....	63
Tabla 7. Ideas previas de estudiantes sobre el movimiento parabólico .....	68
Tabla 8. Movimientos conocidos abordados por la física .....	69
Tabla 9. Movimientos conocidos por la caída de un objeto. ....	70
Tabla 10. Variables reconocidas en el lanzamiento de un objeto .....	70
Tabla 11. Opiniones sobre las consecuencias de la caída de un objeto .....	71
Tabla 12. Iniciativas para que un objeto llegue más lejos .....	73
Tabla 13. Ideas alternativas para que un objeto llegue más alto.....	73
Tabla 14. Aspectos evaluados durante la clase con enfoque práctico; Caso 2 .....	90
Tabla 15. Participación de los alumnos ¿Cuántos si y no participan?).....	96
Tabla 16. Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones? .....	97
Tabla 17. Fluidez de la clase.....	98
Tabla 18. Reflexiones de los estudiantes .....	100
Tabla 19. Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?) .....	101
Tabla 20. Interacción entre estudiantes.....	102
Tabla 21. Actitud frente al desarrollo de la clase .....	103
Tabla 22. Actitud frente al uso de un simulador.....	104
Tabla 23. Comparativo entre las actitudes: Caso 1 versus Caso 2 .....	106
Tabla 24. Relación variables que integran los subcomponentes de las actitudes ..	111



## Resumen

El objetivo de este trabajo, es establecer cómo mediante el uso de simuladores con enfoque experimental en la enseñanza del movimiento parabólico, se favorece las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes de grado 10 de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo, Valle del Cauca. Se establece, en primer lugar las ideas previas que presentan los estudiantes acerca del movimiento parabólico en su aplicación práctica, luego, mediante un estudio de casos comparativos con observación directa e indirecta se establecen las actitudes que expresan los estudiantes del caso 1 (clase tradicional) y el caso 2 (clase con simulador Modellius con enfoque experimental). Para el análisis de las actitudes se tomó como referente los planteamientos de García (2000), donde propone tres componentes; el conductual, el cognitivo y el afectivo, cada uno de los cuales agrupan las categorías de análisis. Estas últimas se tomaron de referencia para diseñar los instrumentos de observación, y posteriormente análisis de datos. En la investigación de tipo cualitativo con método de estudio de caso comparativo se utilizó como técnica la entrevista estructurada, como instrumento el cuestionario aplicado a todo el universo objeto, para posteriormente dividirlo en dos poblaciones; que serán el caso 1 : recibe clase tradicional y el caso 2 : clase con simulador. El análisis de los subcomponentes indica que mayormente se fortalecen las actitudes con el enfoque teórico – práctico, la multicontextualización, la planeación, preferencia por las clases con recursos tecnológicos y rol activo del estudiante en la comprensión de fenómenos de la física.

**Palabras Claves:** actitudes hacia la ciencia, ideas previas, Simulador, movimiento parabólico

## Abstract

The objective of this work is to establish how by using simulators with an experimental approach in the teaching of the parabolic movement, it favors the attitudes towards the learning of the sciences in the students of grade 10 of the educational institution Jorge Eliecer Gaitán of the Municipality of Restrepo, Valle del Cauca. It establishes, in the first place, the previous ideas presented by the students about the parabolic movement in its practical application, then, through a study of comparative cases with direct and indirect observation, the attitudes expressed by the students of case 1 (traditional class) are established and case 2 (class with Modellius simulator with experimental approach). For the analysis of attitudes, taking the approach of Garcia's (2000) as a reference, where he proposes three components: the behavioral, the cognitive and the affective, each of which groups the categories of analysis. These last ones were taken as reference to design the observation instruments, and subsequently data analysis. In the qualitative research with a comparative case study method, the structured interview was used as a tool, the questionnaire applied to the entire object universe, to later divide it into two populations; which will be case 1: receive traditional class and case 2: class with simulator. The analysis of the subcomponents indicates that attitudes are strongly strengthened with the theoretical - practical approach, the multicontextualization, planning, preference for classes with technological resources and the student's active role in the understanding of physics phenomena.

**Key words:** the attitudes towards the learning of the sciences, the previous ideas , simulators, parabolic movement,

## Introducción

La enseñanza de la física en el ámbito de la educación secundaria y media ha encontrado distintas barreras que impiden que el estudiante tenga un aprendizaje significativo, en parte, porque los modelos tradicionales enfatizan en el ámbito matemático, generando una actitud negativa del estudiante frente a esta asignatura y los temas que en ella se desarrollan. De igual manera se encuentran ideas preconcebidas en los educandos que pueden llegar a comprometer el aprendizaje, por esto, el docente tiene el reto de resignificar dichas ideas para la comprensión de los conocimientos científicos escolares, y para explicar fenómenos naturales en el contexto cercano. Ante esta realidad, se hace necesario explorar estrategias de enseñanza que permitan mejorar el proceso de aprendizaje, y que a su vez puedan ir modificando las actitudes de los estudiantes volviéndolos más receptivos y participativos en el aula, y con ello progresivamente, se logre aplicar lo aprendido en la comprensión de la realidad inmediata y en la construcción de un nuevo conocimiento.

El objetivo de este trabajo, es establecer cómo, mediante el uso de simuladores con enfoque experimental en la enseñanza del movimiento parabólico, se favorece la actitud participativa y motivación hacia el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes de grado 10 de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo, Valle del Cauca. Para alcanzar dicho objetivo se determina, en primer lugar las ideas previas que presentan los estudiantes acerca del movimiento parabólico en su aplicación práctica, luego, mediante un estudio de casos comparativos con observación directa e indirecta se establecen las actitudes que expresan los estudiantes del caso 1 (clase tradicional) y el caso 2 (clase con simulador con enfoque experimental) y finalmente, se identifica el favorecimiento de las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias, con el uso del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico.

Para el estudio de las actitudes se tomó como referente los planteamientos de García (2000), donde se define las actitudes positivas hacia las ciencias, como disposiciones sociales a actuar afirmativamente frente a la asignatura, conformadas por tres componentes; el conductual, el cognitivo y el afectivo, cada uno de los cuales agrupan una serie de variables.

Estas últimas se tomaron de referencia para diseñar los instrumentos de observación, y posteriormente estructurar el análisis.

Se recurre a una investigación de tipo cualitativo, en donde, se utilizó la observación directa e indirecta, así como la entrevista, aplicadas al grado decimo, el cual fue dividido en dos; grupo de intervención y uno de control, para evidenciar como la inclusión de un simulador para la enseñanza del movimiento parabólico fortalece la actitud y sus componentes: conductual, afectivo y cognitivo.

## **Capítulo I: El problema de Investigación**

### **1. Antecedentes**

En el ámbito educativo se han utilizado diferentes estrategias para la enseñanza, una de ellas es la experimentación, la cual resulta útil al momento de estudiar temas complejos como el movimiento parabólico, desarrollado en física (Peñata, Camargo y García, 2016). Sin embargo, no en todos los casos es posible realizar experimentos en el aula, lo que ha llevado a buscar otras alternativas que con la consolidación de simuladores en la clase ha sido posibles, permitiendo además que en la enseñanza de la física se desarrollen diferentes formas de pensamiento, habilidades y actitudes frente a las clases de ciencias.

El uso de las tecnologías de la información y comunicación ha comenzado a volverse habitual en el aula de clase (Sánchez y Prendez, 2012), de ahí que, estos avances tecnológicos vienen generado en los docentes la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza, que procuran responder a los intereses y necesidades actuales, así, como generar cambios de actitud en los estudiantes frente a la enseñanza de las ciencias. Al respecto se han realizado números estudios, por lo que en esta sección se incluye una revisión de distintas investigaciones en las cuales se han usado aplicaciones y software enfocado en facilitar la enseñanza y aprendizaje de conceptos de la ciencia, así como estudios al respecto de las actitudes frente a este aprendizaje.

Iniciamos con una investigación realizada por Angulo (2012), el cual enfoco su estudio en el uso de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la Cinemática Bidimensional en estudiantes de Educación Media, tuvo como objetivo, comprender si el uso de estos recursos mejora el aprendizaje, para esto se enfocó en tres dimensiones: afectiva, cognitiva y expresiva. La afectiva, referente a la actitud de los estudiantes hacia los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencia; cognitiva, concerniente al nivel de comprensión de los principios de la cinemática bidimensional; y expresiva, relacionada con la habilidad para resolver problemas de física.

El autor recurrió a una metodología fundamentada en el estudio cuasi experimental, con mediciones antes y después de la intervención, así mismo uso un grupo de control. Logro establecer a través de la prueba t-Student, que en las dimensiones afectivas y cognitiva, existía diferencia significativa a favor de los alumnos que emplearon una estrategia didáctica basada en el uso del laboratorio virtual. En cuanto a la dimensión expresiva, se determinó que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos por los alumnos que emplearon el software de laboratorio virtual y aquellos que siguieron una estrategia de enseñanza tradicional.

Este trabajo además de identificar que el uso de simuladores en el aula de clase, incide en el nivel de aprendizaje e influye también en la dinámica de los estudiantes frente al proceso de enseñanza, nos permitió orientar el análisis hacia aspectos como la actitud, la motivación del estudiante cuando se usa estos simuladores en el aula, dado que si la respuesta es positiva abre la posibilidad que este recurso facilite la participación del alumno en su propia formación.

Por otro lado, Ricardo (2014) realizó el estudio titulado “diseño y construcción de prácticas experimentales para la enseñanza del movimiento de proyectiles”, aunque éste no se basó exclusivamente en el uso de ambientes virtuales, si recurrió a un enfoque práctico, donde demostró que a través de la experimentación se logra involucrar de mejor manera al estudiante, tanto en lo emocional como en el rendimiento que se logra. Con los estudiantes se desarrollaron aspectos relacionados con el movimiento de proyectiles (alcance, altura máxima, tiempo de vuelo y aceleración) por medio de una serie de experimentos. El autor realizó cinco guías de trabajo las cuales están estructuras con tres montajes experimentales que se construyeron durante el proceso de elaboración de la estrategia y dos simulaciones elaboradas en Modellus 4.0, que ayudaron a evidenciar cuales son las ventajas de un experimento controlado. Las conclusiones de la experiencia mostraron una efectividad del 100%, los estudiantes lograron comprender en su totalidad el comportamiento vectorial de la velocidad y también identificar el ángulo que les permite alcanzar una mayor trayectoria.

El trabajo de Ricardo (2014) permitió evidenciar ejercicios prácticos para la enseñanza de la física, mostrar resultados de experimentos y ejercicios en campo, al igual que, como se mejora el nivel de participación de los estudiantes con el uso del Simulador. En esta investigación, se convierte en un referente importante, en cuanto a la experiencia obtenida para comparar los resultados alcanzados en el mejoramiento de la indagación y su actitud hacia el proceso de aprendizaje y en sí hacia la física porque se demuestran los conceptos aprendidos en clase.

Por su parte, Peñata, Camargo y García (2016) en su investigación basada en la implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de química y física, para estudiantes de educación media en el contexto Colombiano. Usaron una página web con la cual los estudiantes de los grados 10° y 11° desarrollaron simulaciones virtuales de física y química. Se complementó esta página web con guías según los temas de interés manifestados por los docentes, así como los estándares curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN) para 10° y 11° y los componentes de física y química evaluados por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), con esto se buscó desarrollar en los educandos autonomía en el aprendizaje y fomentar a la investigación.

Este trabajo fue relevante, por cuanto permitió evidenciar el uso de ambientes virtuales como el eje transversal de la enseñanza, dado que se usó en diferentes asignaturas y temas. Lo que lleva a reflexionar sobre el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), que no debe usarse aisladamente sino que debe hacer parte de un proyecto macro, con unas actividades interconectadas entre asignaturas. Por lo tanto, los resultados de la investigación permiten reflexionar, para que a futuro desde varias asignaturas se fomente el uso de herramientas como simuladores, para que se facilite la enseñanza de temas complejos en los que regularmente los estudiantes tienen un bajo desempeño.

En la misma línea de la utilización de herramientas tecnológicas en enseñanza de la ciencia, encontramos que Díaz y Cala (2014), realizaron un estudio enfocado en analizar cómo usar los videos como estrategia didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en un curso de mecánica clásica. Este trabajo se desarrolló durante cuatro

periodos académicos, con 108 estudiantes inscritos en el curso Física I, pertenecientes a los programas de ingeniería. Este trabajo se desarrolló con estudiantes universitarios, sin embargo, es un aspecto que se puede aplicar en el contexto de la educación secundaria. Metodológicamente el trabajo de los autores; reconocer como el uso de videos en que se abordaron conceptos previos, que luego fueron relacionados, modelados y simulados desde sistemas físicos y representación de modelos matemáticos, contribuyen a facilitar la interacción de los estudiantes, motivando y progresando respecto a lo aprendido.

Estos autores ponen en evidencia que los ambientes virtuales, en este caso videos interactivos, motiva al estudiante frente a los temas enseñados, además de permitirles interactuar, les permite ser partícipes del mismo proceso, aspecto que se puede utilizar para solucionar problemas en el aula como la baja participación en clase, la falta de concentración o desinterés. El aporte de este estudio, corrobora que con el uso de aplicaciones que interactúan con material multimedia, permite aclarar conceptos al colocarlos en ciertos contextos prácticos familiares al estudiante, en este sentido resulta valiosa dicha experiencia en la medida que la utilización de estos recursos facilita la interacción entre el estudiante y el objeto de estudio.

Por otro lado, frente a los estudio de las actitudes frente a la ciencia se encuentran investigaciones como la de Afanador y Mosquera (2016) donde se valoró las actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la biología en educación secundaria, en este caso la actitud se asoció al conocimiento, la motivación y la interacción frente al objeto de estudio que en este caso correspondió al medio ambiente. De este antecedente se consideró la conceptualización que se hace en torno a las actitudes, en especial a identificar qué evaluar y como evaluarlas. Los autores desarrollaron su investigación con estudiantes de grado decimo y usaron técnicas como la entrevistas y cuestionarios para evaluar las actitudes, elemento que se valoró para la presente investigación.

Por su parte, Molina, Carriazo y Casas (2013) se enfocaron en las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quintos a undécimo, se incluyó las dimensiones: cognitivo, afectivo y comportamental, tal y como lo determina en su estudio Angulo (2012). Sin



embargo, en la propuesta de estos autores, la medición se enfocó más en el uso de la ciencia, la percepción de la misma, la utilidad, y la manera como esta puede trascender la escuela. De esta investigación se valoró la definición de las actitudes y los tres componentes que aborda, elementos que se reflejan en el comportamiento del estudiante en el aula, su disposición hacia los temas abordados y por último en su aprendizaje. Elementos que se pueden aplicar en el caso de la enseñanza de la física dado que la actitud ha sido una barrera para que el estudiante se motive en clase y sobre todo para que logre colocar en contextos los temas abordados.

Ahora bien, respecto a las actitudes de los docentes frente a la enseñanza de la ciencia, encontramos que los autores García y Sánchez (2006) refieren en su investigación el reconocimiento de actitudes relacionadas con las ciencias y sus repercusiones en la práctica de los docentes de educación primaria, para ello se consultó a 100 docentes haciendo uso de cuestionarios, entrevistas y observación, este estudio se consideró porque, por un lado, permitió tener claridad sobre las definiciones de las actitudes y la manera como se manifiesta, por otro lado, se evidenció la evaluación de las actitudes hacia la ciencia en un contexto práctico. De esta manera se tuvo un referente de cómo evaluar dichas actitudes, especialmente porque se identifica de esta manera los aspectos o factores que inciden.

Frente al tema de las actitudes hacia la clase de física se consultó el trabajo de Gómez (2011) este aporta un análisis de las actitudes hacia las ciencias, planteándose como objetivo el “comprender las actitudes del estudiantado de secundaria hacia la clase de física”, para lo cual realizó un análisis general y un análisis comparativo según la institución, nivel de escolaridad y género, utilizó el Test de actitudes hacia la clase de física, adaptado y validado al contexto socio cultural de Chile. El test utilizado en esta investigación fue elaborado por docentes e investigadores del Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) en el año 1991, en el instrumento original se evalúan 8 dimensiones, cada una de ellas con 10 enunciados específicos (80 en total). El 50% de estas dimensiones (40) se enunciaron de forma positiva y, el otro 50% (40) de forma negativa, lo cual, dejó en evidencia si el estudiantado estaba respondiendo de manera consciente o no, y/o evitar que dieran respuestas al azar.

Uno de los aspectos que se consideró del trabajo de Gómez (2011) fue la manera en que se abordó el estudio de las actitudes, lo cual se hizo desde cuatro etapas; la cognoscitiva, afectiva, intencional y comportamental, tal como se ilustra en la figura 1:



Figura 1. Etapas que forman parte de las actitudes

Fuente. Gómez L. Y. (2011) Las actitudes hacia la clase de física del estudiantado de secundaria; un estudio exploratorio descriptivo en instituciones educativas de Santiago y Concepción. Universidad de Concepción. Facultad de Educación Pedagogía en Ciencias Naturales y Física. Concepción- Chile.

La propuesta de Gómez (2011) considera que las actitudes que tenga el alumnado, incide en su compromiso por producir cambios en su vida personal y en su contexto social inmediato, en este sentido concluye que las actitudes no sólo se puedan crear o aprender, sino que también, se puedan modificar. Para el presente trabajo se considera válida esta afirmación sobre las actitudes del estudiante hacia la física, donde la clase experimental basada en el uso del simulador permite modificar la actitud y participación frente a la clase de física.

Para el estudio de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje en el ámbito escolar se consultó el trabajo de García (2000) quien se enfocó en el análisis de la solución de situaciones problemáticas, basado en el uso de una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. Dicho análisis se enfocó en el desarrollo de las actitudes positivas hacia las ciencias, concebidas como disposiciones sociales a actuar positivamente frente a la ciencia, conformadas por tres componentes, el conductual, el cognitivo y el afectivo. En este sentido se realizó un estudio con dos grupos; uno de intervención y uno de control, para la evaluación

se utilizó el test CAME (Cognición, acción, metodología) donde se integran tres componentes comportamental, activo y cognitivo, cada uno de esto se integra de diversas variables que suman 17, calificadas a través de una escala Likert, tal como se discriminan en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Indicadores del test sobre actitudes hacia las ciencias.*

<b>Componente comportamental</b>	
<i>Subcomponente de acción</i>	<i>Subcomponente metodológico</i>
1. Multicausalidad	6. Aborde: analítico-sintético
2. Enfoque teórico práctico	7. Planeación
3. Pensamiento divergente	8. Enfoque relacional
4. Multicontextualización	9. Carácter social del conocimiento
5. Apertura cognoscitiva	
<b>Componente afectivo</b>	
<i>Subcomponente personal</i>	<i>Subcomponente social</i>
10. Persistencia	12. Aceptación
11. Preferencia	13. Rol activo
<b>Componente cognitivo</b>	
14. Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo	
15. Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no representativo	
16. Concepción de la validez de la ciencia desde el racionalismo moderado	
17. Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado	

Fuente. García (2000)

Con estas variables García (2000) logró medir como cambian las actitudes de los estudiantes hacia la física, en sus hallazgos en el grupo de intervención se logró modificar dichas actitudes incidiendo en la participación de clase y sobre todo en la contextualización de lo aprendido, lo que muestra una dinámica en que se logra llevar lo teórico a lo práctico. Por otro lado, el uso de la resolución de problemas permitió generar procesos de motivación que surgen en los estudiantes los cuales están relacionados con la importancia que ellos atribuyen a los problemas planteados, importancia que depende de que éstos sean reconocidos como solucionables y de interés y, además, con el grado de utilidad que el estudiante confiera a la metodología propuesta para resolver los problemas.

Los distintos trabajos consultados conllevan a reflexionar que los ambientes virtuales,<sup>1</sup> en especial el uso de simuladores<sup>2</sup> permiten facilitar el aprendizaje mediante el uso de ejercicios semi-experimentales en clase, a la par inciden en la motivación y la actitud frente a los temas tratados logrando que el estudiante se interese e involucre activamente en la clase, generando interrogantes frente a la experiencia, los temas explicados, facilitando así la contextualización de los mismos a través de casos prácticos que puede encontrar en su vida cotidiana.

Según los referentes consultados se aprecia la oportunidad de incorporar los ambientes virtuales en el aula de clase para incidir positivamente en la motivación y actitud del estudiante frente a los temas abordados, en el caso la enseñanza de física se genera escenarios para que el estudiante aumente la participación en clase, logre comprender con mayor claridad los conceptos, y sobre todo, sepa colocar en contexto lo aprendido, comprendiendo que los temas como el movimiento parabólico se observa en eventos cotidianos, siendo un fenómeno en que inciden distintas variables.

## **2. Planteamiento del Problema**

Las asignaturas que se desarrollan a lo largo de la formación escolar y que incluyen el contenido matemático han enfrentado el desafío de que los estudiantes coloquen en práctica lo aprendido, además de vencer actitudes que perjudican el proceso de aprendizaje, Vergnaud (1991) reconoce que se debe luchar contra los paradigmas que se enfocan solo en lo simbólico y representativo, para crear una nueva visión del conocimiento donde se coloque en contexto cada concepto y se lo integre. La institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca, no escapa a esta lógica, según lo que comentan los docentes, sus estudiantes dan mayor relevancia a la memorización de conceptos matemáticos

---

<sup>1</sup> Un ambiente virtual es el medio en el cual se realizan simulaciones de actividades que se encuentran en la vida cotidiana o un entorno específico, con el propósito de llevarlas a un ambiente controlado y analizarlas con mayor profundidad. Gómez M. M. (2003)

<sup>2</sup> El simulador permite al estudiante aprender de manera práctica, a través del descubrimiento y la construcción de situaciones hipotéticas. En este caso se hace referencia a software que recrea situaciones cotidianas o en entornos específicos, y que permiten modificar o interactuar con las variables que integran dichas situaciones. López B. A. (2016)

para obtener buenas calificaciones, y no le conceden la importancia necesaria en lograr un aprendizaje significativo donde se aplique los conceptos aprendidos.

En procura de cambiar la realidad de la enseñanza tradicional se han recurrido a prácticas como la experimentación, la resolución de problemas, esfuerzos para contextualizar lo aprendido (Cruz, 2006), sin embargo, el contexto y la disponibilidad de recursos de la institución educativa lleva a que los ejercicios realizados sean limitados y poco atractivos, lo que, muchas veces lleva al docente a preferir la clase magistral.

La física es un área del conocimiento donde convergen diferentes ciencias, tales como la matemática, la astronomía, el álgebra, la trigonometría entre otras. Y es que, la física no es solo una ciencia teórica sino que se presenta como una ciencia experimental, la cual permite verificar conclusiones teóricas mediante experimentos prácticos. Lo anterior, pone de manifiesto la complejidad y el desafío que se tiene a la hora de enseñar los diferentes temas de física en el aula escolar, donde la complejidad de los temas representa un desafío para docentes y estudiantes, sobre todo porque estos últimos manifiestan desmotivación por el tema y dificultad para comprender los conceptos y ponerlos en contexto.

La enseñanza de la física en la dinámica de la educación tradicional en ocasiones se ha reducido a su dimensión matemática, esto ha venido causando desmotivación en los estudiantes, dificultando que el estudiante pueda contextualizar los conceptos y los pueda aplicar en ejercicios prácticos llevándolo a cuestionarse sobre cada fenómeno. Así mismo, diversas investigaciones al respecto del aprendizaje de la física establecen que la experimentación favorece la capacidad del estudiante para abstraer los conceptos y representarlos, sin embargo, por disposición de tiempo, espacio y recursos no siempre el docente puede recurrir a la experimentación, es allí cuando el uso de ambientes virtuales se convierte en una alternativa para representar fenómeno abordados en física como el movimiento parabólico y mejorar la actitud de los estudiantes frente a las ciencias .

Los problemas descritos anteriormente han llevado a que el estudiante presente dificultades a la hora de comprender ciertos temas que se imparten en física, entre ellos el movimiento parabólico, lo cual “frena” la enseñanza y no se logran desarrollar los temas a profundidad. Si bien, logran el aprendizaje conceptual difícilmente lo pueden colocar en

contexto al momento de analizar problemas prácticos. El resultado de las pruebas internas evidencia un bajo rendimiento académico, lo cual conlleva a que los docentes deban reformar la enseñanza. Obstaculizando así, cumplir el objetivo del aprendizaje significativo, donde el estudiante logra aplicar un conocimiento aprendido de un contexto a otro contexto diferente.

Ante este panorama se hace necesario encontrar estrategias que mejoren el aprendizaje de los estudiantes, se rompan obstáculos como la actitudes desfavorables hacia la física que lo predispone y lo desmotiva, traduciéndose en una baja participación en la clase sobre todo en temas de física como el movimiento parabólico, donde convergen distintos temas conceptuales de matemáticas, y donde los estudiantes presentan mayores dificultades de comprensión. Considerando que la física usa la experimentación para demostrar conceptos teóricos y validar conclusiones, se abre la posibilidad de usar estrategias de enseñanzas que recurran a lo práctico, donde el estudiante pueda interactuar, para lo cual resulta conveniente usar software de simulación, (Trespacios, 2015), (Sánchez y Prendes, 2012), (Peñata y Camargo, 2016), es el caso de Modellius, mediante el cual se logra resolver problemas e interactuar con las variables que intervienen en fenómenos como el movimiento parabólico.

Así pues, las estrategias de enseñanza que los docentes vienen usando se caracterizan por una clase tradicional magistral donde se enfatiza en el conocimiento teórico, lo que no genera motivación en el estudiante, además que dificulta encontrarles un sentido práctico a los conceptos estudiados. Esta es una gran limitante, como plantea Medina (2010) ante actividades aburridas, el nivel de concentración se reduce, por ello se recomienda implementar estrategias que estimulen los sentidos, generen motivación y faciliten la comprensión.

En la institución Jorge Eliecer Gaitán se debe romper con la falta de interés del estudiante frente a la enseñanza de física, pues desde la experiencia de los docentes de área, se ha observado la dificultad que tienen los jóvenes de relacionar la física con eventos de la vida diaria, y se percibe como una asignatura cargada de modelos matemáticos. Con el uso de un simulador en la enseñanza y en particular del movimiento parabólico, se espera superar la percepción incorrecta de la materia, y en especial, terminar con la actitud pasiva del estudiante en el aula de clase.

## 2.1 Descripción del problema

La pertinencia de la investigación de la problemática detectada en la institución Jorge Eliecer Gaitán (del Municipio de Restrepo Valle del Cauca) se evidencia a partir de los comentarios y opiniones de los docentes, una serie de dificultades que afectan el aprendizaje de muchos tópicos, como es el del movimiento parabólico en los estudiantes de grado 10. Los estudiantes tienen problemas para comprender los conceptos, implementar fórmulas matemáticas, interpretar resultados y sobre todo aplicar los conceptos en el contexto que los rodea, lo cual se deriva de una falta de motivación y actitudes negativas que limitan su participación e interacción en el aula de clase. Estas deficiencias se reflejan por un lado en los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas internas, que en ocasiones por ser bajas requieren que el docente repita y refuerce el tema. Se reconoce una actitud negativa del estudiante hacia los temas abordados en física porque que le dan mayor relevancia al componente matemático lo que les genera apatía e incluso temor de tener un mal desempeño o calificaciones bajas por no tener la capacidad de utilizar ecuaciones.

Adicional a lo anterior, se suma la intensidad horaria para la enseñanza de la física, la cual es reducida (entre 2 y 3 horas semanales) lo que limita el tipo de ejercicio práctico en clase, los planes de estudio de las diferentes asignaturas (matemáticas, álgebra, trigonometría, física) no están alineados ni coordinados. Lo cual no permite que los estudiantes reciban una enseñanza con la utilización de recursos tecnológicos que logre motivarlos y se logre la comprensión de ciertos fenómenos físicos desde la resolución de problemas de su cotidianidad, ante la dificultad de no poder desarrollar ejercicios prácticos o experimentales.

Las limitaciones de espacio en la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca, que solo cuenta con una cancha múltiple y que es usada para la práctica deportiva y recreativa, dificulta realizar ejercicios de experimentación. Por lo tanto en la institución la experimentación en laboratorios físicos no es una actividad que resulte viable para la enseñanza de temas como el movimiento parabólico, lo que lleva a buscar alternativas en las tecnologías de información y comunicación (TIC), donde a través de simulación se puede enseñar cada concepto y temática. De igual manera las TIC por su

flexibilidad y fácil acceso se pueden incluir dentro de la metodología basada en la resolución de problemas, de acuerdo con Díaz y Poblete (2007) a través de estas se podrá tener impacto efectivo en el aprendizaje considerando que esta clase de tecnologías resultan familiares al estudiante por estar en su entorno y en muchos casos por el lenguaje intuitivo que utilizan.

Considerando lo anterior, surgen interrogantes en torno al uso de simuladores en medio de las dificultades de espacio y tiempo descritas, con el ánimo de favorecer la enseñanza del movimiento parabólico en un ambiente dinámico y práctico donde el estudiante se logre motivar y generar una actitud más positiva frente al aprendizaje de la física y temas como el movimiento parabólico.

De ahí que, consideramos que en el cambio de actitud hacia la ciencia, la incorporación de las tecnologías de información y comunicación en el aula de clase se hace pertinente por el aporte de los docentes en busca de una educación más interactiva y participativa, lo cual está a la par de los estándares en ciencias naturales, que tienen como desafío formar seres con capacidad de análisis, argumentación y con postura crítica ante los distintos fenómenos que se presentan en la naturaleza, o en el entorno. (MEN. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, 2004, p 6).

Igualmente, el integrar herramientas como simuladores para explicar el movimiento parabólico se propende por el desarrollo de capacidades de indagación para comprender dicho fenómeno, así mismo, aporta al desarrollo de las distintas formas de pensamiento que contribuyen en general al proceso y experiencia de aprendizaje, sin embargo lo anterior no es posible si el estudiante no cambia su actitud frente a las asignaturas que hacen uso de la matemática.

En consecuencia, consideramos que en la enseñanza de la física en la institución Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo debe orientarse al fortalecimiento de la capacidad indagatoria de los jóvenes para transformar su realidad con la aplicación del conocimiento en pro de solucionar problemas prácticos que enfrentan en la vida diaria. A la par que se debe mejorar el aprendizaje, se debe mejorar la actitud del estudiante frente a las ciencias para que



desde el conocimiento aprendido pueda dar explicaciones de los fenómenos físicos en su vida diaria.

Lo anterior, con el ánimo de propiciar una actitud proactiva y participativa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la física con la integración en nuestras prácticas de nuevas herramientas como son los simuladores, con los cuales busca superar los problemas en la enseñanza de la física que se ha reducido, en la clase magistral, la matematización y repetición sistemática entre otros. En este sentido, la propuesta de la presente investigación apunta a reconocer como el uso de simuladores aumenta el aprendizaje a la vez que contribuye a modificar la percepción del estudiante frente a la física, entendiendo que es un tema cotidiano que se puede interpretar con el uso de modelos matemáticos.

## **2.2 Formulación de la pregunta de investigación**

¿Cómo cambian las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias con el uso de un simulador con enfoque experimental para la enseñanza del movimiento parabólico?

# **3. Objetivos**

## **3.1 Objetivo General**

Establecer cómo cambian las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias en la representación de la enseñanza del movimiento parabólico con un simulador con enfoque experimental aplicado en estudiantes de grado 10 de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca.

## **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar las ideas previas, que presentan los estudiantes acerca del movimiento parabólico en su aplicación práctica.
- Establecer las actitudes que presentan los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias en la enseñanza del movimiento parabólico mediante un estudio de caso comparativo.
- Describir cómo cambian las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias con el uso del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico.

#### **4. Justificación**

La física permite usar modelos matemáticos para explicar los fenómenos físicos, los cuales están presentes en diversos aspectos en el entorno, sin embargo, el estudiante en secundaria presenta dificultades para comprender la relación de lo visto en física y su aplicación práctica, así mismo, se le dificulta explicar lo que está en su entorno a través de modelos matemáticos o gráficos. Por lo tanto, es deber desde el ejercicio docente implementar estrategias que aporten a la comprensión de los temas, su aplicación y la posibilidad de recurrir a la representación para explicar los fenómenos ya sea en un sentido práctico como académico.

Diferente autores, como Buitrago y Chavarría, (2015) Rodríguez (2011), Rodríguez M. (2010), Flórez et.al. (2008), Godino (2010) han manifestado la necesidad de resaltar la relación entre las ciencias exactas y la explicación de fenómenos que ocurren en la vida cotidiana. En este sentido, la física no debe ser vista como un área aislada, sino como ciencia que facilita la creación científica y sobre todo la comprensión de fenómenos cotidianos.

Para fomentar una actitud proactiva hacia las ciencias, mostrando motivación y participación del estudiante en su proceso educativo, se propone recurrir a la implementación de un simulador, para hacer más práctica y experimental la enseñanza del movimiento parabólico. De esta manera el estudiante podrá contextualizar lo aprendido a través de un enfoque práctico participativo que mediante la resolución de problemas del contexto,

favorezca la actitud del estudiante para que sea más receptivo de los temas, lo cual se espera resulte en el mejoramiento de su aprendizaje.

Como lo destaca García y Sánchez (2006), Gómez (2011) y Trespalacios (2015), las actitudes se pueden crear y modificar, el reto del docente en la era del conocimiento es utilizar recursos que permitan tener al alumno una actitud más proactiva en el proceso educativo, si bien no es una tarea fácil se debe comenzar en áreas o asignaturas donde la situación es más crítica como es el caso donde se usa la matemática como el lenguaje común. El recurrir a las TIC, es un esfuerzo para comenzar a modificar las actitudes, sin embargo, no debe ser un esfuerzo aislado de un solo docente o una sola asignatura, sino que debe ser un proyecto institucional, un eje transversal del plan de estudios.

Considerando lo anterior se debe introducir cambios para mejorar la actitud hacia la ciencia, en nuestro caso con el uso del simulador Modellius en la enseñanza de física permite profundizar en el análisis del comportamiento de las variables que intervienen en un fenómeno, analizar el comportamiento de ellas y da la posibilidad de acceder a prácticas y diseñar del experimento controlando variables para establecer comparaciones entre la experiencia en un sistema ideal y el sistema real. Por lo anterior, el simulador genera situaciones que ayudan a dinamizar la clase y con ello generar espacios más participativos e interactivos que modifiquen la posición negativa del estudiante caracterizado por su desmotivación hacia el aprendizaje. De ahí que, con el uso del simulador se busca en el aula captar el interés de los estudiantes para desarrollar un pensamiento científico, fortalecer competencias como la indagación, la resolución de problemas, entre otros aspectos.

Se debe recordar que los antecedentes consultados; Angulo (2012), Ricardo (2014), Peñata, Gómez (2011) Camargo y García (2016), Díaz y Cala (2014) y Medina (2010) proponen diferentes herramientas basadas en las TIC que permiten mejorar la experiencia de aprendizaje y a la vez que inciden en la posición del estudiante ante la mitificación de las ciencias, especialmente cuando se hace uso de modelos matemáticos, como es el caso de la física.

Por otro lado, el aprovechamiento de las TIC con recurso educativo no podrá resolverse si no se atiende con prioridad la necesidad de que los docentes desarrollen las competencias necesarias para incorporar su uso como herramienta didáctica dentro de sus prácticas pedagógicas.

Según Díaz Barriga (2011), el docente requiere mejorar y enriquecer las oportunidades de aprender a enseñar significativamente a sus estudiantes con apoyo en dichas tecnologías. Esto será posible sólo en la medida en que el profesorado arribe a formas de enseñanza innovadoras y se forme para participar de manera creativa y autogestiva en el seno de una comunidad educativa que desarrolla una cultura tecnológica (p. 125).

Por lo cual, las diferentes propuestas revisadas justifican como en la medida que se rompe con los modelos de educación tradicional, se puede ir mejorando el nivel de aprendizaje del tema en cuestión a partir de mejorar la disposición para ello. Por lo tanto, el evidenciar que con el uso de simuladores se mejora la enseñanza, en la medida que los estudiantes participan, tienen mejores calificaciones y sobre todo desarrollan la capacidad de contextualizar lo aprendido, será una razón para que se fomente la implementación de las tecnologías de información y comunicación como un eje transversal que facilite fortalecer en el largo plazo competencias como la indagación, el pensamiento matemático, el espacial, entre otros aspectos.

En consecuencia, la dificultad del deficiente aprendizaje y motivación hacia las ciencias y en particular de los fenómenos físicos, como el movimiento parabólico, conlleva a que el estudiante no se interese por la comprensión de los fenómenos naturales que observa a diario, y aún más tiene falencias para explicarlos, o representarlos. De ahí que, desde nuestra realidad educativa, los problemas que presentan los estudiantes 10 de la institución Jorge Eliecer Gaitán (del Municipio de Restrepo Valle del Cauca) ponen de manifiesto que no se está logrando un aprendizaje significativo, de tal manera que los estudiantes logren conectar la física con la vida cotidiana y le den un sentido a lo aprendido en busca de comprender distintos fenómenos como el movimiento parabólico.

Si el panorama presentado continúa así, los estudiantes seguirán desmotivados frente al aprendizaje de las ciencias, lo que dará como resultado en un bajo rendimiento escolar, que inicialmente se manifiesta en las bajas calificaciones y que posteriormente resultará en problemas de comprensión de los fenómenos cotidianos que son explicados desde la ciencia. A su vez, dichos resultados en el aprendizaje de las ciencias hacen que el docente deba retomar ciertos temas y volver a explicarlos, por lo que se hace indispensable reevaluar las estrategias de enseñanza que utiliza y que desembocan en un deficiente desempeño en los resultados académicos y de la actitud negativa frente al descubrimiento de las ciencias.

Por lo anteriormente expuesto, consideramos que determinar las actitudes hacia el aprendizaje de una determina asignatura cobra importancia, ya que facilitaría la labor del docente como reflexión en la búsqueda de otras formas de enseñanza que logren un aprendizaje significativo desde la realidad del educando, donde el mismo estudiante participa del proceso, aplica y contextualiza los conceptos desarrollados, además se generan esfuerzos por profundizar un determinado tema por iniciativa de quienes participan del proceso.

De ahí que, el estudio de la actitud hacia la ciencia cobra importancia, al considerar que la visión desfavorable es un obstáculo para la adquisición del conocimiento y afecta o comprometen la dinámica de la clase, al reducir la participación, aumentar la desmotivación para profundizar y dar explicaciones a los fenómenos físicos de su entorno.

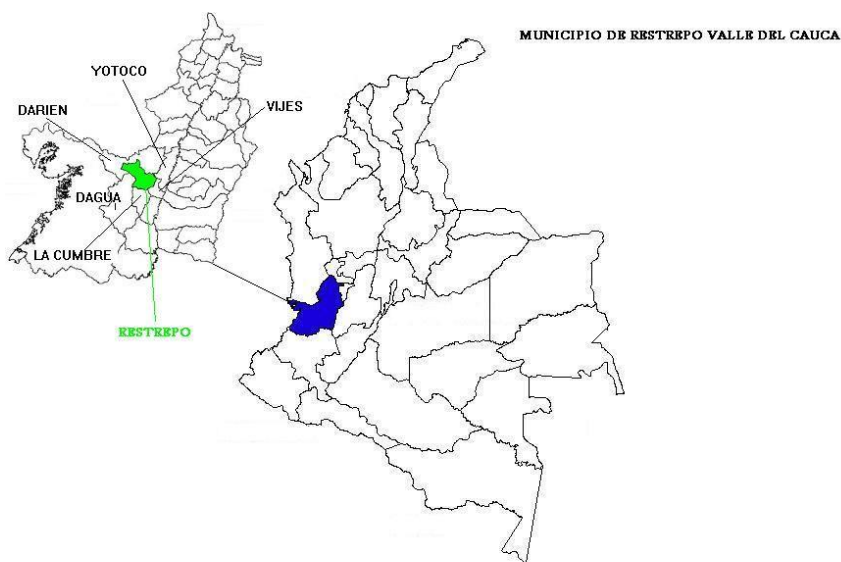
Finalmente, las actitudes positivas que favorezcan el aprendizaje de las ciencias, redundan en un pensamiento crítico, en el desarrollo de competencias como la indagación, las cuales son necesarias para dar explicación a los fenómenos naturales desde su realidad. Así mismo, se requiere en los futuros profesionales competencias y actitudes que le posibiliten el pensamiento científico, la capacidad de abordar la investigación con métodos rigurosos, donde se pueda plantear hipótesis, se pueda evaluar resultados, se mantenga un enfoque crítico, por lo tanto en la educación secundaria se debe ir enfatizando el lograr que el estudiante pueda aplicar lo aprendido en diferentes contextos, en relación con otras áreas del conocimiento.

## Capítulo II

### 5. Marco contextual

La institución educativa Jorge Eliecer Gaitán se encuentra ubicada en la cabecera urbana del municipio de Restrepo ubicado en el occidente del Valle del Cauca, el cual limita con el municipio de Calima-Darién, La Cumbre y Vijes, Yotoco y Dagua. En la figura 2, se aprecia la ubicación del municipio.

*Figura 2. Ubicación del Municipio Restrepo*



Fuente. Alcaldía de Restrepo (2018)

El municipio de Restrepo (Valle) tiene una división político-administrativa distribuida en 7 corregimientos, 27 veredas y 11 barrios en la cabecera municipal (Alcaldía de Restrepo, 2012). En cuanto a la población, según las proyecciones dadas por el DANE el municipio de Restrepo para el año 2016 fue de 16.276 habitantes y para 2020 el estimado poblacional alcanzó los 16.458 habitantes. La comunidad de Restrepo se caracteriza por ser de ingresos medios y bajos, que en su gran mayoría se dedica a actividades agrícolas, comerciales y actividades conexas al turismo.

Respecto a la Institución Jorge Eliecer Gaitán, ofrece el servicio educativo en niveles de preescolar, primaria, secundaria y media técnica especialidad: turística y comercial, cuenta con las jornadas: mañana y tarde, en el calendario A. Se encuentra conformada por dos sedes: sede principal y sede nuestra señora de la consolación. Además dispone de convenios con otras instituciones para complementar la oferta educativa, como el SENA, Universidad del Valle, Acuavalle, además de otras instituciones en el orden municipal. En cuanto a su estructura organizacional la institución cuenta con 4 directivos, 51 docentes, 9 funcionarios administrativos, lo que le permite tener una cobertura de 1.400 estudiantes.

La institución educativa Jorge Eliecer Gaitán en los últimos años ha venido implementando las tecnologías de información y comunicación (TIC) para lo cual dispone de un Punto Digital, el programa de Tablet's para la educación y se dispone de equipo de multimedia para que los docentes los usen en diferentes actividades escolares. A pesar de la disponibilidad de equipos no se han desarrollado extensamente las estrategias en ambientes virtuales, la iniciativa de usar software de simulación para la enseñanza es una oportunidad para que se usen las TIC disponibles, y con ello, los mismos estudiantes se apropien de estas herramientas.

La disponibilidad de las TIC en la institución y la inclusión de software como los simuladores son oportunidades para que se ponga en práctica lo aprendido en casa, además para que se trabaje en proyectos transversales donde se aplican diversos conocimientos aprendidos en diferentes asignaturas entre ellas la física. De igual manera el abordaje de simuladores acerca al estudiante a los ambientes virtuales a los cuales también puede acceder desde el hogar ofreciendo la disponibilidad de dispositivos móviles como las tablets, celulares y portátiles.

Este trabajo puntualmente se desarrolla con los estudiantes del grado décimo, jornada de la mañana, y con el docente encargado de la asignatura de física. Para el año 2018 se encuentran matriculados en este grado treinta y dos (32) estudiantes.

### Capítulo III

#### 6. Marco teórico

##### 6.1 Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias

Una de las características de las actitudes es que en sí misma no son directamente observables, sino que es una variable latente que se infiere a través de la conducta o de las declaraciones verbales de las personas, lo cual dificulta el proceso de medida (Ortego, López y Álvarez, s.f)

En términos operativos, en la investigación aplicada en Ciencias Sociales, generalmente se acepta que una actitud “es una organización relativamente duradera de creencias en torno a un objeto o una situación, las cuales predisponen a reaccionar preferentemente de una manera determinada”. Las actitudes lógicamente son constructos hipotéticos (son inferidos pero no objetivamente observables), son manifestaciones de la experiencia consciente, informes de la conducta verbal, de la conducta diaria, etc... (Aigner, 2002).

Teniendo en cuenta, que las actitudes suelen considerarse posturas ante la dificultad de comprender la ciencia, haciéndola aburrida, impersonal, desconectada de los intereses de los estudiantes e irrelevante para la sociedad en su conjunto, se presenta a continuación una tabla donde se resumen las definiciones de estas con el fin de consolidar una fundamentación sólida y coherente con lo que se quiere observar en el presente estudio.

*Tabla 2. Definición de actitudes*

Autor	Definición
Fishbein & Ajzen, 1975	Predisposición aprendida a responder de una manera consciente favorable o desfavorable frente a un objeto dado.
Libert & Neale 1984	Disposición relativamente duradera hacia cualquier característica de una persona, lugar o cosa.
Judd, Drake, Downing, & Krosnick, 1991	Evaluaciones duraderas de diversos aspectos del mundo social, evaluaciones que se almacenan en la memoria.



Miguel 1991	Organización de los sentimientos, de las creencias, y los valores, así como la predisposición de una persona para comportarse de manera dada.
Fazio & Roskos-Ewoldsen, 1994	Asociaciones entre objetos actitudinales (prácticamente cualquier aspecto del mundo social) y las evaluaciones de estos objetos.
Quiles, Marichal & Betancort, 1998	Reacción favorable o desfavorable hacia algo o alguien, que se manifiesta en nuestras creencias, sentimientos y conducta.
López, 1999	Predisposiciones a valorar positiva o negativamente objetos, personas o conductas.
Morales, Reboloso & Moya, 1997	Predisposición a actuar, aprendida, y dirigida hacia un objeto, persona o situación.

Fuente. Ortego M. M., López G. S., Álvarez T. M. (s.f., p. 3) Las actitudes. Ciencias

Como lo señalan Ortego, López y Álvarez (s.f) ocho definiciones anteriores se pueden extraer una serie de conclusiones, con las cuales se logra formular una definición más integradora.

1. En cuatro de las ocho definiciones se indica que la actitud es una “predisposición a” (responder, comportarse, valorar o actuar).
2. Aunque únicamente en dos de las definiciones se señala que es una predisposición “aprendida” esto es un hecho aceptado por los estudiosos del tema y que pone de manifiesto indagar por ellas a partir de las ideas previas.
3. En tres se incluye los términos: “positivo, negativo”, “favorable o desfavorable”. Y por último,
4. La predisposición tiene que estar dirigida hacia algo, a este respecto en cuatro de las definiciones anteriores se apunta: “algo o alguien”, “persona, objeto o situación”.

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que las actitudes hacia la ciencia escolar vendrían a ser los sentimientos, creencias y valores que se sostienen acerca de diversos objetos de actitud, tales como la empresa científica, la ciencia escolar, los propios científicos, el impacto de la ciencia en la sociedad, etc. En el caso de la ciencia escolar, estas actitudes incluirían en particular las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder a los diversos elementos implicados en el aprendizaje de la ciencia. Gardner (1975) señaló tres componentes de estas actitudes: (i) el interés por los contenidos científicos, (ii) las actitudes hacia los científicos y su trabajo, y (iii) las actitudes hacia los resultados obtenidos por la ciencia.

De ahí que, en el estudio de las actitudes hacia la ciencia pondremos el acento especialmente en el componente afectivo- cognitivo. Este último viene dado por el conjunto

de estrategias metodológicas que potencian las actividades de la investigación científica en el aula, la curiosidad, la motivación, la inferencia y la interpretación de los fenómenos en su contexto. Lo anterior lo ratifica Aigner, (2002) cuando indica que las mediciones de actitudes deben interpretarse como “síntomas” o como indicios y no como hechos y permite explicar las actitudes desde diferentes modelos, de acuerdo con los modelos multidimensionales, la definición de actitudes está constituida por un triple componente:

I. afectivo (sentimientos evaluativos de agrado o desagrado),

II. cognoscitivo (opiniones e ideas acerca del objeto)

III. conductuales (tendencias de acción).

En esa misma línea, García (2000) aborda el estudio de las actitudes hacia la ciencia, utilizando el enfoque multidimensional; conformado por tres componentes, el conductual, el cognitivo y el afectivo, que integra los diferentes subcomponentes que serán considerados como las categorías de análisis que suman 17, tal como se presenta en la siguiente tabla, donde se relaciona la definición de cada categoría:

*Tabla 3. Definición de Subcomponentes para medir la actitud hacia la ciencia*

	Subcomponentes	Definición operativa
1	Multicausalidad	Los fenómenos naturales pueden ser explicados por un múltiple de número de causas
2	Enfoque teórico práctico	Dos personas ante los mismos datos y hechos poder hacer observaciones diferentes
3	Pensamiento divergente	Existen diferentes formas de dar solución a los problemas que el profesor propone en las clases y a los problemas que nos presentan los libros
4	Muticontextualización	Los conceptos científicos pueden y deben ser aplicados para explicar e interpretar situaciones y problemas de la vida diaria.
5	Apertura cognitiva	Dos equipos de investigación diferentes trabajando sobre el mismo problema pueden llegar ambos a resultados bastante concluyentes, pero totalmente diferentes; por eso, sus miembros deben admitir enfrentarse a la confrontación con los otros resultados.
6	Aborde: analítico-sintético.	El estudio de los fenómenos debe tener en cuenta con la misma importancia los elementos que componen el fenómeno y las características generales del mismo.
7	Planeación	Una investigación no puede cambiar su metodología y las actividades que se han planeado cuando son reportadas en el proceso investigativo, nuevos hechos y descubrimientos.
8	Enfoque relacional	Los fenómenos y las situaciones deben ser estudiados teniendo en cuenta las relaciones entre éste y los demás objetos

9	Carácter social del conocimiento	El trabajo en grupo es mucho más productivo para el aprendizaje y la producción de conocimiento que el trabajo individual
10	Persistencia	Los obstáculos y las dificultades que se encuentran al realizar una tarea o solucionar un problema en clase de ciencias no son causas suficientes para abandonar el trabajo y preferir preguntar al profesor.
11	Preferencia	El estudio de las ciencias naturales puede ser mucho más agradable que el estudio de las otras asignaturas.
12	Aceptación	Las ciencias naturales en el colegio debería tener más importancia y ser tomadas más en serio de lo que usualmente se toman.
13	Rol Activo	Cuando se soluciona un problema en clase de ciencias, es conveniente reunir otros datos diferentes a los dados por el problema y a los solicitados por él.
14	Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo	El surgimiento de los conocimientos científicos puede explicarse desde: la teorías, sus fórmulas y principios;
15	Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no representativo	La tarea que realizan los hombres de ciencia va dirigida hacia: a) determinar las leyes que rigen el mundo
16	Concepción de la validez de la ciencia desde el racionalismo moderado	16. Las soluciones propuestas por la ciencia a los problemas son válidas para usted porque: explican de manera más adecuada los fenómenos naturales y dan la posibilidad de proponer alternativas para el desarrollo de la ciencia vigente.
17	Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado	El progreso de la ciencia puede ser: ilimitado, porque, cada vez que la ciencia resuelve un problema, aparece un nuevo problema cuya resolución hará crecer el conocimiento.

Fuente. García (2000)

En consecuencia, basados en este sistema multidimensional y las variables determinadas por García (2000) se propone identificar en el presente estudio como cambian las actitudes de los estudiantes hacia la física. Si bien, las actitudes son disposiciones adquiridas y relativamente duraderas, es posible modificarlas y generar cambios de corto y largo plazo, para esto se requiere incidir en la parte emocional del estudiante e innovar con respecto a los modelos tradicionales que han descuidado las herramientas tecnológicas, como los simuladores, es que permiten motivar al estudiante a través de ejercicios semi-experimentales donde el estudiante puede recrear fenómenos de su vida diaria.

Por lo cual, se presenta en la tabla 4, un comparativo entre los estudios revisados acerca del objeto de estudio, donde se describe el propósito y alcances de la investigación propuesta, las concepciones de actitud y la metodología propuesta, indicadores y/o categorías de análisis que aportan a este estudio.

Tabla 4. Estudios comparativos sobre las concepciones de actitudes hacia la ciencia.

Estudio	Objetivos del Estudio	Concepción de actitud	Metodología, instrumentos e Indicadores y/o categorías
<p>Afanador C. H., Mosquera S. C. (2016) “Valoración de actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la biología en educación secundaria”. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza Vol. 5 No 8. ISSN 2017-1034. P. p.32-49</p>	<p>Informar sobre la valoración o tendencia de actitudes hacia la ciencia y actitudes de aprendizaje hacia la Biología de los grados sexto, séptimo, noveno y undécimo.</p>	<p>Las actitudes (hacia algo o hacia alguien) son predisposiciones aprendidas, no son innatas y estables pues pueden cambiar cuando la persona reaccione de modo valorativo, favorable o desfavorable, ante objeto, situaciones, personas y sus colectivos o ambientes, etc. Las actitudes son entonces variables intermedias entre nuestras ideas y la manera como las llevamos a la práctica; son un puente interactivo (de aquí hacia allá y viceversa) entre los contenidos conceptuales y los contenidos procedimentales (Mosquera, 2008). Y al comprender que las actitudes están referidas hacia el objeto o el sujeto y estructuradas por los componentes cognitivo, afectivo y conductual (Morales, 2006, citado en Mosquera, 2008), se afirmaría que la adquisición de las actitudes son la expresión última de la capacidad de aprender, es decir, el estudiante es competente en su aprendizaje ya que su actitud modula el aprendizaje de los otros dos contenidos.</p>	<p>Estudio cualitativo usando entrevistas. Para la obtención de la tendencia en las actitudes se utilizó la escala Likert y la construcción de criterios valorativos pertinentes: Se califica con escala Likert: entre actitudes favorables (3 y 4) y desfavorable (1 )</p> <p>Categorías:</p> <p>Imagen de la ciencia Medio ambiente Ciencia Escolar Disciplina de estudio</p>
<p>García G. J. (2000) La solución de situaciones problemáticas: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia Colciencias Medellín.</p>	<p>Implementar una estrategia didáctica basada en un modelo de enseñanza problémica posibilita a los estudiantes el desarrollo de las capacidades creativas, la independencia cognoscitiva, las actitudes positivas hacia las ciencias y las habilidades para resolver problemas; además de facilitarles la asimilación conceptual de las teorías científicas.</p>	<p>El desarrollo de las actitudes positivas hacia las ciencias, concebidas como disposiciones sociales a actuar positivamente frente a la ciencia, conformadas por tres componentes, el conductual, el cognitivo y el afectivo. Para el estudio de esta variable se utilizó el test CAME (Cognición, acción, metodología) (García, 1993; Salcedo; García, 1997).</p>	<p>La metodología de investigación combina el enfoque de pretest-postest con el estudio del proceso a través del seguimiento de las actividades. El grupo intervención está conformado al azar por 16 estudiantes de diferentes clases sociales. Para evaluar las actitudes se usó una test con escala Likert con 17 preguntas.</p> <p>Categorías</p> <p>Componente comportamental Componente activo Componente cognitivo</p>
<p>Molina M., Carriazo J., Casas J. (2013) “Estudio transversal de</p>	<p>Mostrar el estudio de las actitudes hacia la ciencia en un grupo de estudiantes a lo largo</p>	<p>Para este trabajo, se asume la definición de actitud dada por Kind, Jones y Barmby (2007): “sentimientos que una persona tiene hacia un objeto basado en su</p>	<p>Se aplicó entrevista y un instrumento diseñado consistió en un cuestionario adaptado a partir de uno desarrollado por</p>

Estudio	Objetivos del Estudio	Concepción de actitud	Metodología, instrumentos e Indicadores y/o categorías
<p>las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes”. No 33 • Enero - Junio de 2013 • pp. 103 – 122. ISSN 0121- 3814 impreso• ISSN 2323-0126 Web</p>	<p>de los diferentes niveles de secundaria, según la implementación, ajuste y aplicación de un instrumento evaluativo propuesto originalmente por Barmby, Kind y Jones (2008).</p>	<p>conocimiento y creencias acerca del objeto”. En esta definición, los autores tienen en cuenta los componentes cognitivo, afectivo y comportamental del sujeto.</p>	<p>Barmby, Kind y Jones (2008) Aprendizaje de la ciencia en la escuela</p> <p>Categorías: Trabajo práctico en ciencia Ciencia fuera de la escuela Importancia de la ciencia Autoconcepto de ciencia Futura participación en ciencia Pertenencia a la institución educativa Se uso una escala Likert con 45 preguntas.</p>
<p>García, M., Sánchez, B. (2006). “Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria”. Perfiles educativos vol. XXVIII, núm. 114, pp. 61-89</p>	<p>Identificar las actitudes relacionadas con la ciencia y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de educación primaria.</p>	<p>Para los fines de esta investigación el concepto de actitud que se utilizó es el propuesto por Bendar y Levie (1993), según el cual “las actitudes son entendidas como constructos que median nuestras acciones y se encuentran compuestos de tres elementos básicos:</p> <p>Un componente cognitivo, Un componente afectivo Un componente activo o conductual”.</p>	<p>Se investigaron las actitudes mediante entrevistas, observaciones y cuestionarios aplicados a una muestra de 100 profesores. Se uso un test con escala liket y preguntas abiertas.</p> <p>Categorías: Un componente cognitivo, Un componente afectivo Un componente activo o conductual”</p>
<p>Gómez L. Y. (2011) “Las actitudes hacia la clase de física del estudiantado de secundaria; un estudio exploratorio descriptivo en instituciones educativas de Santiago y Concepción”.</p>	<p>Comprender las actitudes del estudiantado de secundaria hacia la clase de Física, por medio de un análisis general y de un análisis comparativo según institución, nivel de escolaridad y género, de los resultados obtenidos mediante el Test de actitudes hacia la clase</p>	<p>La actitud hacia la ciencia implica la perspectiva que el estudiante ha adquirido respecto al conocimiento científico, a la ciencia y a la realidad misma. La actitud hacia la ciencia es la disposición de ánimo (positiva o negativa) para adquirir nuevos conocimientos científicos mediante la consulta bibliográfica y la búsqueda de soluciones alternativas a problemas reales en cualquier área del conocimiento. Es la forma de actuar del individuo respecto al estudio de un sector de la realidad, llamado ciencia. Son las actuaciones</p>	<p>Se uso un diseño de investigación del tipo experimental y de carácter cuantitativo. Se utilizo el test de actitudes hacia las asignaturas de Física y Química elaborado en España. (Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), 1991)</p>

Estudio	Objetivos del Estudio	Concepción de actitud	Metodología, instrumentos e Indicadores y/o categorías
<p>Universidad de Concepción. Facultad de Educación Pedagogía en Ciencias Naturales y Física. Concepción- Chile.</p>	<p>de física, adaptado y validado al contexto socio cultural de Chile.</p>	<p>individuales, de grupo o sociales en relación con la generación, aplicación o transformación del proceso de construcción del conocimiento racional, empírico y objetivo. Gómez (2011) citando Liguori &amp; Noste en Santadreu (2005) señala que las actitudes se enseñan y admiten diferentes momentos o etapas. Estas etapas son; cognoscitiva, afectiva, intencional y comportamental</p>	<p>Categorías:</p> <p>Trabajo en grupo Trabajo individual y tareas Trabajo en prácticas de laboratorio Intereses para un futuro posterior Influencia del profesor en la asignatura de Física Dificultad para aprender Física Relación entre la vida cotidiana y la asignatura de Física Importancia social de la ciencia y los científicos</p>

Fuente. Elaboración propia (2018)

Con la anterior revisión documental se contrastó los aportes de García (2000), García, M., Sánchez, B. (2006) y Gómez (2011), Molina, Carriazo y Casas (2013), Afanador y Mosquera (2016), considerando, qué resultado adecuado utilizar para el modelo multidimensional de las actitudes; que incluye los componentes afectivo, conductual (o comportamental) y cognitivo, los cuales, en razón de los diferentes autores revisados aportan en sus definiciones, descripciones, así como en la relevancia de cómo medirlas e identificarlas en subvariables que especifican cada dimensión.

De acuerdo con Katz (1984) las actitudes tienen unas funciones, entre ellas la función instrumental, adaptativa o utilitaria, las cuales son de gran utilidad en el proceso de aprendizaje, en especial para asimilar conocimientos que serán integrados y posteriormente proyectados en la personalidad, conducta e interacción con personas y situaciones. Por ende contar con actitudes positivas en el aprendizaje favorece el interiorizar conceptos más allá de la simple memorización.

## **6.2 Los simuladores en el cambio de actitudes en el aula**

En el ámbito escolar, uno de los aspectos que ha contribuido a que el estudiante tenga una actitud negativa hacia las ciencias es el uso de modelos matemáticos en la física, y en gran medida los métodos tradicionales de enseñanza le han dado prioridad al tema numérico; aplicación de las ecuaciones, demostraciones, sin contextualizar los fenómenos físicos desde el ámbito práctico y sin permitirle al estudiante encontrar la manera de aplicarla en su propio contexto.

Uno de los desafíos para lograr un aprendizaje más significativo, como lo denota García y Sánchez (2006) es modificar la actitud del estudiante frente a la aplicación del conocimiento abordado en el aula, de esta manera el introducir herramientas basadas en las TIC como los simuladores debe llevar a cambiar la dinámica entre el alumno y los docentes, de tal manera, que exista una clara motivación y participación en el desarrollo de ejercicios

que impliquen la aplicación de modelos matemáticos sin perder de vista su aplicación práctica y su contextualización conforme a la realidad que vive día a día cada estudiante.

Autores como García y Sánchez (2006) “señalan que desde principios del siglo XX el concepto de actitud fue introducido en la psicología social estadounidense para designar un elemento de la conducta de un individuo motivada por la reacción en favor o en contra de un estímulo proveniente de su entorno que expresa una tendencia a actuar” (p. 40) Por ende, la introducción de simuladores en el aula para la enseñanza de la física, debe considerar esta dimensión del aprendizaje, generando un cambio en la actitud del estudiante, para que se le pierda “el temor” frente al uso de los modelos matemáticos, y se promueva la comprensión del fenómeno bidimensional del movimiento parabólico desde una perspectiva contextual.

Al respecto de lo anterior, Gómez (2011) indica que uno de los desafíos del proceso enseñanza - aprendizaje se encuentra en la formación de actitudes de los estudiantes. Los modelos tradicionales de enseñanza, en el especial la clase magistral, han llevado a que se tenga una actitud resistente hacia las ciencias exactas, y esto genera una predisposición de los estudiantes, que se limitan a la aplicación de los modelos matemáticos como una acción mecánica. El reto para el docente entonces, es cambiar la actitud del estudiante, algo que debe ser un proceso largo y continuo, el cual se puede beneficiar con el uso de las TIC en el aula de clase, entendiendo que estas mejoran la interacción y participación en el aula.

Como plantea García y Sánchez (2006) las actitudes se asocian a las disposiciones adquiridas en el contexto, regularmente una actitud es duradera y afecta el comportamiento de una persona referente a un tema, un concepto, persona u objeto. Entre las características de las actitudes se destaca que no son directamente observables, corresponde a una reacción de las personas frente a todo lo que les rodea, se adquieren mediante la experiencia, son determinantes en la conducta de las personas, ya que les imprimen una dirección, tienen una carga afectiva que hace a las personas actuar positiva o negativamente ante el objeto, son duraderas, aunque pueden cambiar, la persistencia, contribuye a la consistencia de la conducta, entre otras.



La actitud favorable que poseen los estudiantes sobre la ciencia no siempre se refleja en la escuela, máxime si se entiende que la ciencia que se desarrolla en el aula no necesariamente coincide con la que se percibe fuera de ella (Molina, M., Carriazo, J., & Casas, J. ,2013). Por ello, en el presente estudio, se muestran las actitudes hacia la ciencia escolar, es decir, como ha sido abordada en diferentes estudios que se desarrolla en la enseñanza de las ciencias.

### **6.3 La enseñanza de la física con la utilización de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)**

El desarrollo de las tecnologías de la información, el uso de software en el proceso de enseñanza se han vuelto más frecuentes y comunes, siendo una herramienta que propone otras formas de construir el conocimiento, generando motivación y a la vez el estudiante se convierte en un promotor activo de su aprendizaje.

La disponibilidad de tecnologías; hardware y software ha permitido llevar al aula elementos que han facilitado la explicación de ciertas temáticas, a la vez que abren el espacio para nuevos campos del conocimiento. Por un lado, se tiene el uso de videos interactivos, enciclopedias virtuales para la enseñanza de temas tradicionales, por otro se dispone de nuevos campos como la robótica, un campo novedoso que se proyecta a futuro como un campo de conocimiento.

De ahí que, las tecnologías de la información y la comunicación son definidas como un conjunto diverso de herramientas y recursos tecnológicos usados para comunicar, crear, diseminar, almacenar y gestionar información (Arias, Sandia, Mora, 2012). Estas tecnologías han permitido que surjan herramientas como la simulación por computadora, estos parten del principio donde se busca emular aspectos de la realidad, basándose en un modelo o ley de un sistema o fenómeno del mundo real estudiados por las ciencias, en el que se han simplificado u omitido algunos elementos para facilitar su aprendizaje.

Al respecto, el uso de software para la enseñanza permite ser ilustrativos a la vez que facilita la enseñanza mezclando elementos teóricos y prácticos, permitiendo la

experimentación en un ambiente virtual, algo que resulta rentable y eficiente, considerando su costo y practicidad, se convierte en una alternativa a la experimentación tradicional, donde se requiere de elementos físicos, recursos, equipos y espacio. Para sacar provecho del software en el aula de clase se han desarrollado diferentes conceptos o aplicativos, como los ambientes virtuales, portafolios digitales, simuladores entre otros.

Para entender el concepto los software, Infante (2014) nos indica que en la simulación se destacan aspectos que facilitan el aprendizaje por su impacto visual, animación y porque resultan más económicos y prácticos en comparación con la experimentación tradicional en laboratorio o el aula de clase. Así mismo, este autor considera que la simulación facilita la interacción con el objeto a investigar en un ambiente creativo e interactivo.

Respecto al uso de las tecnologías de información y comunicación han surgido varias herramientas, según Latura (2016), se destacan el sistema tutorial, el simulador, el juego interactivo, los sistemas de expertos, o sistemas de tutor inteligente, cada uno responde a unas necesidades de aprendizaje, tal como se describe a continuación:

- Un **sistema tutorial** se amerita cuando, siendo conveniente brindar el conocimiento al alumno, también interesa que lo incorpore y lo afiance, todo esto dentro de un mundo amigable y ojalá entretenido.
- Un **simulador** podrá usarse también para que el aprendiz llegue al conocimiento mediante trabajo exploratorio, conjetural, a través de aprendizaje por descubrimiento, dentro de un micromundo que se acerca razonablemente, en su comportamiento, a la realidad o a aquello que se intenta modelar.
- Un **juego educativo** será conveniente cuando, ligado al componente lúdico, interesa desarrollar algunas destrezas, habilidades o conceptos que van ligados al juego mismo.
- Los **sistemas expertos** se ameritan cuando lo que se desea aprender es lo que sabe un experto en la materia, conocimiento que no siempre está bien definido, ni siempre es completo, pero que es complejo y combina reglas de trabajo con reglas de raciocinio, con metaconocimiento.
- Un **sistema tutor inteligente** se ameritará cuando, además de desear alcanzar algún nivel de experticia en un área de contenido, se requiere que se asuma adaptativamente

las funciones de orientación y apoyo al aprendiz, en forma semejante a como lo haría un experto en la enseñanza del tema.

### **6.3.1 Uso de simuladores en la enseñanza de la física**

Los simuladores han ido ganando espacio en distintos contextos de la enseñanza, tanto en el ámbito escolar, como en la formación profesional y especializada. De acuerdo con Goldsmith y Ray (2016) (citado por Pérez y Romero, 2017) la simulación es una técnica numérica para conducir experimentos a través de software diseñado para tal fin. De acuerdo con estos autores, estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos.

De acuerdo con Caballero, Mariño y López (2016), el software de simulación permite aproximar los eventos del mundo real, su uso en la enseñanza de la física permite recrear el comportamiento de objetos y a la vez los modelos matemáticos que los representan. Las ventajas de este software es que permite que los estudiantes y docentes puedan manipular las variables que conforman los modelos que a su vez contienen las variables objeto de estudio, lo cual favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje en las dimensiones cognitiva y expresiva.

Desde el punto de vista de eficiencia la simulación permite obtener resultados de manera más rápida, replica ejercicios de manera más oportuna a un menor costo, sobre todo si se compara con la experimentación tradicional. Tanto para estudiantes como para docentes, los simulares permiten el procesamiento de mayor cantidad de información, lo que ayuda a que la concentración y atención se oriente más hacia los resultados y la comprensión de fenómenos, que hacia los aspectos instrumentales y mecánicos de las operaciones matemáticas o de un experimento.

Durante la simulación a través de software el estudiante puede interactuar con las variables del fenómeno estudiado, modificándola para obtener resultados diversos, un aspecto que aporta a la comprensión del fenómeno. Esta es una ventaja considerable respecto a la experimentación tradicional donde es difícil replicar o repetir el experimento, ya sea por

el costo o aspectos logísticos. La simulación permite además eliminar aspectos que distorsionen el resultado final, así mismo, permite que el estudiante se concentre en el fenómeno y en las variables externas que inciden en la experimentación tradicional. En contraste, con el uso de la simulación asistida por computador los estudiantes dialogan con el propósito de plantear hipótesis que sustenten los eventos simulados por el *software*, descubriendo los principios físicos involucrados (Chatterton, 1985).

Por su parte, Sierra (2000) plantea que el software de simulación permite la representación visual de los fenómenos estudiados, entre ellos el movimiento parabólico, facilitando la manipulación de las variables asociadas. Entre las ventajas de la simulación se destacan:

- Ofrece la oportunidad de recrear virtualmente algunos fenómenos cuya reproducción sería improbable en un ambiente escolar, bien sea por el peligro que representan, por el tiempo y/o el espacio que requieren o por el costo de los equipos.
- Favorece el contraste de las ideas previas, la formulación de hipótesis y el establecimiento de condiciones y regularidades.
- El estudiante interactúa con el modelo y, de esta forma, logra una comprensión más amplia del fenómeno estudiado.
- La posibilidad de manipular las variables, parámetros y condiciones del modelo favorece el aprendizaje por descubrimiento. Asimismo, se crea un escenario propicio para el aprendizaje autónomo.
- Le brinda la oportunidad al estudiante de enfocarse en los principios físicos que intervienen en el fenómeno y no sólo en los procedimientos matemáticos.
- Permite el contraste de las leyes físicas desde el análisis cuantitativo y cualitativo.

- Favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, desde las dimensiones afectiva, cognitiva y expresiva.

Uno de los aspectos relevantes de los simuladores, además de las ventajas mencionadas anteriormente, es que permiten que el estudiante sea partícipe activo del proceso de enseñanza – aprendizaje, por la interacción con el simulador y la manipulación de variables, le permite orientar preguntas de investigación, a la vez que le permite derivar explicaciones (Sierra, 2000). El uso de esta tecnología en la enseñanza favorece la construcción autónoma del conocimiento a través de la indagación, la solución de problemas y la investigación, también permiten el aprendizaje por descubrimiento guiado, impulsa la asimilación de conceptos, así como de procedimientos (López, 2016).

Con respecto al uso de *software* de simulación como estrategia de aprendizaje por descubrimiento guiado, Angulo (2012) sostiene que el modelo que representa el fenómeno estudiado subyace a la representación misma y el estudiante debe descubrirlo por sí mismo. De acuerdo con este autor, el uso de simulación por computadora es posible establecer tres niveles de representación relacionados entre sí, a saber:

- Nivel de ejecución del modelo matemático.
- Nivel de representación simbólica del modelo.
- Nivel de representación gráfica o animada.

Como se aprecia el uso de la simulación permite trabajar en tres niveles de representación, o que se traduce con un abordaje más integral de los temas o fenómenos estudiados.

De acuerdo con Fonseca, Hurtado, Lombana y Ocaña (2006) el uso de simuladores en la enseñanza, motiva a los estudiantes a que sea un gestor del proceso de aprendizaje. El uso del simulador favorece la reflexión y se ofrece la oportunidad a los estudiantes de avanzar de acuerdo con su ritmo de aprendizaje (Angulo, 2012). Sin embargo, para que esto se materialice en una realidad es importante que los estudiantes presenten buena actitud y que

el docente deba construir ejercicios que le generen autonomía, a la vez que se le delegue responsabilidad de indagar y reflexionar sobre los fenómenos de la ciencia que se presentan en su entorno.

Así mismo, la simulación dentro de las estrategias de enseñanza ha ganado espacio en el favorecimiento del aprendizaje de las ciencias, ya que son congruentes con un aprendizaje más activo y por ende más significativo. Según Peñata, Camargo y García (2016) “el aprendizaje activo es una estrategia de enseñanza, que permite que el estudiante se involucre directamente a partir de la construcción y participación en las diferentes actividades planteadas, promoviendo el diálogo, la colaboración, la reflexión y la construcción del conocimiento” (p.45).

De acuerdo con estos autores, esta clase de aprendizaje propicia una actitud activa del estudiante en clase, en contraposición con lo que ocurre en el método expositivo clásico o clase magistral. Bajo este enfoque los estudiantes aprenden haciendo, a través de experiencias reales o simuladas a las cuales se ven enfrentados.

#### **6.4 ¿Por qué el simulador con enfoque experimental Modellus favorece una mejor actitud frente a la ciencia?**

En la sociedad del conocimiento, regulada por una globalización las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han ganado espacios en la vida diaria, desde el entretenimiento hasta la producción, llegando a espacios educativos donde cada día son usados dentro de la escuela como fuera de ella, facilitando acceder a la información actualizada e interactiva, facilitando así la contextualización de conceptos teóricos gracias a recursos multimedia.

Según lo reporta la OCDE (2006) uno de los objetivos de la educación en ciencias es que los alumnos desarrollen una serie de actitudes que promuevan su interés por los temas científicos, así como la subsiguiente adquisición y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en beneficio personal, social y global. Si bien, es un objetivo ambicioso, es posible alcanzarlo si desde el aula se comienza a abordar los temas de estudio desde un

enfoque práctico, donde los modelos matemáticos están al servicio del estudiante para que pueda comprender su realidad y transformarla.

Respecto al tema abordado en este trabajo; movimiento parabólico, el cual es un fenómeno común en el contexto del estudiante, ya sea en la práctica deportiva como en otros ejercicios que implican el lanzamiento de objetos, el uso de simuladores busca facilitar que el estudiante comprenda que los modelos matemáticos representan situaciones comunes, las cuales se componen de variables que al ser manipuladas llevan a resultados diferentes. La ventaja del simulador Modellius frente a la experimentación tradicional es que en poco tiempo se logra realizar varios ejercicios, se dispone de mayor facilidad para modificarlas o manipular las variables que intervienen, se recrean ejercicios al gusto de los estudiantes, elementos que motivan y que conllevan a una participación más dinámica.

Por un lado, el uso del simulador para la enseñanza del movimiento parabólico permite alcanzar una mayor y mejor comprensión de los conceptos la resolución de situaciones problema, gracias a que implica que se realice un procedimiento activo de aprendizaje donde los estudiantes se constituyen en el personaje principal. (Trespacios, 2015) Por otro lado, el simulador incide en la motivación y comportamiento del estudiante, el cual se muestra más proactivo, y en sí esta dinámica aporta a modificar las actitudes del estudiante sobre el tema estudiado, la física, y en sí sobre las ciencias exactas.

Por lo tanto, el uso de las TIC en el aula de clase favorece el fortalecimiento de las actitudes científicas como la indagación y/o curiosidad, la perseverancia, el trabajo en equipo, entre otras. Sin embargo, los resultados no siempre son visibles a corto plazo, dado que el cambio en las actitudes es un proceso complejo. Trespacios (2015). De ahí que, el docente debe motivar al estudiante, pensar que las estrategias de enseñanza deben enfocarse en lograr un cambio en las actitudes, las cuales obedecen a modelos tradicionales donde el uso de modelos matemáticos se ha reducido al ámbito teórico.

El uso del simulador Modellius en la enseñanza de física permite profundizar en el análisis del comportamiento de las variables que intervienen en un fenómeno, la posibilidad

de profundizar en el análisis del comportamiento de ellas, la posibilidad de acceder a prácticas que requieren montajes sofisticados, de esta manera se facilita acrecentar la comprensión del diseño del experimento, establecer comparaciones entre la experiencia en un sistema ideal y el sistema real. Así mismo el uso de las TIC permite “fortalecer el dominio de los algoritmos matemáticos que dan cuenta del fenómeno ahorrando tiempo en lo que se refiere, por ejemplo, a cálculos largos y tediosos para poder concluir algo, o a la comparación de resultados utilizando diferentes modelos matemáticos” (Castiblanco y Vizcaino, 2015, p.23).

### **6.5 Dificultades en el aprendizaje de la física**

Es muy importante educar al Hombre para la comprensión de su entorno. Cualquiera que sea la esfera de la actividad, bien la Ciencia o la Técnica, el hombre se ve forzado a usar los conocimientos de la Física. Es evidente que la actual sociedad del conocimiento, con el desarrollo científico, tecnológico y social la educación debe contribuir al desarrollo de habilidades que desde la resolución de problemas que se presentan en la vida práctica el estudiante pueda impactar su contexto.

La Física, como asignatura en la educación básica y media, ha tenido un tratamiento poco estimulante, tanto en su estudio como para su aplicación en el entorno de los estudiantes. De ahí que, históricamente los profesores que imparten la asignatura lo hacen de manera casi mecánica, sin destacar el fenómeno, apenas mencionan el concepto, escriben la fórmula y se dedican a resolver problemas haciendo uso de ellas de manera matemática. El tratamiento metodológico dado a la asignatura parece determinar que los alumnos no se sienten estimulados hacia el aprendizaje de las ciencias y en particular a la Física.

Por lo tanto, en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, la Física presenta dificultades tales como el aprendizaje memorístico de las fórmulas, pobre desarrollo del razonamiento, aplicación reproductiva de los principios lógicos en problemas similares a los hechos por el profesor, quienes dan poca importancia a las ideas previas, o sea, concepciones pre científicas.



Por su parte Elizondo (2013) encuentra en sus estudios algunas limitaciones entre las que figuran:

1. Dificultades para identificar los datos relevantes del problema.
2. Dificultades para comprender los significados de los datos.
3. Dificultades para contextualizar los conceptos de la Física.
4. Dificultades para transcribir al lenguaje matemático los datos del problema.
5. Dificultades por deficiencias en sus habilidades matemáticas.
6. Dificultades para transcribir al lenguaje de la Física los datos de la solución del problema.

En la investigación de Elizondo (2013) los estudiantes reportaron que olvidan fácilmente y que tienen dificultades tanto para comprender los enunciados como para realizar las operaciones matemáticas requeridas en la aplicación de las fórmulas. A la par de los problemas de memorización, una deficiencia observada durante el desarrollo de la clase teórica es el lenguaje técnico o académico, el estudiante no domina un vocabulario que le permita expresarse y argumentar, aunque logra contextualizar con sus palabras ciertos temas, como ilustrar lo que pasa cuando se lanza un balón, no lo hace usando los términos adecuados y cuando debe aplicar ecuaciones se le dificulta establecer una relación. Este es un tema que se debe trabajar desde niveles previos a decimo, para que se tenga una mejor comunicación, un lenguaje más técnico y el estudiante este familiarizado con términos específicos: aceleración, gravedad, inercia, resistencia, etc.

Como lo indica Sánchez y Prendes (2012) los problemas en el lenguaje usado por los estudiantes, generan dificultades para transcribir al lenguaje matemático los datos del problema y dificultades para transcribir al lenguaje de la Física los datos que den solución al problema.

Para superar los problemas en el lenguaje de los estudiantes desde la experiencia docente se recurre a los ejercicios orales, los cuales plantean condiciones breves, son fácilmente comprensibles y con valores numéricos sencillos, para resolverlos no se requiere

de complejos cálculos numéricos, por lo general basta conocer las relaciones que se cumplen entre determinadas magnitudes o fenómenos físicos (Elizondo, 2013).

El tema del lenguaje usado por los estudiantes (que no siempre es técnico) dificulta que el estudiante pueda comprender la relación práctica entre lo aprendido y su contexto. Ahora bien, para facilitar la comunicación docente – estudiante, se requiere que el docente sepa definir cada término usado, evitando que el estudiante lo perciba como algo abstracto difícil de aplicar.

De acuerdo con Carranza, Rojas, Solano, Ramírez, (2011) en el primer acercamiento con la clase magistral de física los estudiantes consideran esta ciencia como “muy teórica” o le ven poca aplicabilidad (podría reflejar un nivel muy bajo en el carácter significativo de la enseñanza de esa disciplina por parte de los docentes), y que la materia es difícil o que utiliza muchas fórmulas. Esto puede ser un “síntoma indicador de que efectivamente, o bien el estudiante no ha adquirido la madurez de razonamiento lógico-matemático que según Piaget el adolescente empieza a adquirir desde los 12 y hasta los 16 años, o que el instrumental del mismo sistema educativo, en el campo de la matemática, aún no ha sido suministrado a esa altura del proceso de enseñanza” (p. 23).

Al respecto, Rodríguez (2011) para superar las falencias de enseñanza se ha enfocado en proponer una pedagogía integral, la cual se diferencia “radicalmente” de la pedagogía tradicional, según este autor el enfoque de pedagogía integral se basa en que los estudiantes empleen los tres canales de aprendizaje: visual, auditivo, cenestésico y, además, la mayoría de las inteligencias de Gardner (1995) (Citado por Rodríguez, 2011), o sea, verbal, lingüística, lógica matemática, rítmica musical, cenestésica, visual espacial, interpersonal e intrapersonal y la participación activa de la totalidad de la persona. (p.3)

En este sentido, el docente deberá en el aula de clase recurrir a actividades prácticas a ejercicios demostrativos donde el estudiante vea en un sentido práctico el comportamiento de los conceptos y variables que los integran, en este sentido coincide Flórez et. al. (2008) que debido a que la experimentación en el aula permite mayor asimilación del conocimiento, la formulación de interrogantes y la solución a las mismas a través de la experimentación, conduce a los estudiantes a acercarse más al aprendizaje significativo de las ciencias.

Con respecto al rol del docente, Rodríguez (2011) ha sido crítico en el uso del método tradicional de enseñanza (clase magistral) indica que bajo este contexto el profesor “asume el papel protagónico y los estudiantes escuchan, desapareciendo el diálogo en el acto de enseñar y aprender” (p.4) por ello la necesidad de tener un método más dinámico y participativo, que según este autor se logra con el uso de una triada; matemática, cotidianidad y pedagogía integral, elementos que facilitan la comunicación docente-estudiante y que además permiten colocar en contexto los conceptos abordados en un sentido práctico.

Para corregir estas falencias, Rodríguez (2011) ha insistido en mejorar los modelos de enseñanza, insistiendo en la tríada matemática-cotidianidad-y pedagogía integral, la cual debe tenerse como norte el desarrollo integral del ser humano dentro de una línea bidireccional: docente-estudiante. En este sentido coincide Flórez et al. (2008) debido que se necesita cambios que permitan una dinámica más práctica durante la enseñanza – aprendizaje, para lo cual puede recurrirse a la experimentación y/o al uso de sistemas de información para desarrollar los conceptos vistos en clase.

### **6.5.1. Formalización matemática de los fenómenos físicos**

Los procesos de formalización y matematización han generado históricamente dificultades en la comprensión de la física. Son, además, señalados por los profesores de física como uno de los factores de mayor incidencia en el fracaso académico de sus estudiantes, al punto de llegar a proponer una "desmatematización" de la física, es decir, una enseñanza de los conceptos y teorías físicas que no involucre la cuantificación de las magnitudes físicas ni el uso de representaciones matemáticas. (Romero & Rodríguez, 2003)

La matemática a pesar de su aporte a la humanidad ha estado mal comprendida, llegando a ser vista como algo complejo y abstracto asociado al uso de números y formulas. (Rodríguez, 2011 y Flórez et. al, 2008) Sin embargo, más que una realidad esto ha sido producto de un sistema educativo y de una práctica docente tradicional que no ha logrado establecer una relación efectiva entre la matemática y la cotidianidad, lo que no ha permitido que el estudiante se apropie de esta clase de conocimiento para comprender y explicar lo que sucede a su alrededor.

La fragmentación del conocimiento no solo ocurre en las matemáticas, sino en diferentes ciencias que son vistas como campos aislados, como plantea Redish, (1998, citado por Godino, 2010) en varias ocasiones, los estudiantes fallan al encontrar las conexiones entre las ideas que son presentadas por el maestro. En lugar de ver a la física como un objeto de conocimiento cimentado en un conjunto de ideas fundamentales, ellos adquieren la impresión que la física es una colección de ecuaciones de contexto específico que deben ser memorizadas. La matemática en la enseñanza de la física vive una realidad similar en el contexto escolar, su aprendizaje se ha limitado a la memorización de fórmulas, leyes y uso de números en función de resolver problemas matemáticos, una práctica propia de la escuela tradicional escolástica.

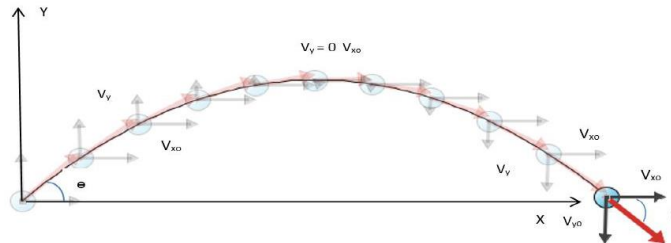
De ahí que, la labor del maestro es disponer espacios donde se organicen las experiencias, se caractericen y cuantifiquen los fenómenos, donde se experimente, donde se matemice, donde se socialicen las formas otorgadas a un fenómeno. El docente sería un exponente del conocimiento científico (Ospina, Tobón & Aguilar, 2011) donde se requiere que el docente rompa con ese modelo tradicional de enseñanza, logrando por un lado que el estudiante pierda el miedo a la matematización de la física, necesaria para las demostraciones de los fenómenos físicos, es decir cambiando la actitud hacia la matemática, y por otro, logrando que lo aprendido en matemáticas se aplique a la resolución de problemas diarios.

En este sentido, Rodríguez (2010) afirma que el conocimiento matemático en otras áreas aprendidas durante su formación académica debe enfocarse en fomentar el lado creativo del estudiante, en proporcionarle las herramientas para que este desarrolle un sentido crítico y pueda usar los conocimientos aprendidos para comprender y cambiar su entorno.

El movimiento parabólico es uno de los temas que se desarrollan en grado décimo como parte de los contenidos temáticos de física. Es uno de los temas donde se vinculan conceptos de matemática y son puestos en un contexto práctico, que puede ser recreado a través de ejercicios de campo y experimentación para facilitar su comprensión. En el texto guía; Investiguemos 10, utilizado en la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca, se privilegia la matematización, aunque se relacionan ejemplos prácticos estos se enfocan más en la aplicación del modelo matemático más que en la contextualización.

El movimiento parabólico implica un movimiento de un objeto donde a través de una velocidad inicial se forma un ángulo con el suelo. En la figura 3, se aprecia la recreación del movimiento parabólico que tiene un objeto. En este diagrama se muestra la trayectoria de un movimiento parabólico que parte desde el origen con un velocidad  $\mathbf{v}$  que cambia con el tiempo sin embargo las componentes  $\mathbf{X}$  de la velocidad permanecen constantes en el tiempo.

Figura 3. Comportamiento movimiento parabólico



Fuente. Enríquez (2008)

El movimiento parabólico se puede analizar como la composición de dos movimientos rectilíneos distintos: uno horizontal (según el eje  $\mathbf{x}$ ) de velocidad constante y otro vertical (según eje  $\mathbf{y}$ ) uniformemente acelerado, con la aceleración gravitatoria; la composición de ambos da como resultado una trayectoria parabólica. (Enríquez, 2008).

Con respecto a la velocidad instantánea se puede descomponer, como la velocidad horizontal constante.

$$V_x = V_o \cos \theta$$

Y la velocidad vertical, que depende del tiempo transcurrido desde el lanzamiento y de la componente vertical de la velocidad inicial.

$$V_y = V_{oy} - gt$$

Desde esta perspectiva, la cuantificación de la velocidad se hace mediante la identificación de un fenómeno prototipo de la caída de los cuerpos, el uso adecuado de representaciones para dar cuenta de las variables y relaciones entre variables identificadas en dicho fenómeno. Tomando como base estos aportes, es claro que la forma como se puede avanzar en la caracterización de las relaciones entre la física y las matemáticas que posibilite

plantear propuestas didácticas es a través de la realización de estudios de casos de cómo se constituyen y formalizan conceptos físicos particulares. (Romero & Rodríguez, 2003)

La enseñanza del movimiento parabólico hace uso de modelos matemáticos, los cuales se enfocan en explicar un fenómeno físico, que representa cierto grado de complejidad para los estudiantes que no logran establecer la conexión entre estos modelos (ecuaciones) y situaciones que perciben en los contextos más próximos, lo que lleva a la necesidad de ejercicios prácticos que muestren la aplicabilidad de la teoría, es allí donde surge el uso de enfoques experimentales para facilitar el proceso de aprendizaje en los estudiantes.

En este sentido, se observa en muchas prácticas de enseñanza donde se evidencia, en docentes y alumnos, una tendencia a matematizar la física confundiéndola con la mera aplicación de fórmulas y algoritmos a los conceptos y las teorías físicas, mientras que otros se inclinan por una enseñanza y aprendizaje de los conceptos y teorías físicas que no involucran el uso de formalismos matemáticos. En consecuencia, la inclusión de las TIC en el aula de clase se considera como un apoyo que facilita la representación visual e interactiva de las variables abordadas en un problema, posibilitando que se modifique para evaluar la interacción frente a las otras, aspectos que en la enseñanza de física resulta propicia dado el sentido práctico de la misma asignatura (Álzate, Montes y Escobar, 2013). Por lo tanto, la inclusión de un simulador resulta congruente con el aprendizaje basado en problemas y con el objetivo de lograr vencer la matematización de la física.

Al respecto, del tema de la matematización de la física desde el ejercicio docente se ha trabajado con la metodología basada en la resolución de problemas, la cual se considera un recurso efectivo para la enseñanza y aprendizaje de la matemática, (Pérez y Ramírez, 2008). De acuerdo con Álzate, Montes y Escobar (2013) la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) contribuye en el mejoramiento académico de los estudiantes, reflejado en sus calificaciones, así mismo en la participación en clase, de igual manera esta clase de metodologías modifica positivamente la actitud frente a la matemática con lo cual el estudiante tiene facilidad para convertirse en sujeto activo de su propia formación.

## **6.6 ¿Por qué indagar por las ideas previas acerca del Movimiento Parabólico?**

En relación con las ideas previas Ausubel (1976), en su obra *Psicología Educativa*, destaca la importancia del diagnóstico y caracterización de las ideas previas al señalar que si tuviese que reducir toda la *Psicología Educativa* a un solo principio, enunciaría este: “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto, y enséñese consecuentemente”.

En este sentido, las ideas previas de los estudiantes son consideradas como nociones creadas por estos, con base en su entorno, es decir que están influenciadas por las experiencias de la vida cotidiana, entonces, se puede destacar que son susceptibles de modificación, conforme se transforman las experiencias de los sujetos. Así lo señala Rayas Prince (1994), cuando menciona que “las ideas previas referentes a los conceptos científicos pueden permanecer aun en la vida adulta y después de un proceso de enseñanza, debido a su origen subjetivo y a que se presentan, coherentes con las explicaciones de la realidad, aunque suelen modificarse de acuerdo con la incorporación de experiencias nuevas para los sujetos”

De ahí que, es necesario delimitar en nuestro estudio la intención de determinar las ideas previas que tienen los estudiantes a partir de indagar mediante situaciones lo que ellos infieren acerca del movimiento parabólico. En tal sentido, estas concepciones adquieren mayor significado al establecer entre lo que el estudiante ya conoce y lo que está aprendiendo; o sea, el conocimiento previo o los preconceptos, constituye el fundamento a tener en cuenta por el profesor durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, para facilitar el dominio de nuevos conceptos y sus definiciones científicas.

Ahora bien, el reconocimiento de las ideas previas como construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada (Bello, 2004). La importancia de la enseñanza de las ciencias naturales, radica en que a través de los conocimientos organizados que ella presenta, los sujetos pueden incorporarlos a su estructura

cognitiva, de tal manera que les permita comprender los fenómenos del entorno y cómo estos pueden afectarlos.

Por tanto, es clave considerar en la enseñanza de las ciencias naturales que dichos preconceptos tiene un significado realmente valioso, en la medida en que, su consideración esté más allá de ser un cuerpo de conocimientos teóricos y sea apreciada como una herramienta para explicar y actuar sobre el entorno, es decir, que trasciende a la dimensión práctica de los sujetos que aprenden.

Finalmente, la indagación de estas se constituye en el punto de partida de la presente propuesta, al considerar que parten de una construcción de significados que los estudiantes ya tienen y se han construido por sus experiencias y la información que han recibido del medio, sin embargo debe ser aclarada desde sus realidades para que relaciones sus explicaciones con el conocimiento científico. El reto es lograr que dicho cambio perdure en el tiempo, y sobre todo que el estudiante integre los nuevos aprendizajes para explicar su realidad y para avanzar en el aprendizaje de nuevos temas.



## **Capítulo III**

### **7. Metodología**

La investigación cualitativa se fundamenta en una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento del significado de las acciones de los sujetos en contextos concretos. Esta “proporciona profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas”. También aporta un punto de vista "fresco, natural y holístico" de los fenómenos, así como flexibilidad (Hernández et al, 2012, p.9).

#### **7.1 Tipo de Investigación**

Para el desarrollo del trabajo se tuvo un enfoque cualitativo, según Hernández, Fernández y Baptista (2015) “el enfoque cualitativo se selecciona cuando se busca comprender la perspectiva de los participantes (individuos o grupos pequeños de personas a los que se investigará) acerca de los fenómenos que los rodean, profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados, es decir, la forma en que los participantes perciben subjetivamente su realidad” (p. 364).

El análisis de datos se desarrolló como un estudio descriptivo, mediante el cual se aborda cada una de las variables que hacen parte del problema de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2015). A través del proceso de investigación se buscó conocer las limitaciones, desafíos, beneficios e impactos que tiene la introducción de estos recursos tecnológicos en el ámbito escolar en un contexto específico. En este caso se explora cómo el uso del simulador Modellus para la enseñanza del movimiento parabólico incide en el cambio de actitud de los alumnos en el contexto específico de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca.

Dentro de la estrategia de investigación consideramos el estudio de caso comparativo, que de acuerdo con, Yin, 1994 es pertinente en "una investigación empírica de un fenómeno

contemporáneo, tomado en su contexto, en especial cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son evidentes"

De acuerdo con el autor, en los estudios de caso múltiples o comparativos, se realizan las mismas indagaciones a los distintos casos, pero realizando una comparación de las respuestas para llegar a conclusiones importantes. De esta manera, las evidencias basadas implican el análisis y la síntesis de las similitudes, diferencias y patrones de dos o más casos que comparten un enfoque o meta común. Para hacerlo correctamente, deben describirse en profundidad las características específicas de cada caso al comienzo del estudio. La justificación de la selección de los casos específicos está directamente vinculada a las preguntas clave de evaluación y, por tanto, a lo que hay que investigar. La comprensión de cada caso es importante para establecer las bases del marco analítico que se utilizará en la comparación cruzada de los casos. (Yin, 1994, p.13).

Respecto a los múltiples casos cruzados o entrelazados, en los cuales el investigador desde el inicio pretende revisar comparativamente los casos entre sí, buscando similitudes y diferencias, su diseño se podría esquematizar como lo sugieren Hernández Sampieri, Mendoza y De la Mora (2009) (figura 4).

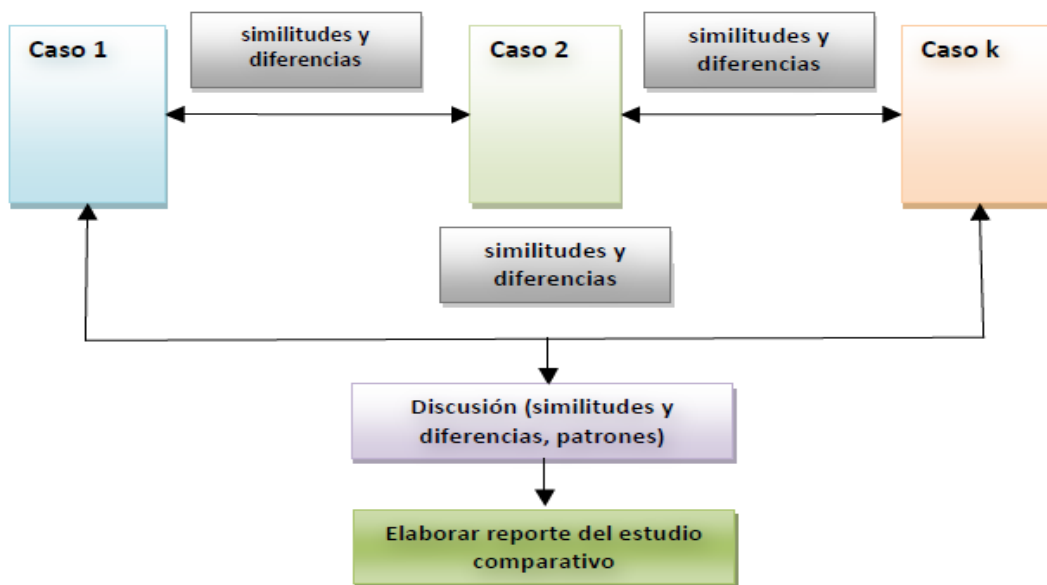


Figura 4 Diseño de estudio de caso comparativo

## **7.2 Diseño Metodológico**

Dado el objetivo de la presente investigación, el diseño metodológico consiste en presentar una visión lo más completa y exacta de la realidad, no es posible, ni se justifica, alterar los datos recolectados, siendo trabajo del investigador hacer los mejores esfuerzos para presentar de modo fidedigno la evidencia suficiente para fundamentar los hechos sucedidos (Castro, 2010). De ahí que, luego de la determinación de la muestra se realizó un primer acercamiento para indagar a 32 estudiantes del grado décimo, acerca las percepciones a partir de las ideas previas que tienen acerca del movimiento parabólico como fenómeno físico, a través de la técnica entrevista utilizando como instrumento un cuestionario con preguntas cerradas (Ver anexo A).

Luego, para el estudio se diseñaron diferentes momentos de investigación, en el momento 1: clase teórica con participación de los 32 estudiantes, en el momento 2 se tuvo una clase con un enfoque práctico para resolver ejercicios, para este caso se dividió el grupo en dos, un grupo de control al que se le brindó una clase magistral, y un grupo de intervención al cual se le brindó clase mediante el uso simulador Modellus.

Finalmente con los resultados obtenidos en el momento 1 y 2 se procedió a realizar un comparativo entre la experiencia obtenida entre el grupo de intervención y el grupo de control, para analizar que variables que integran los componentes de la actitud se vieron fortalecidos.

## **7.3 Fuentes de información**

Para el desarrollo de este trabajo se consultaron dos tipos de fuentes; primarias y secundarias, las cuales se describen a continuación.

**Fuentes Primarias.** Para este caso se incluyó a los 32 estudiantes del grado décimo de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca,

los cuales tienen edades que van desde los 14 a 16 años. Los estudiantes fueron divididos en dos grupos así se tendrá un grupo intervención y uno de control.

**Fuentes Secundarias.** Para este caso se consultó fuentes como trabajos de grado, reportes de investigación, artículos científicos, en que se hayan abordado experiencias similares donde se haya incluido el uso de simuladores en la enseñanza de física y particularmente, movimiento parabólico.

#### **7.4 Selección de la muestra**

En un estudio de caso múltiple o comparativo, la selección de la muestra es diferente al proceso de selección de la muestra en el paradigma cuantitativo. Stake (1996, 2006) afirma que la investigación de los estudios de caso no es una investigación basada en muestras representativas porque no se estudia un caso para entender otros casos sino que la obligación del investigador es entender ese caso por sí mismo. Asimismo, señala que en los estudios de caso múltiples se efectúa un esfuerzo particular de examinar algo que tiene muchos casos, partes o miembros de manera detallada para recopilar lo que cada caso tenga que comunicar con la intención de estudiar el fenómeno que exhiben esos casos (Stake, 2006).

De manera que la selección de la muestra para nuestro estudio de caso es no probabilística sino intencionada, con el propósito de comparar como cambian las actitudes luego de realizar explicación del mismo tópico de enseñanza pero con dos estrategias diferentes. La muestra, entonces la conforman 2 grupos de 16 estudiantes cada uno pertenecientes al mismo grado y generados de forma aleatoria, que en adelante serán llamados Caso1 y Caso 2.

#### **7.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas utilizadas en la presente investigación son la entrevista estructurada y la observación participante, para las cuales se utilizaron como instrumentos el cuestionario y la bitácora de observación respectivamente.

Teniendo en cuenta que la entrevista cualitativa puede ser contemplada como el correspondiente, en la vertiente del interrogar, de lo que la observación participante constituye en la vertiente del observar. Es evidente que la inmersión en la realidad social que el investigador efectúa con la entrevista cualitativa no es tan profunda como la que se realiza con la observación participante.(Hernández, et al, 2016)

Para nuestro estudio de caso, se realizaron las mismas preguntas con la misma formulación y en el mismo orden. Sin embargo, los entrevistados tienen plena libertad para manifestar su respuesta. En definitiva se trata de un cuestionario de preguntas abiertas. Debemos indicar que, si bien la pregunta no compromete la libre manifestación del entrevistado por el simple hecho de plantear las mismas preguntas en el mismo orden a todos los entrevistados introduce un fuerte elemento de rigidez en la dinámica de la entrevista.

Para la recolección de información se usó como técnicas, la entrevista donde se aplicó un cuestionario para conocer las ideas previas de los estudiantes. (Ver anexo A). Posterior a ello se utilizó la observación participante, donde se usó una bitácora de observación (Ver anexo B) esta técnica permite incluir aquellas observaciones acerca de las conductas y comportamientos de los estudiantes, tanto en espacio y tiempo, realizándolo de manera organizada a fin de que permitan recopilar la información que dé respuesta a los objetivos específicos planteados.

Acorde a las técnicas de recolección de información se usa diferentes instrumentos para la recolección y sistematización de la información.

**Cuestionario.** Es un formato redactado en forma de interrogatorio para obtener información acerca de las variables que se investigan, puede ser aplicado personalmente o por correo y en forma individual o colectiva y debe reflejar y estar relacionado con las variables y sus indicadores. Para la entrevista se usó un formato que indagó sobre lo que han escuchado sobre el movimiento parabólico, cómo ocurre, cómo se representa y para qué se usa. El formato de entrevista, (Ver anexo A) se usó para conocer las ideas previas sobre el movimiento parabólico, aplicado a los dos casos determinados como población objeto.

La elaboración del cuestionario requirió de la experticia del investigador acerca del fenómeno a investigar que luego de la inmersión inicial en el campo e identifica las necesidades del investigador y las características de la población objeto, diseña el cuestionario y lo somete al análisis de pares académicos.

**Bitácora o diario de campo.** A través de este se registró los diferentes aspectos que se observaron durante las actividades de enseñanza, pretendiendo describir el comportamiento de los estudiantes, la interacción entre ellos, la dinámica de comunicación y participación en clase. (Ver anexo C) A través de esa se registró la dinámica de participación de los estudiantes, así como su conducta durante las actividades realizadas en clase.

En la tabla 5, se presenta la síntesis de las dos (2) técnicas propuestas para el desarrollo de la investigación con la cual se pretende dar respuesta a los objetivos específicos planteados.

*Tabla 5. Síntesis de las técnicas, instrumentos y fuentes de información.*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Fuente</b>
Entrevista estructurada	Cuestionario (Ver anexo A) que indaga las ideas previas acerca del movimiento parabólico	32 Estudiantes grado 10.
Observación participante	Bitácora de Observación (Ver anexo B) como registro del caso 1 y el caso 2	16 Estudiantes grado 10: CASO 1 16 Estudiantes grado 10: CASO 2

Fuente. Elaboración propia (2018).

## **7.6 Validez confiabilidad de los instrumentos.**

La validez es el grado en que un instrumento de medida mide lo que realmente pretende o quiere medir; es decir, lo que en ocasiones se denomina exactitud. Por lo tanto, la validez y la confiabilidad en un estudio de caso comparativo de carácter cualitativo obedecen a la cantidad de instrumentos utilizados y a la contrastación que se le dé.

La revisión de los casos es similar (se consideran las mismas variables o aspectos, al igual que los instrumentos para recolectar los datos y el proceso en general, aunque puede haber variantes). De acuerdo con Yin (2009), son diseños más “robustos” y poseen mayor

validez. A veces se eligen casos significativos, lo que en términos prácticos resulta muy difícil, ya que encontrar varios casos que compartan similitudes es complicado. Es importante remarcar que cada caso deberá servir a un propósito específico dentro del alcance total.

Al respecto Yin, recomienda la utilización de múltiples fuentes de datos y el cumplimiento del principio de triangulación para garantizar la validez interna de la investigación. Esto permitirá verificar si los datos obtenidos a través de las diferentes fuentes de información guardan relación entre sí; es decir, si desde diferentes perspectivas convergen los efectos explorados en el fenómeno objeto de estudio. (pág. 29)

En este estudio, los distintos instrumentos de recolección de información, usados como: cuestionario para todo el universo de la población y las bitácoras de observación de registro en el caso 1 y el caso 2, dan como resultado, obtener variedad y riqueza de datos.

Los criterios de validez y confiabilidad se concretó a partir de la reflexión y análisis de coherencia con lo que se pretendía medir y los planteamientos de la pregunta, objetivos de investigación y las proposiciones teóricas que sirvieron de referencia o punto de partida para la recolección de los datos desde los distintos niveles de análisis de los casos, y para el análisis posterior de los mismos. Pues tanto las preguntas de investigación como las proposiciones teóricas contienen los constructos (conceptos, dimensiones, factores o variables) de los cuales es necesario obtener información. (Martínez Carazo, 2011)

### **7.7 Identificación de variables y su relación con objetivos e instrumentos**

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la presente investigación se requiere de los instrumentos y técnicas referenciadas en el apartado anterior. Con el ánimo de una mejor visualización de la relación entre los tres objetivos específicos planteados, las técnicas utilizadas, las variables observadas y los diferentes participantes se muestra en la tabla 6.

*Tabla 6. Relación entre objetivos específicos planteados, momentos y técnicas utilizadas*

Objetivo Especifico	Técnica e instrumento utilizado	Variables observadas	Participantes	Duración
---------------------	---------------------------------	----------------------	---------------	----------

Determinar las ideas previas, que presentan los estudiantes acerca del movimiento parabólico en su aplicación práctica..	<b>Técnica:</b> Entrevista  <b>Instrumento:</b> Cuestionario de ideas previas. (Ver anexo A)	Ideas Previas: Movimientos estudiados por la física Movimiento parabólico Conceptos teóricos Aplicación práctica Ejemplos Variables y factores que interviene	32 Estudiantes grado 10.	1 horas
Establecer las actitudes que presentan los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias en la enseñanza del movimiento parabólico mediante un estudio de caso comparativo.	<b>Técnica:</b> Observación Participante  <b>Instrumento:</b> Bitácora de observación (Clase para resolución de problemas con enfoque magistral tradicional y con uso de modellus. (Ver anexo B)	Clase teórica con la fundamentación conceptual sobre el movimiento parabólico.	32 Estudiantes grado 10.	4 Horas (1 clase)
		Participación de los alumnos Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones? Fluidez de la clase Reflexiones de los estudiantes Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?) Interacción entre estudiantes Actitud frente al uso de un simulador Actitud frente al desarrollo de la clase Motivación	16 Estudiantes Grupo de Control.  16 Estudiantes Grupo de intervención	4 horas grupo de intervención.  4 horas grupo de control.
Describir cómo cambian las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias con el uso del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico.	<b>Instrumento:</b>  Bitácora de observación (Clase para resolución de problemas con uso del simulador: modellus (Ver anexo B)	Participación de los alumnos Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones? Fluidez de la clase Reflexiones de los estudiantes Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?) Interacción entre estudiantes Actitud frente al uso de un simulador Actitud frente al desarrollo de la clase Motivación	32 Estudiantes. Resultados grupo de intervención y Control.	
	Información de los objetivos 1 y 2	Similitudes y diferencia entre los resultados obtenidos e investigaciones similares en diversos contextos.	Bases de datos académicas y científicas.	

Fuente. Elaboración propia (2018).



## **Capítulo IV:**

### **8. Resultados y análisis de datos**

El estudio de caso resulta ser el diseño más adecuado para realizar estudios en el campo educativo, en nuestro caso el hecho de analizar dos casos de igual grado pero con estrategias de enseñanza totalmente distintas hacen que el análisis de los resultados de forma descriptiva a partir de un acercamiento con la realidad y el comprender los procesos a través de la observación y recolección de datos reales, se considere estos aspectos para la validación y confiabilidad de los resultados en la investigación al momento de interpretar los resultados dado que estos no resultarán abstractos, sino que tendrán un significado desde el análisis e interpretación del investigador. De ahí que se presentan los resultados de acuerdo a los objetivos planteados.

Por lo tanto, recogidos todos los datos, el próximo paso consiste en la interpretación de estos para cada caso y su posterior comparación entre los casos. Una vez finalizada la etapa de comparación, el investigador puede obtener una serie de conclusiones y decidir si la información o resultado obtenido puede ser aplicado a más situaciones o casos similares. De ahí que, el análisis de los datos se centra en los sujetos y no en las variables, como sucede en la investigación cuantitativa.

La presentación de los resultados se produce según una perspectiva narrativa, con la descripción de los casos, a menudo utilizando las mismas palabras de los entrevistados para no alterar el material recogido y transmitir al lector la inmediatez de las situaciones estudiadas. La forma estándar de proceder en la presentación de los resultados es la siguiente: se presenta la pregunta con las respuestas más recurrentes para luego desarrollar un razonamiento descriptivo después de cada pregunta desarrollada.

#### **8.1 Análisis de datos**

### 8.1.1 Indagación de las ideas previas

Antes de iniciar con la enseñanza del movimiento parabólico en los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca, se procedió a explorar las ideas previas que tenían sobre este concepto, el cual resulta cotidiano dado que está presente en diferentes actividades como el lanzamiento de pelota, sin embargo no siempre se tiene claridad del mismo y de las variables o factores que inciden en él. Se utilizó como técnica la entrevista la cual se apoyó en un cuestionario (ver anexo A) mediante el cual se realizó una serie de preguntas que permitieron identificar las limitaciones en el aprendizaje del movimiento parabólico y su aplicación práctica.

Cuando los alumnos comienzan el estudio de la Física y Química ya tiene ideas propias sobre determinados conceptos y hechos físicos, han elaborado sus propias teorías para explicar los fenómenos que observan con frecuencia. Por ello, es importante conocer la percepción que poseen los alumnos y, de este modo, poder establecer una estrategia de enseñanza de la Física y Química que obtenga un buen resultado en el aprendizaje de esta ciencia (Abad, 2012).

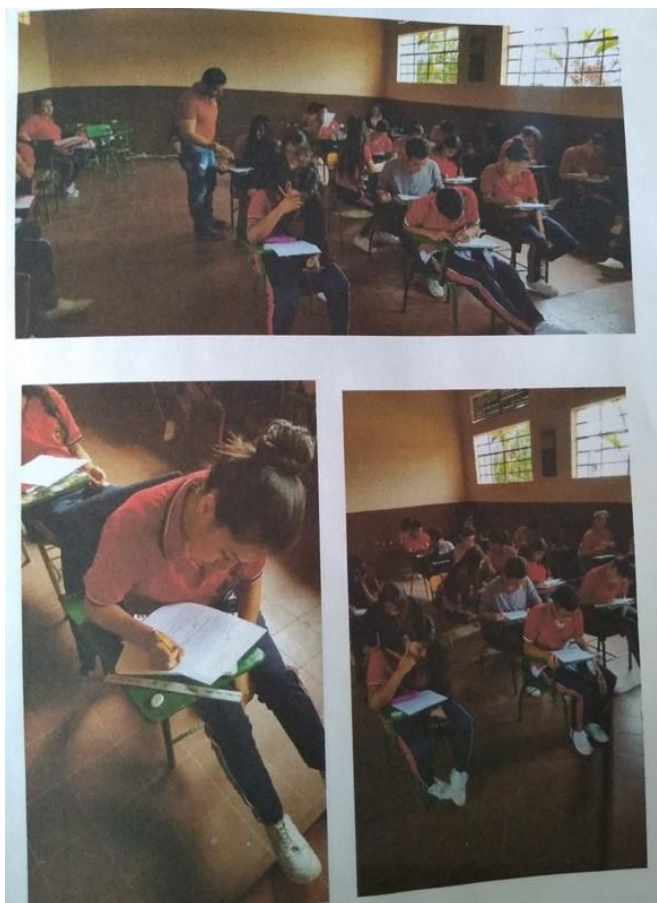
El objetivo de indagar sobre los preconceptos que tienen los estudiantes sobre el movimiento parabólico, es explorar la familiaridad con el concepto y la actitud hacia el mismo. Por un lado, conocer las ideas previas permite identificar conocimientos errados o que son explicados desde lo práctico sin una argumentación académica que les de validez. En un principio esto evidencia que el estudiante trae algunas falencias al momento de explicar conceptos que necesitan la fundamentación, la cual se debió construir en años anteriores. Por otro lado, la exploración se enfoca en evidenciar la “proximidad” del estudiante frente al movimiento parabólico lo cual puede ser un factor que facilite la enseñanza, permitiéndole comprender el fenómeno en un contexto práctico.

Para el acercamiento a las ideas previas de los estudiantes, se aplicó una entrevista estructurada, la cual consistió en un cuestionario con preguntas abiertas, su aplicación se realizó en el aula de clase, donde el docente-investigador, procedió a leer cada pregunta y la estudiante, abierta e individualmente respondió. Antes de su aplicación se explicó la dinámica, se les informó que la respuesta era espontánea y que la actividad no era calificable,

por ende no existían preguntas acercadas o erróneas. De igual manera se justificó la realización de la entrevista escrita mediante una serie de preguntas para responder abiertamente y en algunos casos realizar dibujos descriptivos que nos ayudaron como diagnóstico inicial antes de comenzar con el tema de movimiento parabólico para evidenciar en que aspectos se requería refuerzos.

El cuestionario se aplicó y lo respondieron los 32 estudiantes del grado decimo. Una vez que los cuestionarios fueron efectuados se analizaron e interpretaron. La presentación de la información se detalla partiendo de las preguntas e indicando las opciones más recurrentes escritas por los estudiantes para luego realizar debajo de cada pregunta planteada el analisis descriptivo.

*Figura 5. Aplicación del cuestionario de entrevista Población Objeto (32 estudiantes grado 10mo)*



Fuente. Elaboración propia. (2018).

Con la aplicación a los estudiantes de la entrevista estructurada mediante un cuestionario, tanto desde la conceptualización del fenómeno, como en la identificación de las variables que intervienen mantuvieron una relación contextual que les permitió recrear el fenómeno. Se indagó sobre diferentes aspectos, entre estos:

- Movimientos estudiados por la física
- Movimiento que se relacionan con el Movimiento parabólico
- Conceptos teóricos requeridos para para la comprensión del movimiento
- Aplicación práctica del movimiento en dos dimensiones
- Ejemplos cotidianos de fenómenos relacionados con el movimiento parabólico.
- Variables y factores que interviene en el movimiento parabólico.

Lo primero que se indagó fue el conocimiento del movimiento parabólico, se les preguntó, qué es, las respuestas mostraron que no se tiene claridad del mismo, aunque se observó el caso puntual de dos estudiantes que establecieron respuestas acertadas. A continuación se citan algunas repuestas representativas:

¿Qué entiendes por movimiento parabólico?

*Tabla 7. Ideas previas de estudiantes sobre el movimiento parabólico*

<b>Opciones</b>
“un movimiento que cambia”
“Es cuando un objeto tiene un movimiento en forma de curva”
“Es el desplazamiento de un objeto de un lugar a otro”
<b>“movimiento de cualquier objeto, la trayectoria que describe una parábola de un proyectil en un medio”</b>
“yo creo que es el movimiento de las parábolas”
“Yo creo que es cuando gira sobre su propio eje”
“creo que es un movimiento de cualquier objeto, recorre una parábola”
“Cuando varia la velocidad o su objetivo”
<b>“El movimiento que tiene una curva”</b>

De acuerdo con las respuestas brindadas por los estudiantes en el movimiento parabólico un objeto toca un movimiento curvo, sin embargo, no se les pide explicar el porqué, así mismo, se encontró que los alumnos se confunden con el movimiento de rotación.

Al indagar sobre los movimientos que se estudian en física, existe una confusión, por un lado, se confunde el tipo de movimiento con las variables que intervienen, así mismo, con otra clase de movimientos que son estudiados en otras áreas de conocimiento. A continuación se citan, respuestas que ilustran lo anteriormente descrito.

¿Qué movimientos se abordan desde la física?

*Tabla 8. Movimientos conocidos abordados por la física*

“Velocidad”
“Altura, Giros, Movimiento de un punto a otro”
“Rotación, Traslación, desplazamiento de un objeto”
“Como se mueven las cosas, que es el movimiento, que es el espacio, que es el tipo”
“Altura y rotación”
“Creo que los movimientos pueden ser: deporte, cinético, objetos, tiempo, distancia”
“Rotación en su propio eje y otro hacia adelante y hacia atrás”
“la curva que coge un respectivo objeto”
“Movimiento parabólico, diagonal, recto, circular, reversa, transición y rotación”
“El movimiento y reacciones químicas”
“Son laterales, verticales, horizontales, de la gravedad; cuando un objeto se cae un objeto la gravedad lo atrae”
“que tiene figura de parábola o curva abierta”

Al consultar **¿Qué movimientos reconoces que se abordan desde la física?** Las respuestas de los estudiantes aunque diversas, fueron confusas, no identifican los diferentes tipos de movimiento que se exploran, incluso los confunden con los movimientos de la tierra, como traslación y rotación, también con la dirección que puede tener un objeto.

En las respuestas brindadas por los estudiantes no se incluye el movimiento parabólico. Si se revisa las respuestas de los estudiantes incluye variables que influyen como la dirección y/o velocidad. Una de las debilidades en este caso es que los estudiantes no tienen claro la temática que se aborda respecto a los diferentes movimientos, lo que impide abordarlos.

De igual manera se indagó: **¿Qué movimientos reconoces cuando se produce la caída de un objeto?** al momento de responder se encontró que los estudiantes recurren a ejemplos de su entorno para dar respuesta, lo que llevó a tener una diversidad de respuestas, como se ilustra a continuación:

*Tabla 9. Movimientos conocidos por la caída de un objeto.*

Opciones
“Caída”
“Pues, los movimientos que produce una caída de un objeto que reboten o se quiebren”
“caída libre, depende el propósito que se quiere con el objeto”
“caída libre, peso, gravedad, campo gravitatorio, resistencia, aire, desaceleración y espacio”
“Pues, tire un lápiz y este reboto, así que yo creo que depende del objeto si rebota o no”
“puede ser que se rompa o rebote”
“La primera ley de Newton o la gravedad”
“Algunos objetos cogen una parabólica ya que se mueve de un lado a otro”
“gravedad, peso, caída libre”
“la gravedad”
“velocidad, dirección, tiempo”

Uno de los problemas que se identifica en este caso es que se confunde el movimiento con las variables o consecuencias que trae el movimiento como tal, en este sentido dan más énfasis al sentido práctico de la caída pero no a la definición conceptual.

De acuerdo con las respuestas brindadas por los estudiantes se encuentra que los estudiantes confunden los tipos de movimientos, con las variables que inciden en estos. En su mayoría los estudiantes citaron variables como velocidad, dirección, tiempo, gravedad, resistencia, así mismo, incluyeron variables que observaron en su entorno, como el viento, el volumen del objeto, peso, y la altura desde donde se lanza. En este sentido las respuestas estuvieron más acertadas dado que las variables o factores se pueden identificar en ejemplos prácticos sencillos, cotidianos, sin embargo, los estudiantes no se apropian del lenguaje técnico.

*Tabla 10. Variables reconocidas en el lanzamiento de un objeto*

“hay dos variables”
“La velocidad, longitud hasta donde llegue y altura”
“Viento, gravedad y la clase de objeto lanzado”
“Velocidad, dirección, tiempo, fuerza”

“velocidad, longitud y altura”
“la velocidad y la distancia”
“Puede ser que al lanzarlo golpee sobre algo o caiga directamente al suelo por el peso”
“aerodinámica, fuerza, corriente de aire, gravedad”
“el inicio, la fijación del objetivo, el impacto con éxito del objetivo, por ejemplo, un misil”
“Velocidad, el peso y volumen del objeto”

Al consultar **¿Qué variables o factores inciden en el lanzamiento de un objeto?** se presentó una situación, los estudiantes recurrieron a pequeños ejercicios prácticos para dar su respuesta, tales como lanzar un lápiz, un borrador, incluso observar por la ventana a estudiantes que juegan en la cancha del colegio. Esto llevó a que los estudiantes citaran diversos aspectos y que coincidieran en ciertas variables como la fuerza con que se lanza el objeto, la gravedad, dirección, así mismo, el volumen del objeto, a la vez incluyen variables como la altura y la resistencia del viento. Si bien, estas variables son nombradas no es clara la forma en que incide.

*Tabla 11. Opiniones sobre las consecuencias de la caída de un objeto*

“Cae al sentido de la tierra”
“que puede rebotar depende del objeto o puede salir rodando”
“Cuando cae un objeto puede que tenga algún movimiento o puede quebrarse si es muy delicado”
“Depende de la altura que tenía el objeto cuando cayó”
“Toca el suelo y dependiendo su volumen rebota”
“Pues, depende que objeto sea, si es un vidrio se quiebra, si es algo plástico o caucho rebota”
“Se puede dañar, rebotar o simplemente el objeto quede quieto en el lugar donde cayó”
“Provoca un choque”
“Es afectado por gravedad y cae”

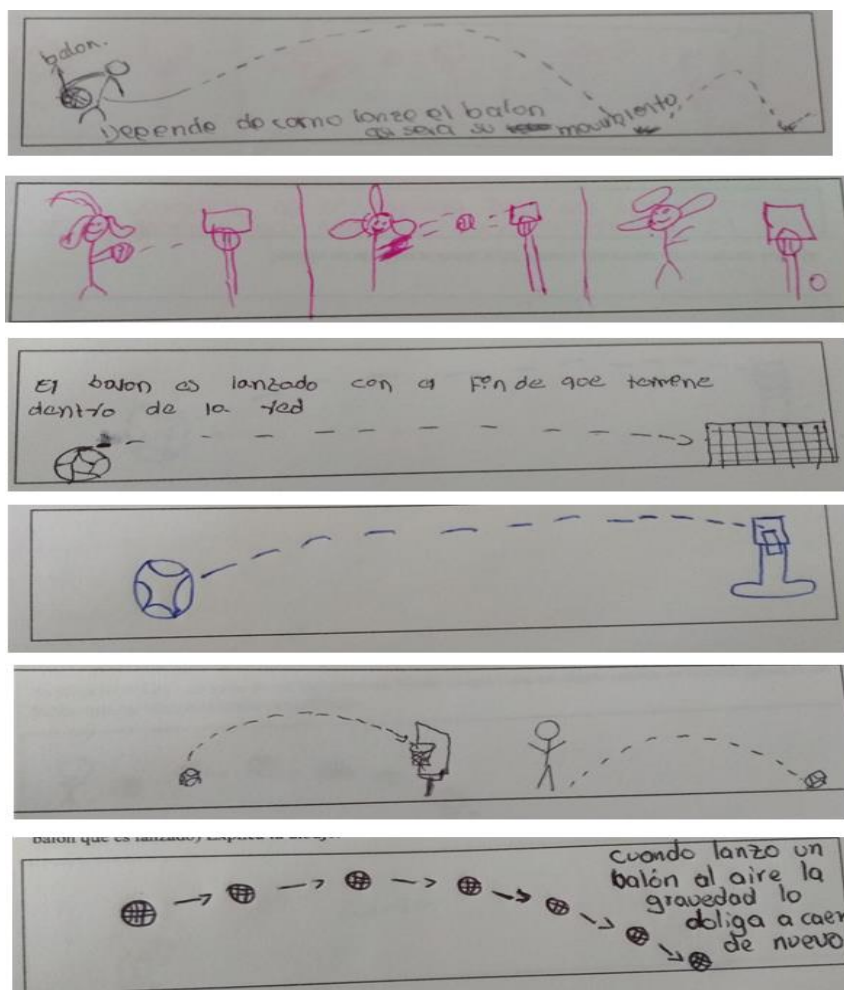
Los estudiantes consideran las consecuencias prácticas según experiencias previas, si bien son viables y posibles las consecuencias que mencionan, estas no se plantean en términos técnicos.

Para dar respuesta a esta interrogante los estudiantes recurrieron a ejercicios prácticos, evidenciando situaciones particulares, como que los objetos una vez lleguen al suelo rebotan o se detienen por completo. Más que describir el movimiento durante la trayectoria, el estudiante se enfoca más en el momento final.

Lo positivo de la pregunta anterior, es que los estudiantes recurrieron al análisis de su entorno para dar su respuesta, de cierta manera, el análisis de la caída de un lápiz o un borrador fueron prácticas sobre las cuales los estudiantes reflexionaron.

Se solicitó para ello que representaran a través de un dibujo el movimiento que tiene un objeto cuando es lanzado, las diferentes ilustraciones realizadas permitieron observar que el estudiante tiene una representación del movimiento parabólico. En su mayoría los dibujos fueron lanzamientos de balones: futbol, básquet, beisbol, y en todos ellos se presenta la parábola que tiene el balón durante su recorrido. De igual manera, los estudiantes representaron situaciones como la caída de una persona, un balón girando sobre su propio eje.

Figura 6. Representación del lanzamiento de un objeto





Fuente. Elaborado por estudiantes del grado 10 de la institución Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca. 2018.

Si bien los estudiantes representan el movimiento parabólico de un objeto a través de sus dibujos, parece que no relacionan el concepto con esta situación, eso se evidencia al considerar las respuestas anteriores.

Finalmente se consultó **¿Qué harías para que un objeto llegue más lejos?** en su mayoría, los estudiantes consideraron que la fuerza es el factor que más se debe utilizar, en este sentido a mayor fuerza más lejos llegara el objeto. En su mayoría los estudiantes manifestaron fijar la dirección, y lanzarlo con fuerza, aplicarle la mayor fuerza posible. Si bien, estas respuestas son válidas en el sentido que reconocen la importancia del ángulo (dirección de lanzamiento) y la fuerza inicial, sin embargo no se explicaron o se argumentaron.

Tabla 12. Iniciativas para que un objeto llegue más lejos

“Lanzarlo con fuerza”
“Coger impulso y tirarlo lo más fuerte posible”
“Pues, lo que haría sería lanzarlo con más fuerza”
“Se debe fijar la dirección y lanzarlo con mucha fuerza”
“Aplicar más fuerza, coger impulso”

Al consultar: **¿Qué harías para que un objeto llegue más alto?** El factor más citado fue la fuerza, acompañado de la dirección con que se lanza el objeto. Aspectos como lanzarlos hacia arriba lo más recto posible fue una respuesta común. De igual manera se manifestó aspectos como lanzarlo con más fuerza, lanzarlo con dirección hacia el cielo, si bien los estudiantes reconocen la importancia de la fuerza de lanzamiento, no reconocen de manera similar lo relevante de la ángulo. A continuación se ilustran algunas de estas repuestas:

Tabla 13. Ideas alternativas para que un objeto llegue más alto

“Lanzarlo con fuerza”
“Inclinarme un poco y con las manos tirarlo hacia arriba”
“Se lanzaría con mucha fuerza y con buen pulso”
“lo lanzaría hacia arriba muy fuerte y tal vez utilizaría algo para lanzarlo más alto”
“Lanzarlo en dirección recta hacia el cielo con la fuerza que le quiera aplicar”
“Ponerle algo para que después de lanzarlo no baje por la gravedad, por ejemplo un motor con hélices”

---

“Lanzarlo desde más alto”

---

“Lo tiro hacia arriba lo más recto posible y con fuerza”

---

Las diferentes respuestas brindadas por los estudiantes permiten comprender que no existe claridad en ellos sobre los tipos de movimientos que se abordan desde la física, así mismo, no logran reconocer las variables que intervienen en él, al menos en términos teóricos, porque en sus respuestas, e incluso en los pequeños ejercicios en el aula, reconoce que al lanzar un objeto con mayor fuerza este puede llegar más lejos, la altura con que se lanza incide en el rebote o no del objeto, al igual que el material en que está fabricado.

Lo positivo de este acercamiento con los estudiantes es que tiene gran expectativa y proactiva para recurrir a la experimentación y con ello dar respuestas a las preguntas formuladas. Si bien, no tienen claridad en el lenguaje académico que explica el fenómeno, si reconocen las principales características.

De las debilidades observadas se destaca la falta de articulación que tienen los estudiantes con conceptos previos, por ejemplo, citaron a la gravedad como una variable que afecta a un objeto, pero no argumentaron en qué medida o sentido. Respecto al movimiento parabólico, citaron la fuerza como un factor clave que incide en la distancia recorrida, algunos mencionaron la dirección en que se lanza como otro factor que incide. En ningún momento se consideró el término ángulo, los estudiantes no relacionaron el ángulo de lanzamiento, ni tampoco establecieron una relación en que el ángulo condiciona la distancia recorrida como la altitud alcanzada.

Uno de los temas sobre los cuales se debe trabajar en proporcionarle herramientas al estudiante al momento de analizar un fenómeno, en muchos casos, los estudiantes incluyeron en sus respuestas términos de otras asignaturas como química, ciencias sociales, sin que se tenga una relación clara con el tema abordado. En este caso el estudiante recurrió a pequeños experimentos en su puesto de estudio, sin embargo, el no poder contar con recursos para argumentar su análisis hizo que sus respuestas no fueran del todo precisas.

Como conclusión de la indagación tenemos que en la mayoría de las diferentes respuestas brindadas por los estudiantes permiten evidenciar que los estudiantes no tienen claridad sobre:

- Los conceptos que se abordan en el movimiento parabólico.
- Confunden el desplazamiento curvo con la rotación de un objeto
- Presentan falencias para conceptualizar las variables que intervienen en un movimiento.
- No tienen claro la forma como inciden las variables en el movimiento parabólico.
- Confunde los tipos de movimiento e incluso con los movimientos de la tierra.

En este sentido, las ideas que los estudiantes manifiestan en su mayoría afecta el componente cognitivo dado que no se tienen conocimientos claros que le faciliten al estudiante reconocer un fenómeno, interpretarlo e interactuar con él al momento de dinamizar las variables que lo afectan. Lo positivo es que al abordar preguntas sobre caídas y lanzamientos, a través de las respuestas se aprecia que el estudiante logra contextualizar la pregunta a partir de experiencias previas, un aspecto positivo dado que se observa una actitud favorable hacia la experimentación y/o demostración de un concepto a través de un sentido práctico.

Autores como Periago (2015) reconocen que las ideas previas son comunes en los estudiantes, dado que a lo largo de sus vidas reciben datos e información de distintas fuentes que les llevan a estructurar y asimilar dichas ideas, sin embargo, lo preocupante es que estas ideas persistan, por ende el desafío del docente no es solo enseñar un concepto como parte de un plan de estudio, sino modificar dichas ideas a través de un aprendizaje que resulte significativo. Un enfoque teórico práctico en la enseñanza facilita, por un lado, clarificar el concepto, en este caso el movimiento parabólico y por otro colocarlo en contexto recurriendo a situaciones familiares.

Hewson, (1990) reconoce el desafío en el plano de la ciencia modificar la percepción, si bien algunos estudiantes pueden parcialmente modificarlas con el tiempo sino se refuerza el conocimiento válido, volverán a las explicaciones más sencillas de procesar, en este caso su percepción inicial, lo cual lleva a que exista una situación compleja: los estudiantes

mantienen dos esquemas paralelos de conocimientos: por una parte los conocimientos académicos, que les son útiles para aprobar, y por otra su percepción, que les ayudan a entender la realidad. En el caso del movimiento parabólico, es posible que se asimile el componente matemático como un requisito para aprobar la asignatura, sin que esto modifique la comprensión del fenómeno práctico.

Según Zamorano, Delloro y Silva (s.f) para cambiar la percepción es necesario lograr un aprendizaje significativo, esto implica que el estudiante asimile nuevo conocimiento y lo relacione con el ya existente, además lo pueda colocar en práctica analizando situaciones reales en contextos familiares. El reto en este sentido es luchar contra la costumbre en que el estudiante aprende mediante la memorización, más que en la contextualización, en asignaturas como física donde se usa el lenguaje matemático, el estudiante le ha dado mayor relevancia a aprendizaje de fórmulas, como las usadas en el movimiento parabólico.

En muchos contextos, incluido el de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca, se sigue de cierta manera el sistema tradicional de enseñanza, donde el estudiante da prioridad a la memorización como aspecto clave para obtener mejores calificaciones, dejando de lado el aprendizaje para la vida. Se puede decir en este sentido, coincidiendo con Ariza y Quesada (2014), que no se fomenta el aprendizaje significativo, entendiendo como tal la situación en que los alumnos son capaces de encontrar sentido a los nuevos conceptos y relacionarlos con los que ya tenían, integrándolos en sus propios esquemas cognitivos. Para modificar dicha situación se recurre a consultar las ideas previas como un diagnóstico sobre el cual se pueda estructurar cambios que conlleven a su modificación y aún más allá, lograr un aprendizaje significativo (Rabago, 2015).

Ahora bien, cambiar las ideas previas no es un proceso sencillo, según Campanario y Moya, (1999) esta clase de ideas nacen de un proceso que combina inducción, intuición e imaginación del alumno mezclado con la influencia del entorno y el uso erróneo de la terminología científica en el lenguaje común, según este autor generalmente no son congruentes con la realidad del fenómeno físico a estudiar. Para evitar que estas se conviertan en una barrera para el aprendizaje se optó por conocerlas, y sobre esta base poder trazar una ruta para clarificarlas y modificarlas, de tal manera que el estudiante se sienta cómodo con el

nuevo conocimiento asimilado, el cual le resulte adecuado para explicar situaciones y experiencias.

La indagación sobre las ideas previas del movimiento parabólico en los estudiantes de decimo, mostró efectivamente confusiones sobre el concepto, desde la definición del mismo, así como de las variables que lo integran, en este sentido se coincide con Banet y Ayusi (1996) que consideran que en la labor de enseñanza es importante abordar dichas ideas, las cuales deben ser cambiadas en el proceso de construir nuevo conocimiento, el cual, si se logra mediante una metodología que contextualice cada concepto, así, se llega a una aprendizaje más significativo.

Siendo la física una asignatura que posibilita analizar fenómenos cotidianos, es posible usar dicho recurso para abordar los conceptos y aclararlos, al consultar a los estudiantes se evidencia una asociación entre el movimiento parabólico y situaciones de su entorno, sin embargo, existen errores al identificar y definir las variables que intervienen. Por ende, para modificar dicha situación es posible recurrir a ejercicios estructurados con rigurosidad académica para clarificar qué variables intervienen y cómo interactúan entre sí. Como lo establece Fernández, Guerrero y Fernández (2015) la utilización del pensamiento científico a la vez que permite cambiar las ideas previas, genera conocimiento, si se incluye al estudiante en el proceso, este podrá ir generando sus conclusiones conforme al análisis de ciertos fenómenos.

Lo positivo de la indagación sobre las ideas previas, fue que en su mayoría los estudiantes lo asocian desde lo cognitivo, la idea del lanzamiento de proyectiles representado en aspectos cotidianos cómo lanzar un balón o un objeto. Esto permite que se pueda abordar el tema con mayor familiaridad, recurriendo a esta clase de ejemplos para explicar la matemática detrás que cada ejercicio, a la vez para formular la resolución de problemas. En este sentido se coincide con Bello (2004), el hacer familiar la ciencia a través de ejercicios donde se representen eventos cotidianos, modifica ideas erróneas que se han arraigado por temas culturales. (Ver anexo B)

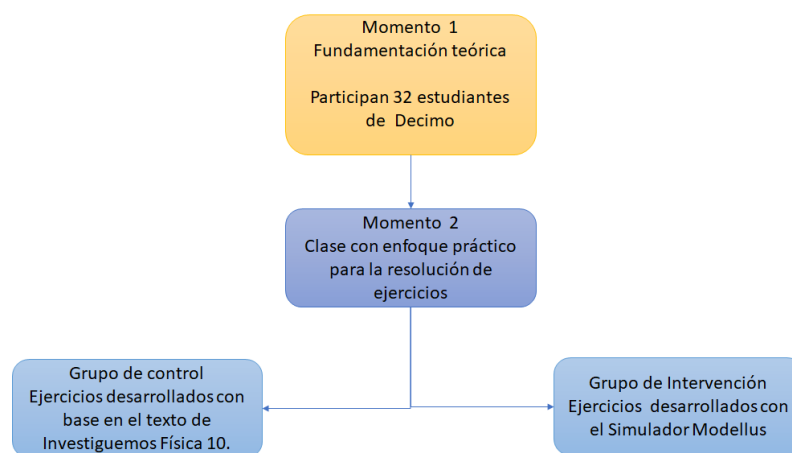
Por lo tanto, dicha indagación permitió evidenciar que los estudiantes en el caso del movimiento parabólico aunque no lo definen con claridad, si lo asocian a situaciones cotidianas, aspecto considerado positivo, una base sobre la cual se podrá explorar ejercicios

que coloquen en contexto la fundamentación matemática de este tema. Es decir se evidencia que perciben los fenómenos físicos con facilidad a través de la resolución de problemas de la vida cotidiana, lo cual permite aprovechar esta familiaridad hacia el concepto científico, en este sentido Vergnaud (1991), reconocer que los enfoque son experimentales, el abordaje de problemas reales, permite la comprensión de los concepto relacionados e incluso facilita aplicar modelos matemáticos sin que el estudiante sienta aversión hacia los mismos.

Será relevante en la indagación realizada, la percepción que tradicionalmente se ha tenido de la Física como un contenido académico, que han sido transmitidos como una serie de pasos estructurados y rígidos que se plantean a los estudiantes a través de problemas descontextualizados de la realidad. De ahí, las serias deficiencias en la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias ya que dichas percepciones parten de las creencias arraigadas que tienen los estudiantes sobre la física que se convierten en un obstáculo para su aprendizaje.

Para realizar el comparativo entre la clase tradicional y la clase que incorpora el uso del simulador, se dividió a los estudiantes de grado décimo en dos grupos: intervención y control. Se realizó dos momentos como se ilustra en la figura 7, en el primero se hizo la fundamentación teórica, y en el momento 2 se dividió el salón para el desarrollo de la clase con un enfoque más práctico.

Figura 7 Esquema de los momentos utilizados



El momento 2 fue desarrollado de manera independiente para cada grupo, los resultados fueron observados y analizados, considerando las actitudes del estudiante entre

componentes: cognitivo, comportamental y afectivo, siguiendo los planteamientos de García, (2000).

Respecto a la clase tradicional que brinda la institución se debe aclarar que esta se fundamenta en textos de enseñanza como Investiguemos Física para grado 10 que en su capítulo 4, aborda la cinemática del movimiento en el plano, desarrollando tres temas: movimiento parabólico, lanzamiento de proyectiles y movimiento circular uniforme. Este texto guía utilizado en la enseñanza además de brindar definiciones conceptuales, presenta los modelos matemáticos usados, con la ayuda de ejercicios facilita la aplicación de las distintas ecuaciones que se usan en cada movimiento, tal como se ilustra en la figura 8.

Figura 8 Ejemplo explicaciones del Libro Investiguemos Física 10.

**EJEMPLO**

Desde la superficie de una mesa de 1,2 m de alto se lanza horizontalmente una pelota, con velocidad inicial de 5 m/s. Determinar:

- La posición de la pelota 0,2 segundos después del lanzamiento.
- La posición de la pelota al chocar con el piso.
- La velocidad de la pelota inmediatamente antes de chocar con el piso.

**Solución:**  
La situación se puede representar con el dibujo de la derecha.

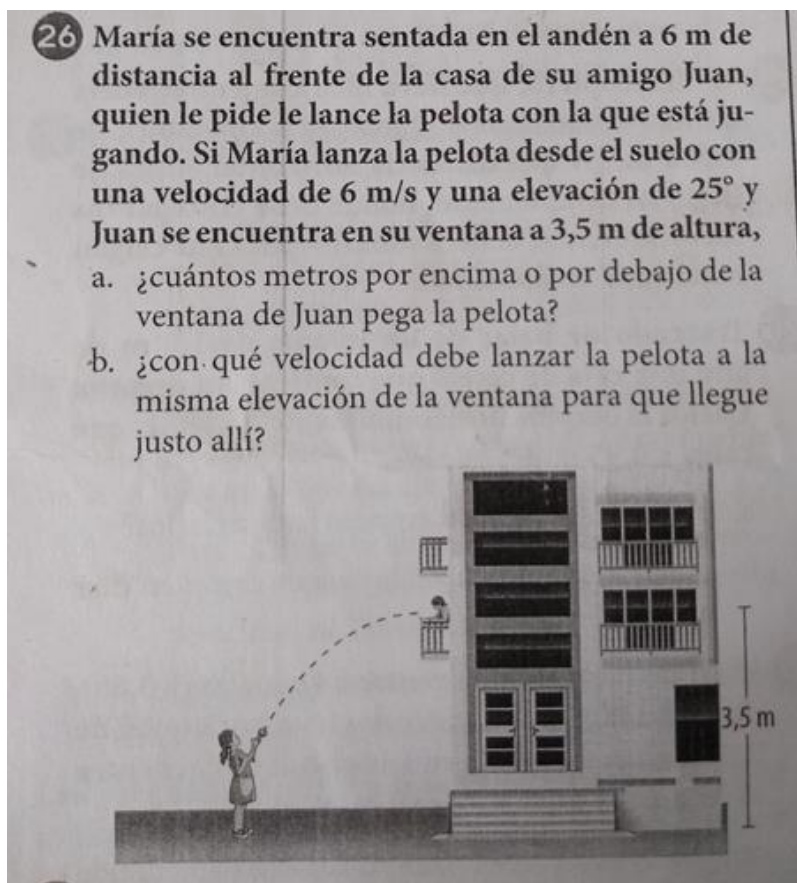
- Al cabo de 0,2 segundos, las coordenadas de la posición P son:
 
$$x = v_0 t = 5 \text{ m/s} \cdot 0,2 \text{ s} = 1 \text{ m}$$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 = -\frac{1}{2} (9,8 \text{ m/s}^2) (0,2 \text{ s})^2 = -0,2 \text{ m}$$
 La posición a los 0,2 segundos se representa por el vector (1, -0,2), con las componentes medidas en metros.
- Al chocar con el piso, la pelota ha empleado un tiempo equivalente al de descenso en caída libre desde la altura de 1,2 m. Así, a partir de la ecuación para y se obtiene:
 
$$-1,2 \text{ m} = -\frac{1}{2} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \quad \text{luego } t = 0,5 \text{ s.}$$
 La posición A al caer al piso, en la dirección de y es  $y = -1,2 \text{ m}$  y la posición en la dirección de x se determina mediante la expresión:
 
$$x = v_0 \cdot t = 5 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ s} = 2,5 \text{ m}$$
 El impacto con el piso ocurre en el punto de coordenadas (2,5; -1,2), con las componentes medidas en metros.
- La velocidad en el eje x, en todos los puntos es  $v_x = 5 \text{ m/s}$  y la velocidad en el eje y se determina mediante la ecuación.
 
$$v_y = g \cdot t = -9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,5 \text{ s} = -4,9 \text{ m/s}^2$$
 La velocidad al llegar al piso es  $\vec{v} = (5, -4,9)$ , con las componentes medidas en m/s.  
 La norma de la velocidad es  $v = \sqrt{(5 \text{ m/s})^2 + (-4,9 \text{ m/s})^2} = 7,0 \text{ m/s}$

Fuente. Libro Investiguemos Física. Grado Decimo.

De igual manera este texto contiene una sección donde se presentan ejercicios para contextualizar lo aprendido, dichos ejercicios se fundamentan en el aprendizaje basados en problemas. En la figura 9 se presenta un ejemplo de los ejercicios que propone este texto guía, como se observa, si bien propone un contexto práctico implica la utilización del modelo matemática para su resolución.

Figura 9. Ejemplo ejercicios para aplicar conceptos de movimiento parabólico



Fuente. Libro Investiguemos Física. Grado Decimo.

Para la clase de fundamentación teórica se utilizó el texto guía: Investiguemos Física, en esta participaron los 32 estudiantes de décimo, para la segunda clase con un enfoque más práctico el grupo se dividió en dos, el grupo de control siguió con los ejercicios propuestos por el texto, como se ilustró en la figura 8, por su parte el grupo de intervención recibió clase y los ejercicios se desarrollaron implementando el simulador Modellus.



### **8.1.1 Momento 1: Conceptualización del movimiento parabólico: Caso 1**

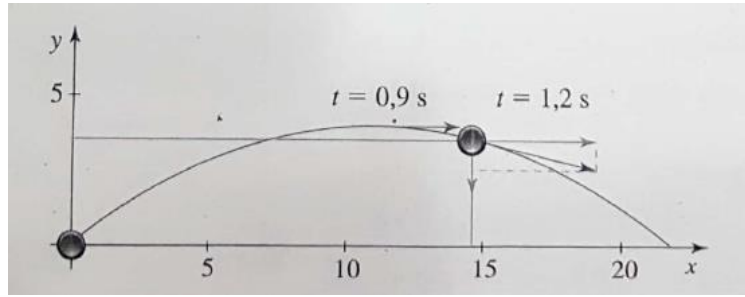
Se realizó una clase para la fundamentación conceptual del movimiento parabólico, para esto se utilizó una clase magistral con una duración de 4 horas. En la que participaron los 32 estudiantes de grado décimo. El objetivo de esta clase fue clarificar qué es el movimiento parabólico, que variables participan del mismo, que leyes o principios aplican, así mismo, se abordó la representación matemática de este fenómeno por medio de ecuaciones. De igual manera esta clase permitió aclarar ideas previas y mostrar en que contextos se aplica o en que situaciones se aborda, dado que al indagar sobre esta clase de ideas se mostró que los estudiantes tienen definiciones erróneas de lo que es el movimiento parabólico, así como las variables que intervienen en él.

En la clase teórica se desarrolló el capítulo dedicado al movimiento de proyectiles, donde se explican diferentes temas, entre estos:

- Principio de inercia.
- Lanzamiento horizontal y vertical.
- Movimiento horizontal.
- Movimiento vertical.
- Movimiento de proyectiles.
- Movimiento horizontal.
- Movimiento vertical.
- Movimiento Parabólico.

En cada uno de los temas abordados el texto presenta la definición conceptual, la representación matemática; ecuaciones, se desarrollan ejercicios prácticos y se presentan problemas a resolver. Para la fundamentación teórica se siguió los lineamientos de la institución que está muy ligado a problemáticas como la matematización de la física donde se da prioridad a las ecuaciones. En la figura 10, se presenta la clase de ilustraciones que utilizan este texto, como se observa se presenta el movimiento vertical (eje Y) como el movimiento horizontal (eje X).

Figura 10. Representación gráfica de un ejercicio desarrollado en clase.



Fuente. Libro Investiguemos.

Figura 11.. Movimiento parabólico

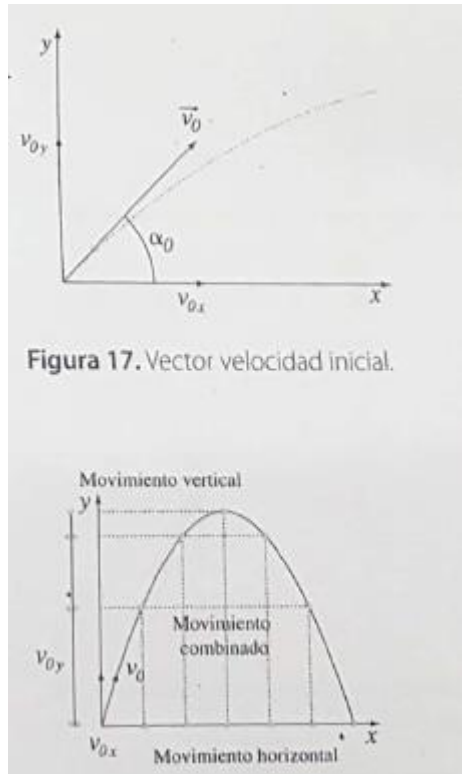


Figura 17. Vector velocidad inicial.

Fuente. Libro Investiguemos. Mc Graw Hill. México.

El uso de gráfica permite comprender el movimiento de un proyectil, especialmente para comprender como modificando una viable se obtienen cambios en el eje X y Y, específicamente. De igual manera facilita, explicar el tema del ángulo de lanzamiento y el tiempo que tarda el objeto. Si bien el texto usa gráficas para facilitar la comprensión del tema, estas deben entenderse en relación con las ecuaciones utilizadas, lo que implica que un

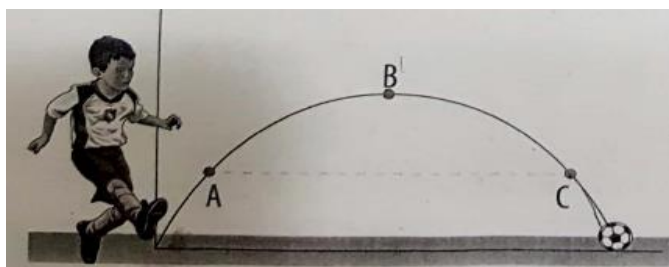
movimiento aunque tiene una representación gráfica es con el uso de las ecuaciones que verdaderamente se comprende que sucede y por ende se explica o predice un resultado.

Uno de los aspectos característicos del texto utilizado para el desarrollo de la clase teórica, es que este recurre a ejercicios que abordan situaciones prácticas. Así mismo, se recurre a la solución de problemas como recurso para colocar en contexto lo aprendido y reforzar el aprendizaje, para que el estudiante reconozca en el enunciado las variables necesarias para la aplicación de las diferentes ecuaciones, así mismo, las represente con el uso de las ecuaciones que previamente se le han enseñado.

El texto utilizado recurre con frecuencia a ejercicios que citan casos prácticos de la vida real, aspecto que busca aproximar al estudiante a la aplicación del concepto abordado, dichos ejercicios son acompañados con gráficas para facilitar y explicar cómo utilizar las ecuaciones matemáticas y analizar cada situación ilustrada. En la figura 5 se aprecia los ejercicios que sugiere el texto:

Figura 12. Ejemplo de los ejercicios propuestos en la clase de fundamentación teórica.

“Las preguntas 5, 6, 7 y 8 se refieren a la siguiente gráfica, que muestra la trayectoria seguida por un balón que es pateado por un niño, con velocidad  $V_0$  que formula un ángulo  $\alpha$  con la horizontal.

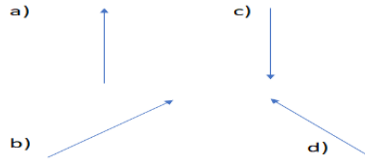


Pregunta 5. Responde: ¿Puede afirmarse que el tiempo en que tarda un cuerpo de ir del punto A hasta el punto B es el mismo que del punto B hasta el punto C? ¿Por qué?

Pregunta 6. Con respecto a la norma de aceleración en los puntos A y B es cierto que:

- a)  $a_A < a_B$  b)  $a_A \cdot a_B$  c)  $a_A = a_B = g$  d)  $a_A = a_B = 0$

Pregunta 7. En los A, B, y C el vector que representa la aceleración es:



Pregunta 8. En el punto C de la trayectoria la velocidad está representada por el vector: a)  $(V_o \cdot \cos \alpha; 0)$  b)  $(0; V_o \cdot \sin \alpha)$  c)  $(V_o \cdot \cos \alpha; v_o \cdot \sin \alpha)$  d)  $(0;0)$

Fuente. Libro Investigemos Física. Grado Decimo.

Como se observa en la figura 6, el texto guía supone unos ejercicios que recurren a situaciones familiares para el estudiante, sin embargo, estas se enfocan en dar prioridad a la aplicación del componente matemático. Una problemática que es recurrente en la clase tradicional y que se busca romper, con herramientas como el simulador, que permitan un ambiente más interactivo. Los ejercicios propuestos fueron explicados en clase para que el estudiante asimile el tema de las ecuaciones que intervienen en el movimiento parabólico, en la segunda clase se desarrollan con mayor profundidad, tanto para el grupo de intervención como para el de control.

En la clase de tipo teórico que se realizó con los 32 estudiantes de grado décimo, se utilizó el mismo texto base, sin embargo se encontraron diferentes aspectos que limitaron el aprendizaje:

- Los estudiantes tienen diferentes niveles de conocimiento de percepción. Este problema se abordó desde un inicio con la aclaración de los conceptos, iniciando con la definición de lo que es el movimiento parabólico así como la definición de cada una de las variables que intervienen. Lo cual se profundizó con la explicación de las distintas ecuaciones que lo representan, y con el uso de gráficas que permiten ilustrar cómo se comporta un objeto lanzado, contexto en el cual se aplica dicho movimiento.
- Con el desarrollo de la clase tradicional se confirmó lo sugerido en la revisión de los antecedentes de investigación, en este caso la actitud de los estudiantes se mostró desfavorable, sobre todo cuando se hace mención del contenido matemático del tema, muestran dificultad y desinterés al momento de comprender como usar cada ecuación.

Lo anterior es un tema que se busca “romper” con la inclusión del simulador como herramienta de enseñanza.

Al momento de desarrollar el tema los estudiantes se mostraron dispersos, con un bajo nivel de participación, por lo cual el docente debió recurrir a ejemplos prácticos para ilustrar el tema del movimiento, los cuales sirvieron de base para abordar el uso de los modelos matemáticos.

Cuando se recurre a los ejemplos que citan casos próximos al estudiante, como el lanzamiento de un balón en la práctica deportiva, una mayor cantidad de estudiantes muestran interés y se observa mayor participación, especialmente en situaciones en que se pide reflexionar sobre situaciones concretas:

“¿Qué pasa si el balón se lanza con más fuerza?”

“¿Qué pasa si en el lanzamiento del balón se cambia el ángulo?”

“¿Qué pasa si el balón se lanza desde un techo?”

Cuando se formulan preguntas como las anteriores, previo desarrollo de un ejemplo cercano, la mayoría de los estudiantes mostraron interés, ánimo competitivo, cuando se pasa del ejemplo al modelo matemático, la participación y entusiasmo decrece, y da la impresión de que existe dificultad para pasar las variables citadas en los ejemplos a las ecuaciones que las representan. Esto último para el docente representa un desafío porque debe volver a explicar cómo se incluye cada variable en la ecuación y que representa.

Una de las limitantes que se observa con la clase teórica es que la fluidez y continuidad de la clase se ve afectada porque no todos los estudiantes logran mantener el ritmo, el docente debe retroceder para volver a explicar ciertos aspectos. Si a esto se le suma que parte de los estudiantes muestran desinterés y se desconcentran, del avance de la clase no siempre permite desarrollar muchos ejercicios que colocan en contexto lo explicado.

Con los estudiantes de grado décimo, se desarrollaron aproximadamente cuatro ejercicios prácticos, unos se profundizaron más que otros. En cuanto a la participación aproximadamente un 50% de estudiantes se mostraron participativos activamente,

formulando preguntas, brindando respuestas e incluso ilustrando sus respuestas con ejemplos cotidianos. El 50% de los estudiantes restantes mostró una menor participación, la cual fue solicitada de manera obligatoria por el docente, se observó casos puntuales de estudiantes que se distraen con otras actividades, cuya actitud hacia el tema fue negativa.

La metodología usada siguiendo el texto guía, se ajusta a los lineamientos del plan de estudios de la institución y del programa de la asignatura, se confirma las barreras de la clase tradicional para enseñanza - aprendizaje del movimiento parabólico, situación similar a las encontradas por distintos autores Rodríguez (2011), Gómez (2011), Flórez, Gonzáles y Hernández (2008), que han abordado las limitaciones y barreras que se presentan al desarrollar la enseñanza de temas matemáticos.

Según la guía de la malla curricular para esta asignatura se espera que el desarrollo de los movimientos en física contribuya con las competencias de interpretación, argumentación, indagación, entre otras, para lo cual se espera lograr los siguientes indicadores de la competencia:

- Identifica las características y variables que intervienen en los movimientos físicos unidimensionales y bidimensionales
- Resuelve empleando las ecuaciones de los movimientos unidimensionales y bidimensionales diferentes ejercicios y problemas
- Aplica en la descripción de fenómenos cotidianos la teoría física, matemática y geométrica de la cinemática newtoniana relacionada con los movimientos unidimensionales y bidimensionales
- Argumenta correctamente frente a sus compañeros las posibles causas, características y consecuencias que puede asumir un cuerpo expuesto a diferentes condiciones empleando modelos físicos y matemáticos relacionados con la cinemática newtoniana.

La metodología de la clase tradicional, utilizada en la clase de fundamentación permitió evidenciar una baja participación e interés de los estudiantes, aunque se aclaró los conceptos para corregir ideas previas y equivocadas del estudiante. Fue difícil lograr que el estudiante pueda aplicar los conceptos aprendidos en la explicación de fenómenos cotidianos, si bien reconocen que el movimiento parabólico está presente en el lanzamiento de un objeto

como un balón, no logra fácilmente utilizar la representación mediante el modelo o ecuaciones matemáticas.

En este sentido, según lo observado en la clase de fundamentación es difícil cumplir con los objetivos trazados en la malla curricular de la institución sobre el desarrollo de las competencias de interpretación, argumentación, indagación.

De igual manera, la clase teórica no es del todo eficiente para que el estudiante argumente correctamente frente a sus compañeros las posibles causas, características y consecuencias que puede asumir un cuerpo expuesto a diferentes condiciones empleando modelos físicos y matemáticos. Es evidente, en el caso de los estudiantes de grado décimo, conectar lo teórico y lo práctico, en parte, porque no tiene claros ciertos conceptos que se desarrollan previamente, como las leyes de Newton, el despejar una ecuación, de igual manera, tienen dificultad para expresarse con términos técnicos y esto lleva a que se les dificulte expresarse y plantear una explicación argumentada.

Los hallazgos encontrados validan lo expresado por distintos autores como: Rodríguez (2011), Gómez (2011), Flórez, Gonzáles y Hernández (2008), lo que justifica la necesidad de implementar cambios en la enseñanza que incidan positivamente en la actitud de los estudiantes, en especial para mejorar su participación en el aula con lo cual se espera mayor dinamismo y un aprendizaje más significativo, en particular para que se coloque en un contexto práctico lo aprendido. Por las limitaciones de espacio que tiene la institución, así como la disponibilidad de tiempo por horarios de clase, los ejercicios prácticos experimentales se dificultan, por ende se consideró la implementación de herramientas como un simulador que usando los equipos de cómputo de la institución se logre un cambio positivo.

La clase de física y en especial la enseñanza de movimiento parabólico permite abordar ejercicios prácticos, los cuales son presentados bajo la metodología basada en la resolución de problemas, se considera un recurso efectivo para la enseñanza y aprendizaje de la matemática, en estudios aplicados como el de Pérez y Ramírez (2008), Bueno (2012), Álzate, Montes y Escobar (2013) sin embargo, en el texto guía utilizado en la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo Valle del Cauca, dichos problemas se enfocan solo en enunciados donde se presentan situaciones para que el estudiante pueda

extraer los datos según las variables del modelo matemático, lo cual difícilmente aporta a generar cambios en el aprendizaje.

### **8.1.2 Momento 2: Clase con enfoque práctico: Caso 2**

La integración del simulador se realizó considerando el enfoque de la resolución de problemas, el cual se ha utilizado en la enseñanza de matemáticas, se consideró acertado la utilización de este recursos porque permite la interacción durante el ejercicio, facilitando modificar las distintas variables que intervienen en un problema. Desde el punto de vista práctico, permite mayor fluidez en la clase, dado que en corto tiempo se representan distintos problemas o escenarios lo que es valioso para abordar las distintas dudas que le surgen al estudiante.

Posterior a la clase de fundamentación teórica, se procedió a una segunda clase la cual, tiene por objetivo, mediante ejercicios el movimiento parabólico, comprender cómo interactúan las variables, de tal manera que el estudiante sepa por qué ocurre una situación o pronosticar que pasa si altera una variable. El grupo de 32 estudiantes se dividió en dos grupos de forma aleatoria: un grupo de control y uno de intervención.

Con el grupo caso 1 se abordaron las clases, una clase de resolución de problemas con el enfoque del método tradicional, siguiendo las recomendaciones del texto *Investiguemos Física*. Para el grupo caso 2 se recurrió al enfoque semi-experimental donde se incluyó una serie de ejercicios mediante el simulador Modellus, el cual permite por un lado escribir el modelo matemático del movimiento parabólico y por otro recrea visualmente lo que sucede al lanzar un proyectil. Para la inclusión del simulador Modellus se consideró el enfoque de resolución de problemas para que se recreen situaciones cotidianas, sin embargo para hacer más atractiva la clase se consideraron escenarios distintos, como el lanzamientos en la luna, marte, júpiter, considerando que bajo estos escenarios se puede analizar como incide la gravedad.

Con cada grupo se realizó una clase de 4 horas con un enfoque más práctico para que contextualicen lo aprendido en la clase teórica. Con el grupo de intervención el día jueves se realizó una clase de 7 a 11 am, con el grupo de control la clase se realizó el mismo día de



11 a 3 pm. Para poder tener disponibilidad de los estudiantes se organizó con la institución para que los estudiantes tengan en exclusiva esta clase para evitar temas como el cansancio excesivo, la fatiga, entre otros aspectos. De igual manera esto evitó que los estudiantes de la jornada de la mañana se encuentren con sus compañeros y compartan experiencias, lo que pudo alterar en los resultados finales.

Para las dos clases se dispuso de un salón de clase, con distintos recursos, según el grupo:

Grupo Caso 1: Se dispuso de un salón cómodo, con buena iluminación y ventilación, se utilizó el tablero y se facilitó a cada estudiante copia del capítulo de libro *Investiguemos Física* en que se aborda los diferentes ejercicios propuestos.

Grupo Caso 2: Se utilizó el mismo salón del grupo de control, se dispuso de un computador portátil y un video vea para proyectar los ejercicios del simulador *Modellus* en el tablero.

En la figura 12 se ilustra los dos grupos: control e intervención, el primero se guió por los ejercicios propuestos por el libro *Investiguemos* y el segundo por los ejercicios a través de *Modellus*.

*Figura 13. Presentación grupos de clase: Caso 1 vs Caso 2*



Fuente. Elaboración propia. (2018)

Para los dos grupos se utilizó la bitácora de observación, la cual fue diligenciada por un colaborador en la investigación, para registrar la información, así mismo se usaron categorías que fueron definidas teniendo en cuenta las diferentes variables integradas en los componentes que propone García (2000) para evaluar las actitudes, tal como se detalla en la tabla 14.

Tabla 14. Aspectos evaluados durante el desarrollo de la clase con enfoque práctico; Caso 2

Aspecto evaluado	Subcomponente relacionado	Observación
Participación de los alumnos	Enfoque teórico práctico	Se consideró que los estudiantes argumenten diferentes puntos de vista en la solución de un ejercicio.
	Planeación	Se observó que los estudiantes tengan un plan organizado para resolver los ejercicios planteados. Y que entre ellos reconozcan el orden en que debe realizar.
Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones?)	Enfoque teórico práctico	Se consideró que en las participaciones argumenten su postura en la resolución de un ejercicio.
	Planeación	Se consideró las participaciones para hacer cumplir o modificar con el plan u orden para resolver un ejercicio.
	Enfoque Relacional	Se consideró los argumentos que expone el estudiante frente a las variables que intervienen en un ejercicio, mostrando la interacción de las mismas.
Fluidez de la clase	Persistencia	Se observó que los estudiantes no se detengan o abandonen la resolución de un ejercicio propuesto.
	Planeación	En este caso se consideró la planeación que se realiza para solucionar un ejercicio, según el modelo matemático y con ello maximizar el tiempo para resolver el ejercicio en el menor tiempo.
Reflexiones de los estudiantes	Multicausalidad	Se consideró que el estudiante argumento su postura frente a un ejercicio y/o pueda modificarla según aporte de sus compañeros.
	Apertura Cognitiva	Se consideró que el debate entre estudiantes pueda llevar a modificar sus posturas, por ello se valoró el debate argumentado y la flexibilidad de cambiar de opinión.
	Aborde: analítico - sintético	Se consideró que el estudiante en cada enunciado de un problema reconozca los elementos o variables que lo integran y que hacen parte del movimiento parabólico.
	Carácter Social del conocimiento	Se consideró que la dinámica de clase lleve a que los estudiantes a trabajar en equipo, colaborando entre sí.
Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?)	Pensamiento divergente	Se consideró que el estudiante proponga alternativas en el desarrollo de cada ejercicio de manera autónoma.
	Muticontextualización	Se consideró que en los aportes del estudiante se siguieran casos prácticos de su entorno.
Interacción entre estudiantes	Apertura Cognitiva	Se consideró que la dinámica de clase conlleve a que los estudiantes asimilen el concepto y entre ellos presenten casos prácticos.
	Aceptación	Se observó que el estudiante perciba en la física y especialmente en el movimiento parabólico un fenómeno común, por ende se motiven a su comprensión.

Actitud frente al desarrollo de la clase	Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo	Se observó que los estudiantes se apropien de la teoría del movimiento parabólico para argumentan sus opiniones
	Concepción de la validez de la ciencia desde el racionalismo moderado	Se observó que los estudiantes acepten la solución de un ejercicio porque lo validan con la aplicación del concepto de movimiento parabólico.
	Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado	Se observó que el estudiante formule preguntas más amplias al movimiento parabólico o proponga ejercicios más complejos a los vistos.
	Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no Representativo	Se observó que los estudiantes reconozcan las leyes o principios del movimiento parabólico y lo apliquen en la resolución de los ejercicios.
Motivación	Preferencia.	Se observó la preferencia por el desarrollo del tema, se consideró el cambio a lo largo de clase de la motivación.
	Rol activo	Se consideró que el estudiante considere información adicional a la presentada en cada ejercicio.

Fuente. Elaboración propia. (2019)

Cada grupo participó de las actividades que se fueron desarrollando a lo largo de la clase, en este sentido se les dio autonomía para que participaran según su criterio y motivación.

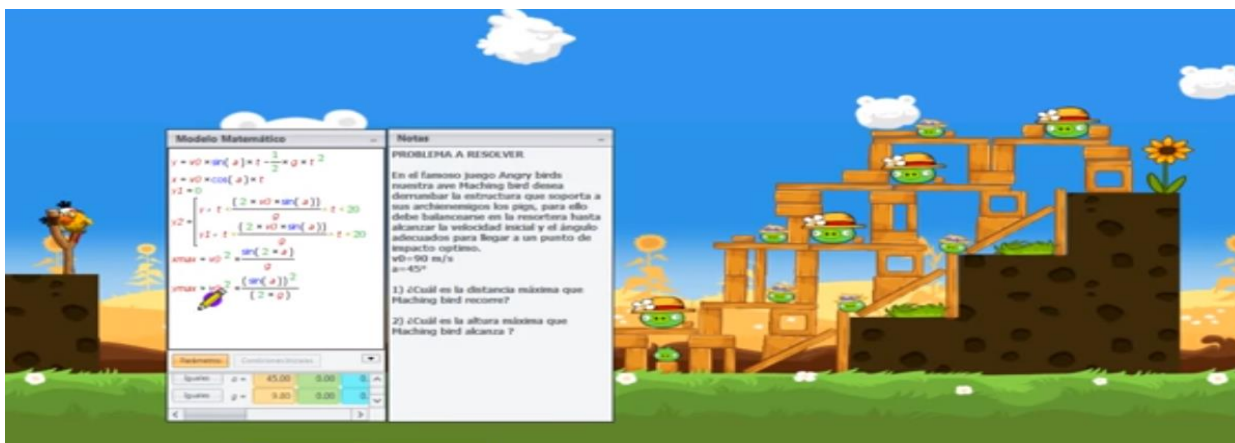
### 8.1.3 Actividad con el grupo: Caso 2

Grupo conformado por 16 estudiantes con los cuales se utilizó el simulador Modellus para el análisis de diferentes situaciones. En esta sección se utilizó la bitácora de observación donde se identificaron distintos aspectos de la actitud, la participación y en sí la experiencia del aprendizaje.

En el inicio de clase se explicó la dinámica de los ejercicios, se les informó del uso del simulador Modellus y se les dio a conocer el objetivo de su uso, así como los aspectos generales del mismo. Entre estos aspectos se les informó que el programa dispone de una sección para escribir el modelo matemático que representa el movimiento parabólico, y en otra se recrea de manera dinámica.

En la siguiente figura se aprecia el tipo y ejercicio que se realizó con Modellus donde se aplica el movimiento parabólico al analizar el lanzamiento de un proyectil. Como se aprecia el programa permite identificar el enunciado del problema, con lo cual se construye el modelo matemático que soporta el comportamiento del proyectil.

Figura 14. Ejemplo de ejercicio de Modellus

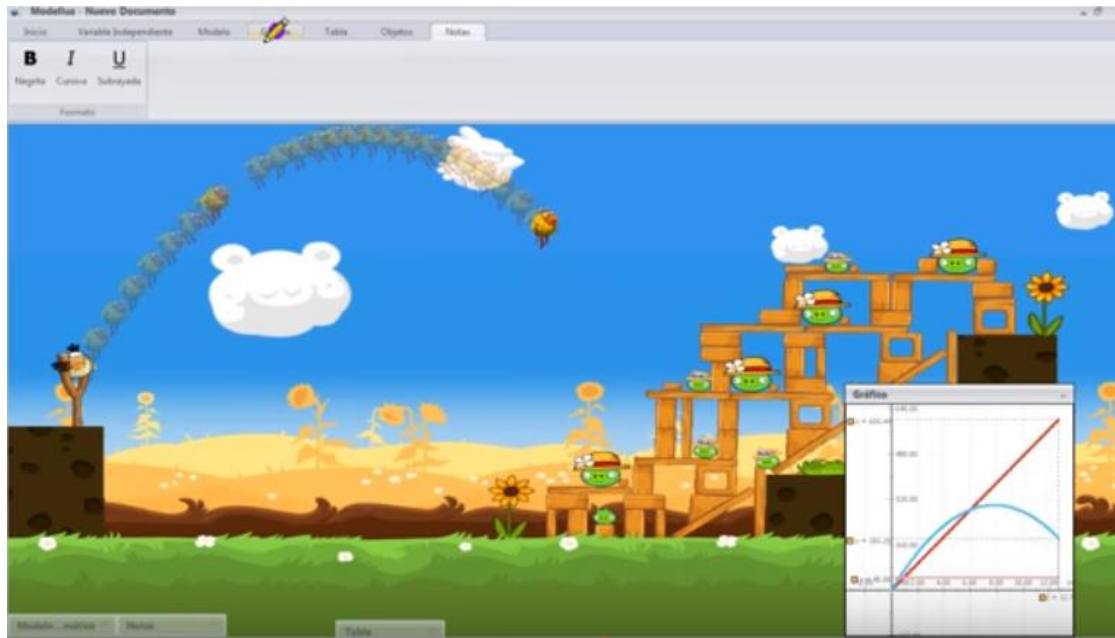


Fuente. Impresión de pantalla, software Modellus. 2018.

La sección donde se escribe el modelo matemático se les explico a los estudiantes, recordándoles que estas ecuaciones fueron las mismas que se abordaron en la clase de fundamentación teórica. Se realizó un ejercicio para representar cómo una ecuación escrita se traduce en una animación, posterior a ello se modificó las variables como ángulo de lanzamiento, fuerza inicial y gravedad, para que el estudiante identifique que un cambio tiene consecuencias en el resultado final. De igual manera se les indicó a los estudiantes que el simulador Modellus facilitaba la realización del ejercicio, sin embargo, su funcionamiento se rige por las leyes o lineamientos del movimiento parabólico y en sí de la física. De esta manera se logró hacer una relación entre el modelo matemático y la situación representada.

En la siguiente figura se aprecia el ejercicio realizado donde se observa el lanzamiento del proyectil y la representación en el plano cartesiano. Como se aprecia el ejercicio visualmente resulta atractivo, además el software permite modificar las variables: fuerza inicial y ángulo.

Figura 15. Ejemplo de lanzamiento de proyectil en Modellus



Fuente. Impresión de pantalla, software Modellus. 2018.

A continuación se presenta el análisis de la experiencia que se observó con el grupo de intervención, en una clase que duró 4 horas se realizaron diferentes ejercicios donde se aplicó los conceptos del movimiento parabólico, que previamente se enseñaron en una clase teórica, entre las actividades que se realizaron figuraron:

- Se realizó la resolución de problemas de movimiento parabólico, lo que incluyó el lanzamiento de un proyectil en condiciones controladas, entre estas figuraron: lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas (en la tierra), lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial), lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad, lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.

Para el registro de la información se utilizó una bitácora de observación, la cual suscitó diferentes interrogantes frente al desarrollo progresivo de la clase, haciendo énfasis en la participación y actitud del grupo.

#### 8.1.4 Actividad con el grupo: Caso 1

Se realizó una sesión de 4 horas de clase con un enfoque de solución de problemas o estudio de casos usando la clase tradicional, en esta participaron 16 estudiantes del grupo de control, se usó en igual medida la bitácora de observación donde se identificó distintos aspectos de la actitud, la participación y en sí la experiencia de aprendizaje.

Para la clase tradicional se utilizaron los ejercicios que recomienda el texto Investiguemos, el cual es el libro base que utiliza la institución para la enseñanza de la física. Como recursos el docente utilizó el tablero donde trazó un plano cartesiano para representar la altura y longitud del movimiento (Eje Y & Eje X), con lo cual también se identificó el ángulo de lanzamiento.

En la parte derecha del tablero se trazó el plano cartesiano, el lado izquierdo se utilizó para escribir la ecuación que corresponde a cada ejercicio. Se realizaron diferentes ejercicios donde se aplicó los conceptos del movimiento parabólico, que previamente se enseñaron en una clase teórica, entre las actividades que se realizaron figuraron:

- El docente, inició con la presentación de la dinámica de la clase, el tipo de ejercicio a realizar, y la forma como los estudiantes pueden participar.
- Se recordó algunos aspectos breves sobre el movimiento parabólico (vistos en la clase teórica), lo que permitió hacer una contextualización práctica donde se observa esta clase de movimientos.
- El docente les solicitó a los estudiantes recuerden que variables intervienen en el movimiento parabólico.
- Se realizó la resolución de problemas de movimiento parabólico, lo que incluyó el lanzamiento de un proyectil en condiciones controladas. Se realizaron ejercicios de lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas (en la tierra), lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial), lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos (lanzamiento del balón, proyectiles o balas de

cañón), lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugirió modificar una variable para obtener un resultado específico.

- Análisis de casos donde se observa el movimiento parabólico (ejemplos prácticos)

En la clase tradicional con el grupo de control la cantidad de ejercicios realizados fue menor, dado que para cada uno se requirió más tiempo de explicación, y en reiteradas oportunidades los estudiantes solicitaron repetir algún paso en el procedimiento de solución.

### **8.1.5 Registro y análisis de observaciones realizadas**

Las actitudes de los estudiantes se manifiestan en la dinámica que se tiene durante el desarrollo de una clase, a través de la participación se logra identificar actitudes, comportamiento y conocimientos, componentes que hacen parte de la actitud según lo reconoce García (2000), quien estableció 17 variables para medir los componentes afectivo, cognitivo y comportamental. A través de la observación se buscó describir la dinámica del aula, la forma en que se participa, el tipo de participación, la motivación, concentración y demás particularidades.

Considerando las categorías propuestas en la tabla 15, y la relación con las variables que evalúan los competentes de la actitud: afectivo, cognitivo y comportamental se procedió a describir los resultados como se aprecia a continuación.

### **8.6 Análisis Comparativo resultados encontrados**

Respecto a la participación se encontró que en el grupo de intervención fue mayor y más dinámica, es decir que mayor número de estudiantes se vieron motivados a participar libre y espontáneamente, lo que facilitó al docente realizar los ejercicios, dado que los mismos estudiantes fueron sugiriendo cambios e incluso anticipándose a los resultados. Por su parte, el grupo de control, contó con menor participación y en sí el liderazgo de la clase recayó sobre el docente que tuvo que invitar en más de una ocasión a que sugieran cambios

en los ejercicios o comenten posibles resultados. En este sentido, si se analiza que el componente comportamental de la actitud se encuentra limitado, si bien los dos grupos tienen la misma fundamentación teórica el grupo de control se muestra más pasivo hacia la dinámica de clase y frente al desarrollo del tema.

Tabla 15. Participación de los alumnos (¿Cuántos participan? ¿Cuántos no participan?)

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	La participación fue menor, de los 16 estudiantes solo unos 8 se mostraron abiertamente interesados, los otros se mostraron algo distraídos revisando sus apuntes del cuaderno y por momentos conversaron entre sí. Respecto a la resolución de ejercicios solo 4 se mostraron al pie del ritmo del docente, los demás mostraron diferente grado de comprensión, lo que llevo a que el docente repita en más de una oportunidad las explicaciones.	De los 16 estudiantes, 14 participaron, reconociendo las variables observadas, sin embargo no usaron un lenguaje técnico, para hacerse entender usaron gestos, ejemplos donde identificaron los elementos como el Angulo de lanzamiento, velocidad, inicial y la gravedad.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	De los 16 estudiantes participaron solo 5 activamente que manifestaron ejemplos cotidianos, como el lanzamiento de un bala, si bien los demás estudiantes manifestaron haber aprendido los conceptos, difícilmente se atrevieron a pronosticar un resultado, ni explicarlos.	De los 16 estudiantes participaron 13, destacándose 6 con una participación más activa. Para este ejercicio usaron los nombres técnicos de cada variable que interviene en el movimiento parabólico. Así mismo, se anticiparon a los resultados. 2 estudiantes citaron ejemplos de lanzamiento de un balón (básquet) para ilustrar sus predicciones. (Existe una relación de lo teórico y práctico)
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	En este caso si bien se reconoció que la gravedad ejercía influencia en el movimiento, los estudiantes no lograron con claridad al inicio del ejercicio establecer una posible relación entre la influencia de la gravedad, la altitud y distancia recorrida. El docente debió realizar un ejercicio, detallando él porque del resultado y posteriormente a través de preguntas directa los estudiantes manifestaron sus opiniones e interrogantes.	Participaron 14 estudiantes, sin embargo, 2 estudiantes se mostraron interesados en el tema sin mostrar una participación activa. (Es decir no estaban realizando una actividad diferente, prestaron atención al ejercicio desarrollado por el docente)  Los estudiantes, iniciaron con predicciones sobre el efecto que tiene la gravedad en el movimiento parabólico. Existieron diferencias en cuanto a la afectación que tiene la gravedad sobre el proyectil. Se debatió sobre lo que ocurre si la gravedad aumenta o disminuye, lo que incide en la altura que alcanza el proyectil y la distancia que recorre.
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	Aunque esta actividad tuvo un enfoque más participativo, de los 16 estudiantes, solo 6 manifestaron sus aportes y siguieron la modificación de alguna variable del ejercicio. 4 de los participantes relacionaron ejemplos de la vida cotidiana, colocando ejemplos como el lanzamiento de un balón. Los demás estudiantes se mostraron apáticos de participar, y a pesar de la solicitud expresa del docente, se limitaron solo a comentarios repetitivos sin mayor argumentación.	14 estudiantes participaron, 4 de estos lo hicieron activamente (incluso “bromearon” sobre apuestas, de quien acertó la predicción del movimiento parabólico) Los estudiantes se anticiparon al resultados, el docente modificó las variables a petición de los estudiantes con el fin de obtener un resultado específico.

Fuente. Elaboración propia. (2018)



En cuanto al tipo de participación, el grupo de intervención al tender ser más activo permitió abordar mayor cantidad de cuestionamientos y aportes, lo que fue positivo en la medida que los mismos estudiantes dieron respuestas a las cuestiones que fueron surgiendo, además se fueron apropiando de un lenguaje técnico lo que, en parte, fue cambiando la percepción e ideas preestablecidas del concepto. Por su parte en el grupo de control, al ser la participación más baja se limitó los temas tratados, los cuales se enfocaron más hacia la aplicación del modelo matemático que hacia la contextualización. En este último grupo se consideró una situación negativa en el tipo de participación, porque esta no permitió en sí el debate y que el estudiante pudiera, de cierta manera, modificar las ideas previas mediante la interiorización de los conceptos por la realización de ejercicios, si bien menciona las variables del movimiento parabólico lo hace en función de la ecuación y con el argumento para explicar una situación en concreto.

Tabla 16. Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones?)

Actividad	OBSERVACIÓN CASO 1	OBSERVACIÓN CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	De los 8 estudiantes que tuvieron mayor participación, las preguntas se orientaron a consultar sobre la fórmula matemática del movimiento parabólico, y demostraron mayor interés en la resolución de la misma que en la contextualización del ejercicio.	Se preguntó sobre los términos técnicos, los mismos estudiantes con su lenguaje explicaron cada elemento (ángulo de lanzamiento, velocidad inicial, distancia recorrida, gravedad). El docente para concretar las ideas aclaró cada concepto y lo definió en lenguaje técnico. Los estudiantes citaron ejemplos para ilustrar sus explicaciones.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	Las preguntas fueron limitadas y en sí se enfocaron en la resolución de las fórmulas planteadas. ¿Qué pasa si se modifica el ángulo? ¿Cómo cambiaría el resultado? ¿Profesor realice la fórmula para validar el resultado? No se evidenció preguntas enfocadas a contextualizar el lanzamiento de proyectil en contextos prácticos, ni se colocaron ejemplos específicos para ilustrar las preguntas.	Los estudiantes, antes de realizar el ejercicio en el simulador, anticiparon su resultado, entre ellos debatieron el porqué. Los estudiantes explican el resultado posible si se modifica el ángulo, velocidad inicial. Solicitaron al docente realizar el ejercicio, posteriormente solicitaron repetirlo modificando algunos aspectos sobre cada variable.
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	Con las reiteradas explicaciones del docente, los estudiantes comprendieron “a mayor gravedad menor elevación y distancia” “a menor gravedad más elevación menos distancia”. Sin embargo, se limitaron a los tres casos abordados: Luna, Marte, Tierra, las preguntas se orientaron nuevamente a la comprobación con las fórmulas de dichos cambios. En este caso solo unos cuantos (4 - 6) se mostraron interesados, los demás se limitaron a escuchar y tomar apuntes de la resolución de los ejercicios.	En este ejercicio los estudiantes reconocieron que la variable que cambia es la gravedad, siendo en unos planetas mayores y en otros menores. Antes de que el docente realice la simulación los estudiantes mostraron anticiparse explicando por qué. Entre ellos explicaron cómo influye la gravedad... “a mayor gravedad menor elevación y distancia” “a menor gravedad más elevación menos distancia”, ilustraron diferentes escenarios. El docente aclaró la gravedad que aplica en cada planeta, y como esto incide en cada lanzamiento.

Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	La participación como se mencionó para esta actividad fue baja, al solicitar sugieran modificar una variable, las pregunta que se realizaron se orientaron a identificar ¿Qué pasa si? Los estudiantes no mostraron anticiparse a los resultados, e insistieron ¿Profesor resuelva la ecuación para verificar el resultado? En este sentido, los estudiantes no mostraron interés en establecer pronósticos, sino que se limitaron a tema de la fórmula matemática.	Los mismos estudiantes propusieron ejercicios, con objetivos específicos, luego plantearon que hacer para alcanzar cierta distancia, cierta altura. En este sentido, cada estudiante predijo el resultado según las experiencias anteriores.
---	---	--

Respecto a la fluidez de la clase se encontró en el caso 2 mayor persistencia frente a un tema y a los ejercicios propuestos, por ejemplo, los mismos estudiantes sugirieron repetir un ejercicio con variaciones para clarificar una postura, lo que confirmó de igual manera las predicciones propuestas. En el grupo caso1, la persistencia es menor, el estudiante se siente cómodo con la explicación, resuelve con la realización de la ecuación matemática, sin explorar otros escenarios, sin preguntarse qué pasa si se modifica una variable. La planeación en la clase con el grupo de intervención permitió mayor fluidez, lo que se tradujo en mayor número de ejercicios realizados, de igual manera en cada uno el estudiante reconoció qué cambiar para lograr un efecto deseado, en el grupo de control, la fluidez se limitó, esta se vio reducida porque los estudiantes no avanzaron hacia otro ejercicio hasta no repetir con confianza la ecuación establecida, si bien reconocen un orden en que se resuelve, la inseguridad manifestada conlleva a que se repita una y otra vez algún paso en específico.

Tabla 17. Fluidez de la clase

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	La fluidez en el desarrollo de la clase tradicional fue el aspecto más afectado, dado que se presentaron continuas interrupciones, la dinámica en clase donde los estudiantes mostraron apatía frente al tema, llevó al docente a preguntar reiteradamente “están comprendiendo el tema” y realizar preguntas de control. Esto limito en gran medida la cantidad de ejercicios a realizar.	En esta actividad, se logró en corto tiempo (15 min) aclarar los conceptos previos, definición de cada variable y su contextualización práctica. En este tiempo se realizaron ejercicios ilustrativos. El estudiante si está equivocado, rectifica su postura y pide que con un ejemplo se aclare cada concepto.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	La actividad se realizó en 30 minutos aproximadamente, se realizó un ejercicio y se modificó sus variables, se usó la ecuación matemática para comprobar los resultados. En este caso los estudiantes solicitaron repetir más de un paso del procedimiento, lo que limitó la realización de mayor cantidad de ejercicios.	En el tiempo del ejercicio (15 minutos) se realizaron varias modificaciones a un mismo ejercicio. (Varias simulaciones), en cada una de ellas se modificó las variables: ángulo de lanzamiento, velocidad inicial, gravedad. Los estudiantes, en el transcurso del ejercicio propusieron escenarios, ¿qué pasa si modificamos el ángulo, la velocidad, etc....? Con el simulador se comprobó sus predicciones, en corto tiempo se realizaron diversos ejercicios y esto aclaro la relación entre variables.

Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	Se utilizó aproximadamente 30 minutos y para cada escenario se realizó un ejercicio, de igual manera en cada caso se usó la ecuación matemática para validar el resultado. Los estudiantes hicieron mayor énfasis en el paso a paso de la resolución de la ecuación que a la contextualización del tema, lo que limitó que se realicen ejercicios modificando otras variables: ángulo, fuerza de inicio, etc.	En este caso, el estudiante comprendió como la gravedad incide en el movimiento parabólico. Durante el ejercicio de realizaron diferentes simulaciones modificando el valor de la gravedad, y esto aclaro como esta variable incide, lo que el estudiante puso en consideraron para otros movimientos. En 20 minutos utilizados para esto, se realizaron más de 8 simulaciones, y en cada una de ellas se logró modificar variables, lo que aclaro las predicciones realizadas, algunas erradas.
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	La dinámica de baja participación y un mayor interés en la resoluciones de las ecuaciones limitó la cantidad de ejercicios a realizar, más aun, limitó que se pueda contextualizar cada ejercicio en función del entorno de los estudiantes. De igual manera no se contó con tiempo para realizar una discusión de los resultados obtenidos con el ejercicio realizado.	Esta actividad, se realizaron más de 12 simulaciones, donde se modificó diferente variables a petición de los estudiantes. Se tuvo mayor participación, (más dinámica) y se plantearon diferentes escenarios.

Fuente. Elaboración propia (2018).

De igual manera, en cuanto a la fluidez de la clase, no se evidenció interrupciones por otros temas, (ni disciplinarios), en corto tiempo se realizan simulaciones y se logra que el estudiante pueda anticiparse a un resultado.

Las reflexiones de los estudiantes, en el grupo caso 2, respecto a la multicausalidad mostraron que el estudiante tiene facilidad para expresar su posición frente a las condiciones o posible resultado del ejercicio, así mismo, debate su postura con sus compañeros llegando a consensos o diferencias que son verificadas por medio de la simulación. En el grupo de caso 1, se evidenció dificultad para asumir una postura, se observó inseguridad en la argumentación, los estudiantes asimilan que el docente es la máxima autoridad en el tema, por ende difícilmente modifican su comprensión por aportes de compañeros.

En cuanto a la apertura cognitiva, en grupo de intervención esta se facilita porque el mismo debate de los estudiantes con la modulación del profesor favorece que estos asimilen el conocimiento, ejemplo de ello es la apropiación de un lenguaje técnico para expresarse, igualmente argumentar con datos. En el grupo de control, la apertura se limitó un tanto a lo que enseñó el profesor siendo este quien marcó el ritmo de la clase, lo cual no permitió abordar temas complementarios o ejercicios más complejos.

En el grupo de intervención se observó con mayor énfasis en el abordaje analítico - sintético, dado que al asumir un problema estos reconocieron con facilidad los elementos o variables que lo integran y que hacen parte del movimiento parabólico, incluso fueron

capaces e identificar que variable modificar para llegar a un resultado esperado. En el grupo de control, si bien reconocen qué variables intervienen en el enunciado de un problema no tiene facilidad de argumentar qué pasa si dicha variable se mueve, o, si cambia la redacción de un ejercicio comienzan a emerger dudas.

Respecto al carácter social, en el grupo de caso 2 se facilitó el trabajo en equipo, se generó debate a lo largo de la clase, los estudiantes coincidieron en aspectos como el desarrollo de los ejercicios, en la planificación de los mismos y la colaboración permitió que ellos mismos llegaran a conclusiones e incluso entre ellos se explicaron ciertos temas que unos u otros no comprendía. En el grupo de control, el trabajo en equipo fue limitado y en sí el liderazgo de la clase, como ya se anotó, recae en el docente quien debe explicar y a la vez promover la participación.

Tabla 18. Reflexiones de los estudiantes

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	Los estudiantes comprenden las variables que inciden en el lanzamiento, sin embargo se centran más en el modelo matemático, que en la contextualización.	Se recurre a ejemplos prácticas para explicar sus ideas previas, para ilustrar sus predicciones frente un resultado. El estudiante pone en contexto práctico el tema, buscando ejemplos cotidianos.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	Reconocen que si se modifica una variable el resultado cambia, sin embargo, difícilmente expresaron su pronóstico, y establecer una correlación directa entre cada variable: ángulo, velocidad inicial, altura, distancia.	El estudiante reflexiona frente a como cada variable incide en el movimiento, se cuestiona que pasa si se modifica el ángulo, la velocidad. Pregunta al docente y formula una demostración con el simulador para comprobar su punto de vista.
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	El estudiante reconoce que la gravedad incide en el lanzamiento de un proyectil, que en escenarios como marte y la luna la situación cambia, lo que lleva a pensar que la gravedad también se puede modificar dentro de las ecuaciones.	Los estudiantes se cuestionan sobre la gravedad, si bien citan que la han analizado en otros contextos (temas de clase) siempre la asimilan como 9,8 m/s. El explorar otros contextos: luna, marte les facilita comprender como esta fuerza afecta a un objeto.
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	El estudiante sí reconoce que modificar una variable el resultado final se altera, sin embargo, no mostraron tanta facilidad para mostrar cómo deben ser la variables si quiere llegar a un resultado. ¿Si quiero llegar a una distancia de 20 metros, que variable debo modificar? Este tipo de preguntas no generó una discusión dinámica, algunos estudiantes recurrieron a sus apuntes y la ecuación antes de formular una respuesta.	Los estudiantes se motivan porque el simulador les facilita comprobar sus predicciones y aclarar si están bien o están errados. Conforme se obtiene un resultado los mismos estudiantes explican por qué se obtuvo este y no otro, para los que erraron en su predicción esto les favoreció identificar donde se ubica su error.

Fuente. Elaboración propia (2018).

En el grupo del Caso 2 se apreció un favorecimiento del pensamiento divergente, esto se hizo evidente cuando los estudiantes propusieron alternativas para solucionar un ejercicio,

o para alcanzar un resultado deseado modificando las variables del movimiento parabólico, como ángulo de lanzamiento, fuerza inicial y gravedad. En el grupo del Caso 1, el pensamiento divergente fue cuasi nulo porque se limitan a que la única manera de solucionar el ejercicio es mediante la resolución de la ecuación la cual tiene una serie de pasos ya establecidos y si se salta uno es difícil que el resultado sea el verdadero.

De igual manera, el grupo del caso 2 tuvo facilidad de lograr una multicontextualización, la dinámica del ejercicio logró que el estudiante pudiera proponer ejercicios asociados a su cotidianidad, por ejemplo, se hizo mención de situaciones en la práctica deportiva; “para que el balón llegue más lejos debo lanzarlo más alto y con mayor fuerza”. En el grupo de control los escenarios propuestos por los estudiantes no se apartaron de los ejercicios desarrollados, no se plantearon escenarios diferentes ni se alteró significativamente las variables.

*Tabla 19. Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?)*

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	El estudiante deduce lo que pasa si se modifica una variable, sin embargo duda de los pronósticos. Siente que debe validar con la ecuación.	Los estudiantes en este ejercicio si bien predicen, el simular les permitieron aclarar cada concepto y como cada variable incide en el movimiento.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	Los estudiantes mostraron que una variable sobre otra, se les dificulta la correlación y sobre todo anticiparse a los resultados.	Los estudiantes logran anticiparse a los resultados, de 16 estudiantes unos 8 lo hacen de manera acertada, (2 no mostraron participación)
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	Deducen que la gravedad afecta la distancia recorrida, la altura alcanzada por el proyectil, y que dentro de la ecuación para lanzamientos en otro planeta se debe modificar el valor de la gravedad.	Los estudiantes mostraron mayor capacidad de deducción, de los 16 unos 12 mostraron anticiparse a los resultados, en algunos casos lo hicieron con menor precisión.
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	El estudiante deduce que es posible tener un resultado deseado si se modifica las variables del lanzamiento: ángulo, fuerza inicial, sin embargo se limitan al realizar pronósticos, en parte porque dependen de la resolución de la ecuación más que la contextualización del tema.	De los 16 estudiantes, 14 mostraron anticiparse al resultado, la diferencia está en que unos lo hacen con mayor exactitud que otros.

Fuente. Elaboración propia (2018).

La interacción entre estudiantes favoreció en el caso 2 la apertura cognitiva, entendiendo que se consideró que la dinámica de clase conllevó a que los estudiantes asimilaran el concepto y entre ellos presentaran casos prácticos. De igual manera, en este grupo se favoreció la aceptación del movimiento parabólico como un fenómeno cotidiano y más aún que lo aprendido en clase, se puede aplicar con una intencionalidad para resolver un

problema. En el grupo de control tanto la apertura cognitiva como la aceptación fue menor, en el sentido que siente inseguridad en aplicar lo aprendido dado que le dan mayor relevancia al componente matemático y de cierta manera se percibe que el estudiante aun considera el movimiento parabólico con un cierto nivel de abstracción que lo aleja de los escenarios cotidianos.

Tabla 20. Interacción entre estudiantes

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO DE CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	Los estudiantes estuvieron dispersos, un grupo le prestó atención al profesor, otros se enfocaron en el tablero y cuaderno sin participación, otros se hablaron entre sí de temas no académicos. No se generó un debate entre estudiantes, aunque en ciertos puntos coincidieron y argumentaron de forma breve.	Los estudiantes, aunque participaron lo hicieron enfocados en el profesor.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	La interacción entre estudiantes fue baja, no se debatió entre ellos acerca de posibles resultados se limitaron a la resolución del ejercicio en el tablero y la comprobación en el cuaderno.	La interacción se logra entre el profesor, y entre los mismos estudiantes.
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	No se generó dinámica, difícilmente se anticiparon a los resultados, no existió debate entre estudiantes, se limitaron a la explicación por parte del profesor, y las participaciones fueron solo para solicitar aclaración en el procedimiento de resolución.	Los estudiantes participaron más entre ellos mismos, el docente pasa a ser un moderador. Los estudiantes se explican entre ellos los resultados encontrados.
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	La participación fue baja, y se enfocó entre estudiante a profesor y no entre estudiantes.	Los estudiantes debaten frente al tema, el docente el moderador, los mismos estudiantes se explican los resultados obtenidos, a lo que no acertaron puntualmente un resultado, se les explica su falla.

Fuente. Elaboración propia (2018).

Respecto a la actitud hacia la clase se encuentra que el estudiante en el caso 2 se apropia de lo aprendido del movimiento parabólico para expresar su postura frente a un ejercicio presentado, dominando el lenguaje técnico sobre las variables que intervienen. En este sentido es positivo que la clase fluya y se note que se está interiorizando lo aprendido. De igual manera el estudiante, recurre al simulador como una herramienta para validar su postura y con ello clarificar cualquier duda hasta llegar a la aceptación de los resultados obtenidos, comprendiendo el porqué de los mismos. También fue positivo que la posibilidad de realizar ejercicios semi-experimentales con el simulador, le permita realizar preguntas más

complejas, el simular lanzamientos en marte o la luna, le permitió cuestionarse sobre distintos lanzamientos para vencer la gravedad existente.

En el grupo de caso 1, con menor intensidad se observa que se interiorice en concepto de movimiento parabólico, sobre todo en un sentido práctico, se da prioridad a la memorización de las fórmulas matemáticas representadas en ecuaciones. Los estudiantes si aceptan la solución de un ejercicio porque lo validan con la aplicación del modelo matemático, reconocen las leyes o principios del movimiento parabólico y lo apliquen en la resolución de los ejercicios. Sin embargo, no se limitan a preguntar más allá de los ejercicios propuestos, no le surgen cuestiones sobre otros escenarios o situaciones.

Tabla 21. Actitud frente al desarrollo de la clase

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	Sol un grupo de 6 a 8 estudiantes se mostraron dinámicos (en menor y mayor medida) Los demás estudiantes se mostraron dispersos y apáticos de los temas tratados.	La participación fue moderada, en un tono de voz moderado, más orientado al docente. Los estudiantes responden a las indicaciones del docente.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)	Se tuvo una participación baja, y la actitud demostró baja motivación frente al tema desarrollado lo que les limitó la contextualización y participación.	La participación es más dinámica, entre estudiantes, el tono de voz es más animado, los estudiantes participan voluntariamente, y el dialogo se produce entre estudiantes, el docente pasa a ser moderador.
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.	No se logró una participación, ni debate, ni motivación, solo lo vieron como un cambio posible en la ecuación. No se evidenció un interés por un cambio poco probable en el contexto cotidiano.	La participación aumento, adquiere un carácter de debate, y el simulador permite confirmar las posturas. El docente, aclara conceptos y tiene un rol de moderador.
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.	Aunque esta actividad fue pensada para que el estudiante muestre su participación, la actitud de los estudiantes reflejó una baja motivación en el tema, en particular porque no les intereso contextualizar.	Los estudiantes se muestran más abiertos a participar. Plantean “sin miedo” sus posturas, el ánimo es alegre y se muestran competitivos frente a sus predicciones.

Fuente. Elaboración propia (2018).

Respeto a la actitud frente al simulador, en los estudiantes del grupo del caso 2, se encontró motivación, si bien en un principio se vieron un tanto sorprendidos, la curiosidad que despertó facilitó explicar su funcionamiento. Una vez los estudiantes observaron el potencial que ofrecía se mostraron abiertos a comprender como opera y como se puede modificar las variables que lo integran. Aunque el simulador contiene un apartado para la escritura de la forma matemática, esta pasó a un segundo plano, se abordó al inicio, posterior a ello, los estudiantes se enfocaron más en los resultados obtenidos en cada ejercicio.

Tabla 22. Actitud frente al uso de un simulador

Actividad	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 1	OBSERVACIÓN GRUPO CASO 2
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones controladas. (en la tierra)	No Aplica	El este momento no conocían el simulador, con el primer ejercicio, lograron entender como incide cada variable. Lo que llevo al estudiante a utilizar el simulador como herramienta para validar su punto de vista y predicción.
Lanzamiento de un proyectil bajo condiciones modificadas (ángulo, velocidad inicial)		El estudiante lo integró a la dinámica de la clase, además de usarlo por los gráficos, comenzaron a usar los valores que arroja: (distancia, ángulo, gravedad, altura). Las herramientas graficas les permitió hacer comparativos, y esto los motivo a competir entre las predicciones.
Lanzamiento de un proyectil en diferentes contextos: (luna, marte, tierra) para evidenciar la influencia de la gravedad.		La actitud se vuelve más favorable porque les permitió modificar una variable que en la mayoría de los ejercicios de física se asume en la tierra con un valor de 9,8 m/s. Lo que llevo al estudiante a modificar la gravedad y con ello aclarar dudas frente a como incide. (Esta variable siempre la consideraron estable, y ahora tiene la posibilidad de modificarla)
Ejercicios de lanzamiento de proyectiles donde el estudiante sugiere modificar una variable para obtener un resultado específico.		La actitud para este último ejercicio, fue de familiaridad, lo usaron como una herramienta de juego, dado que les permitió comprobar predicciones y con ello algunos comprobaron que tenían razón, otros no estuvieron tan cerca al resultado. Es decir que el simulador facilitó la interacción frente a la realización del ejercicio.

Fuente. Elaboración propia (2018).

Finalmente sobre la motivación en el grupo del caso 2 se observó una preferencia por el tema, a lo largo de la clase dicha motivación se fue incrementando tanto a nivel grupal como individual, el estudiante se mostró activo para resolver los ejercicios presentados y sugerir otros. En el grupo del caso 1 la motivación fue más baja, se limitó a unos cuantos estudiantes, a lo largo de la clase no se vio un incremento, ni tampoco se observó que los estudiantes propusieran ejercicios más variados y complejos.

La observación de la dinámica de la clase práctica permitió comprender que la actitud hacia el movimiento parabólico de los estudiantes se ve favorecida por el uso del simulador, en el grupo de intervención se encontró mayor participación, fluidez, motivación,



interacción, complejidad en las deducciones, de igual manera se incrementó el trabajo en equipo y la contextualización de lo aprendido.

### **8.7 Las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias que cambian con el uso del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico.**

Posterior a observar la dinámica de los dos Casos se procedió a analizar las actitudes, considerando los planteamientos de García (2000) sobre el tema de actitudes, las cuales se tienen tres componentes: comportamental, afectivo y cognitivo, igualmente en cada uno de estos se evidencia una serie de subcomponentes.

García (2000) para cada uno de los componentes formuló una definición operativa enfocada a evaluar la actitud hacia la ciencia, para el desarrollo de esta investigación se consideró las definiciones pero se enfocaron en la física específicamente.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de cada componente y subcomponente para los dos grupos.

Tabla 23. Comparativo entre las actitudes: Caso 1 versus Caso 2

Componente	Sub componente	Grupo de Caso 1	Grupo de Caso 2
Componente comportamental	Multicausal	Multicausalidad. Los estudiantes en este grupo si bien identifican las variables e el movimiento parabólico, solo se enfocan a su comportamiento dentro del modelo matemático y la manera como se resuelve. N el desarrollo de la clase no se evidenció que sugieran otras causas en el comportamiento de un proyectil en un contexto práctico, así sea una variable que no hace parte de la representación matemática.	Multicausalidad. En los estudiantes del grupo de intervención se encontró que son capaces de identificar diferentes causas y variables que inciden en el movimiento parabólico. Incluso, en contextos prácticos reconocen otras causas que incide en la altura y longitud de un objeto. Donde se indicó aspectos como la aerodinámica del proyectil, la resistencia al aire, las condiciones del viento. Los ejercicios realizados en Modellus permitieron tener un punto de referencia comparativo para los estudiantes, donde por medio de ejemplos explicaron causas que no figuran dentro de los parámetros del ejercicio.
	Teórico- Práctico	Enfoque teórico - práctico. Esta es quizá una de las barreras que se encontró en el grupo de control. Aunque en la clase tradicional el profesor coloco ejemplos que se asocian con el contexto más inmediato de los estudiantes, estos no logran relacionar las variables y su aplicación, sino que se enfocan en demostrar como el enunciado de un problema se resuelve con el uso de la ecuación. No formulan ejemplos ni realizaron pronósticos presentando situaciones prácticas.	Enfoque teórico -práctico. Los estudiantes lograron colocar ejemplos de su contexto más próximo, la participación en clase permitió que estos aborden ejercicios de la cancha de básquet, y mediante representación realizada con sus manos recrearon un posible resultado, el cual verificaron con el uso del simulador. En esta dinámica los mismos estudiantes se corrigieron y plantearon puntos de vista diferentes que se aclararon conforme se recreó el modelo en el simulador.
	Contextual	Pensamiento divergente. La clase abordo elementos específicos, casos puntuales de movimiento parabólico, sin embargo, los estudiantes mostraron un apego total a la resolución del modelo matemático, no propusieron soluciones alternativas, (así fueran erróneas), ni tampoco se mostraron proactivos hacia colocar ejemplos para ilustrar una posible solución o contextualizar una ejemplo. En este sentido, la resolución del modelo matemático donde se reflejan la formula fue el principio rector de la dinámica de clase, no existió otros enfoques que se aparten de esto.	Pensamiento divergente. El ejercicio de movimiento parabólico, plantea escenarios limitados, dado que existen pocas variables a modificar y de cierta manera las posibilidades se reducen. Sin embargo, según la experiencia observada los estudiantes son capaces de abandonar una idea para acoger otra, proponen soluciones para llegar a un resultado final. Ejemplo de ello fue proponer el uso de un “cañón con las fuerza de inicio” “realizar el ejercicio en la luna para aprovechar una menor gravedad”. El ejercicio en clase fue corto y limitado, con un uso más prolongado y extendido es posible que desarrollen el pensamiento divergente y se manifieste con mayor claridad.
		Multi contextualización. En la clase tradicional la barrera fue la contextualización, el estudiante presenta dificultad para colocar lo aprendido en un sentido práctico. A pesar de que el docente coloco ejemplos prácticos, los estudiantes los aplicaron en	Multi contextualización. Respecto a este subcomponente los estudiantes mostraron gran capacidad para colocar en perspectiva los ejercicios de movimiento parabólico, citando un amplio número de ejemplos prácticos y cotidianos desde la

		función del modelo matemático y esto redujo que se colocaran más ejemplos, que se contrasten diferentes situaciones en diversos contextos de la vida diaria.	práctica deportiva, actividades laborales, entre otras. El simular función como un detonando de este aspecto creativo, porque lograron conectar los ejercicios con su contexto próximo.
		Apertura cognitiva. Los estudiantes se mostraron parcialmente receptivos a aprender, (se mostró apatía a la participación). La baja interacción entre los mismos docentes no generó un debate y por ende resultó difícil validar si el estudiante comprende el punto de vista y argumento de sus compañeros lo que puede modificar su punto de vista. A la par, la interacción con el docente fue baja y esto limita comprobar si existe una aprendizaje.	Apertura cognitiva. En este caso los estudiantes se mostraron pasivos, conforme avanzó se fueron integrando y asimilando los conceptos abordados, por último fueron capaces de manifestar ejemplos donde se aplica lo aprendido. En este sentido el uso del simular facilita esa apertura del estudiante para aprender cosas nuevas y contextualizarlas.
	Sub componente metodológico	Los estudiantes se enfocan en el abordaje analítico considerando que el modelo matemático tiene unas normas específicas, que no se pueden modificar, como se hizo tanto énfasis se dedujeron unas normas que hacen que se entienda que la situación varía en función del comportamiento de las variables y esto se demuestra a través de una ecuación. Al no haber un sentido práctico, los estudiantes no cuestionaron una posible variación del resultado, el cual pudo derivar de un aspecto externo. En este sentido lo negativo fue que los estudiantes redujeron todo el fenómeno a la fórmula y no consideraron aspectos de un contexto práctico.	Aborde analítico – sintético. Con el desarrollo de la clase con el uso del simular se pasó de un abordaje sintético a uno analítico. Esto en parte se explica por la clarificación de los conceptos y su relación con el modelo matemático. Es decir, con la clarificación y contextualización se las variables que inciden en el movimiento parabólico, el estudiante comprendió su relación sin la necesidad de verificación por medio de los ejercicios. En un principio los estudiantes dudaban de un resultado y requerían verificación, conforme se desarrolló la clase, los pronósticos fueron más acertados dado que tienen claridad de la correlación entre variables.
		Planeación. La actividad realiza en clase no planteó la planeación, igualmente la dinámica planteada por los estudiantes no permitió construir ejercicios donde al menos se aplicará un orden para construir una situación “práctica” del movimiento parabólico. Los estudiantes se mostraron reacios a realizar pronósticos y planear como lograrlos.	Planeación. La actividad como tal no tuvo como objetivo realizar una planeación extensa, sin embargo en los casos (ejercicios) los estudiantes lograron organizar las variables en función de un objetivo específico; para llegar a una altitud y distancia esperada la fuerza de inicio debe ser X, y el ángulo Y, etc.
		Enfoque relacional. En la clase tradicional, la relación entre los conceptos teóricos y el contexto fue difícil de abordar dado que los estudiantes se orientaron más a la dinámica procedimental para la resolución del modelo matemático. Su interés no fue la	Enfoque relacional. El uso del simulador y la contextualización que esta hizo posible facilitó que el estudiante relacione lo aprendido con la resolución de problemas cotidianos. Esto se evidenció al colocar ejemplos en la práctica deportiva, “si

		contextualización de lo aprendido, sino la operatización para la resolución de las ecuaciones planteadas.	quiero lanzar el bala más lejos debo tener más fuerza de inicio, el ángulo debe ser más elevado, etc.”.
		Carácter social. El ejercicio no incluyo esta dimensión y a la par los estudiantes mostraron apatía frente a la contextualización de lo aprendido.	Carácter social del conocimiento. El ejercicio como tal no incluyo un sentido social de los ejercicios, lo más próximo a esta situación fue la contextualización en el ámbito cotidiano.
Componente Afectivo	Subcomponente personal	Persistencia. En este sentido, la persistencia en aprender y ser proactivos, se evidenció en un grupo puntual de estudiantes 4 a 6, los demás estudiantes aunque manifestaron su interés de aprender cuando el docente les formulo alguna interrogante, no mostraron un interés en participar, debatir o aclarar dudas.	Persistencia. Los estudiantes mostraron mayor persistencia por resolver un problema, incluso de evidenció un trabajo colaborativo para tal fin, la motivación se dio porque sienten que aprende y al mismo tiempo se divierten y procuran estar a la par de sus compañeros, esto justifica ser persistente y esforzarse por participar de clase y acertar con en cada ejercicio.
		Preferencia. Los ejercicios abordados en la clase tradicional, no permitieron abordar más de un tema, incluso se tuvo una metodología. En este sentido la única preferencia percibida fue por la resolución del modelo matemático, que de cierta manera le brindo a los estudiantes seguridad frente a lo aprendido, cuando el resultado del docente coincide con el realizado por ellos les ratificó la seguridad en el tema.	Preferencia. Los ejercicios con Modellus no enfatizaron en la preferencia de un tema, se limitó al tema del movimiento parabólico, lo que no permitió evidenciar alguna preferencia por un tema de la física o de la ciencia en general, de igual manera solo se realizaron simulaciones lo que no permitió evidenciar una preferencia por la experimentación.
	Subcomponente social	Aceptación. En este subcomponente fue difícil de analizar dada la dinámica de la clase, la baja participación de los estudiantes no genero debate donde se muestre una aceptación del punto de vista del compañero frente a los argumentos del otro. Se evidenció aceptación frente a las instrucciones del docente que difícilmente fueron cuestionadas, las explicaciones son aceptadas, más no se evidencia si son interiorizadas y por ende aprendidas.	Aceptación. Los estudiantes mostraron una aceptación a la dinámica de clase, a la interacción y se mostraron receptivos al conocimiento impartido en clase, tanto de las instrucciones que brindó el docente, como de los aportes que realizaron los compañeros. El uso del simulador, y los ejercicios presentaron fueron de cierta manera un moderador de la dinámica de clase, los estudiantes presentaron sus puntos de vista, y gracias al ejercicio
		Rol activo. En este sentido la participación de los estudiantes (entre 4 y 6 participaron activamente), esto origino que la mayor parte del proceso lo realizara el docente, no se observa que entre los mismos estudiantes se debata como parte del proceso académico, más aún de contextualizar y aplicar lo aprendido El rol de los estudiantes se muestra pasivo, y esto	Rol activo. De los 16 estudiantes del grupo de intervención, 14 mostraron un rol activo que se demostró en la participación permanente a lo largo de la clase. De esta manera se convierte en participes de su propia enseñanza, lo destacable es que la participación se dio en gran medida entre los mismos

		hace que no sean protagonistas del proceso, se limitan a escuchar y dominar la resolución del modelo matemático.	compañeros, el docente se convirtió en un moderador de la dinámica, aclarando dudas cuando se presentan.
Componente cognitivo	Origen, función y validez de la ciencia	Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo. Por el dinamismo de la clase, se enfatizó en lo teórico, los estudiantes asumen que la dimensión teórica es válida porque hay unas leyes que rigen el modelo matemático. La contrastación mediante la experiencia no hizo parte del proceso de validar los principios que rigen el movimiento parabólico, ni tampoco se consideró que variables externas pueden afectarlo en la realidad.	Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo. <sup>3</sup> En este sentido los estudiantes comprenden que el tema de movimiento parabólico, y en sí las variables que participan de este obedecen a unas leyes, acogidas por el modelo matemático, independiente de sus creencias, de esta manera perciben este tema desde un punto de vista objetivo, sin dar pie a opiniones personas o juicios de valor subjetivos.
		Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no representativo. La función de la ciencia se limitó a validar lo referente al modelo matemático, sin considerar que los principios del movimiento parabólico sirven para explicar situaciones de la vida cotidiana, ni que el modelo pueda ser usado para alcanzar una situación concreta. Si bien se asimila las leyes de la física, no se logra que el estudiante tenga una visión práctica de las mismas y que las use en función de lograr una situación específica.	Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no representativo. Los estudiantes consideran que el tema visto se puede aplicar en diversos contextos, así mismo, el movimiento parabólico si bien varía esto se debe a la naturaleza de las variables que intervienen las cuales se representan de manera objetiva. Incluso consideraron que la gravedad es una variable que afecta el movimiento, sin embargo esta obedece a unos valores objetivos ya definidos por la ciencia, por ende son inalterables.
		Concepción de la validez desde el racionalismo moderado. El estudiante asume la verdad derivada de la teoría, y porque el docente así lo expone, siendo estos argumentos para dar validez a los conceptos. No se cuestiona ningún principio enseñado, de cierta manera se evidencia una predisposición hacia que todo lo que se enseña es válido, verdadero.	Concepción de la validez desde el racionalismo moderado. El uso del modellus permitió clarificar la validez de los conceptos enseñados, y no porque se tenga duda de estos, sino porque el estudiante logró contextualizarlos y con ello comprobar mediante la experiencia simulada un postulado teórico.

<sup>3</sup> El realismo no representativo es realista en dos sentidos. En primer lugar, parte del supuesto de que el mundo físico es como es independientemente de nuestros conocimientos sobre él. El mundo es como es sea lo que fuere lo que los individuos o grupos de individuos piensen sobre el asunto. En segundo lugar, es realista porque parte del supuesto de que, en la medida en que las teorías son aplicables al mundo, lo son siempre, dentro y fuera de las situaciones experimentales. Las teorías físicas hacen algo más que establecer correlaciones entre conjuntos de enunciados observacionales

		<p>Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado. La dinámica de la clase fue limitada, de cierta manera, se percibe que el estudiante en este contexto, considera que la ciencia se limita a modelos teóricos y más aún se limita a la resolución de modelos matemáticos, lo anterior es un límite que el estudiante le coloca a la física, no logra poner en perceptiva el tema tratado para sacarlo del salón de clase y ponerlo en práctica en su diario vivir.</p>	<p>Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado.<sup>4</sup> La simulación permite al menos en un plano hipotético representar situaciones que en la vida diaria difícilmente se puede lograr. La simulación del movimiento parabólico en Marte o la Luna, le facilitó al estudiante visualizar que el concepto aplica en otros contextos más allá de los demostrables en el contexto inmediato.</p>
--	--	--	--

Fuente. Elaboración propia. (2018)

---

<sup>4</sup> El racionalismo cree que la razón es fundamental pero también acepta que se complemente con la experiencia, la razón cumple un papel muy importante en la justificación de nuestro conocimiento, pero no cree que los contenidos de la experiencia deban ser rechazados. .El racionalismo moderado se combina con el empirismo moderado, resulta apropiado en todas las investigaciones y deliberaciones concernientes a cuestiones de hecho.

Los resultados encontrados mostraron que con el grupo del caso 2, experimentan cambios en el fortalecimiento de las actitudes, al observar y analizar los aspectos como: participación de los alumnos, Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones?), fluidez de la clase, reflexiones de los estudiantes, deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?), interacción entre estudiantes, actitud frente al desarrollo de la clase y motivación, se encontró un desempeño superior por encima del grupo de control. Esto implica que las variables que integran los subcomponentes de las actitudes: cognitivo, comportamental y afectivo se ven fortalecidas.

Para determinar que variables presentan cambio y se ven fortalecidas con el uso del simulador, se utilizó la siguiente relación entre los aspectos evaluados en la clase práctica y las variables que integran los subcomponentes de la actitud.

Tabla 24. Relación de los aspectos evaluados y las variables que integran los subcomponentes de las actitudes

Aspecto evaluado	Variables de los subcomponentes de las actitudes.
Participación de los alumnos	Enfoque teórico práctico
	Planeación
Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones?)	Enfoque teórico práctico
	Planeación
	Enfoque Relacional
Fluidez de la clase	Persistencia
	Planeación
Reflexiones de los estudiantes	Multicausalidad
	Apertura Cognitiva
	Aborde: analítico -sintético
	Carácter Social del conocimiento
Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?)	Pensamiento divergente
	Muticontextualización
Interacción entre estudiantes	Apertura Cognitiva
	Aceptación
Actitud frente al desarrollo de la clase	Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo
	Concepción de la validez de la ciencia desde el racionalismo moderado
	Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado
	Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no Representativo
Motivación	Preferencia.
	Rol activo

Fuente. Elaboración propia (2018)

En el caso 2 la actitud hacia la ciencia y en particular hacia la física resulta favorable en varios sentidos; a) Fomenta la participación, b) El estudiante se siente motivado hacia el aprendizaje, c) Se desarrolla una dinámica de debate lo que lleva a la flexibilidad y aceptación

de argumentos y puntos de vista del compañero, d) Permite que aprendan leyes de la físicas que son absolutas logrando que las pongan en contexto, d) El enfoque práctico genera cuestionamientos y reflexiones del estudiante que le permiten ampliar la visión del tema más allá de los conceptos tratados.

Considerando las variables mencionadas por García (2000) según lo observado y analizado, las variables que se ven más fortalecidas son: enfoque teórico, multicontextualización, planeación, preferencia, rol activo y concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado, tal como se lista a continuación.

<b>Componente</b>	<b>Sub -Componente</b>
<b>Comportamental</b>	Enfoque teórico práctico
	Muticontextualización
	Planeación
<b>Afectivo</b>	Preferencia
	Rol Activo
<b>Cognitivo</b>	Concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado

Fuente. Elaboración propia (2018).

Debido a que respecto al enfoque teórico -práctico se encontró que los estudiantes son capaces gracias a la representación de situaciones cotidianas de colocar en contexto el tema visto: movimiento parabólico, identificando las diferentes variables que inciden, como el ángulo, fuerza inicial, altura, distancia recorrida, los cuales fueron abordados con un lenguaje técnico que les permitió explicar sus predicciones y análisis en los ejercicios realizados.

En cuanto a la muticontextualización los estudiantes del grupo de intervención, reconocen que los conceptos científicos pueden y deben ser aplicados para explicar e interpretar situaciones y problemas de la vida diaria, con el uso del simulador se recreó el lanzamiento de un balón y esto generó empatía porque perciben el ejercicio como algo más próximo que han vivenciado, y lo proyecta en un sentido práctico, llegando a formular deducción; “para alcanzar X distancia debó lanzarlo con X ángulo y con X fuerza”.

Aunque la planeación no se desarrolló extensamente a través de ejercicios elaborados, en el grupo de intervención se observa que los estudiantes reconocen y respetan la secuencia de pasos para la resolución de un ejercicio, así mismo, son capaces de organizar las variables



para lograr el efecto esperado. En este sentido se observó el favorecimiento de este componente de la actitud.

Respecto a la preferencia se observó simpatía frente al tema, a la metodología utilizada lo que se tradujo en una amplia participación y una motivación por interactuar entre compañeros. Si se continua con un enfoque similar en la enseñanza es posible aumentar la preferencia por la física, reduciendo la predisposición desfavorable hacia esta área.

En cuanto al rol activo el estudiante se mostró proactivo por buscar mayor cantidad de datos más allá de los brindados en el ejercicio, lo que llevó a discutir sobre la resistencia del viento, la aerodinámica del proyectil, aspectos que no se abordaron en clase, pero que son reflejo de los análisis más complejos a los que llega el estudiante cuando logra contextualizar lo teórico en la resolución de problemas.

El subcomponente; concepción de los límites de la ciencia desde el racionalismo moderado, también se vio favorecido porque el estudiante comprende que el conocimiento se va ampliando conforme se resuelven problemas, se visualizan variables o interrogantes que deben ser resueltas. En el caso del movimiento parabólico el explorar lo que sucede en otros planeas con un proyectil cuando es lanzado, llevó a pensar la influencia de la gravedad sobre el objeto, así mismo el diseño de un objeto llevo a cuestionarse sobre el efecto de la resistencia del viento. Con el uso del simulador el estudiante se planteó interrogantes conformes se fue realizando ejercicios.

De igual manera el uso del simulador favoreció otros componentes entre ellos:

<b>Componente</b>	<b>Sub -Componente</b>
Cognitivo	Concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no representativo
Comportamental	Multicausalidad
	Pensamiento divergente
	Enfoque relacional
Cognitivo	Concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo
	Concepción de la validez de la ciencia desde el racionalismo moderado

Fuente. Elaboración propia (2018).

Respecto a la concepción sobre la función de la ciencia desde el realismo no representativo, los estudiantes del grupo de intervención comprende que la física y en sí los

fenómenos que estudia obedece a unas leyes y estas se utilizan para explicar los problemas y/o ejercicios realizados en clase.

De igual manera se favoreció el componente de multicausalidad, el cual se relaciona con la capacidad de explicar un fenómeno a partir de la interacción de varias causas o variables. En el grupo de intervención los estudiantes lograron primero clarificar que variables intervienen en el movimiento parabólico y establecer como cada una incide.

Si bien el pensamiento divergente no fue un componente que se desarrolló extensamente, si se aprecia como los estudiantes se formularon diferentes aportes alejándose de uno solo lo que dio dinamismo a la clase y aportó para comprender como contextualizar el tema visto. El formular hipótesis o predicciones en escenarios como el planeta marte, el que pasaría si el proyectil lanzado tiene este diseño, o que pasaría si lo arrojo de mayor altura, mostraron alternativas que el estudiante plantea para lograr un objetivo esperado sin que se aleje de las leyes que aplican a la física y en sí a la ciencia.

El subcomponente, enfoque relacional, se vio favorecido, en gran medida, porque el estudiante comprendió con mayor facilidad la directa relación entre las variables que inciden en el movimiento parabólico, el simulador permitió modificar cada variable y evidenciar su impacto sobre las otras y el resultado final, por ende el estudiante logró rápidamente deducir dicha relación y que hacer (como modificarlas) para alcanzar un objetivo particular: mayor altura, longitud, etc.

En cuanto a la concepción sobre el origen de la ciencia desde el realismo no representativo, los estudiantes logran comprender que el “surgimiento de los conocimientos científicos puede explicarse desde: La teorías, sus fórmulas y principios” (García, 2000). En el grupo de intervención si bien se enfocó en el aspecto práctico de contextualizar el movimiento parabólico, permitió también relacionar lo observado con el modelo matemático y las leyes que lo rigen. Esto guardó relación con el componente, concepción de la validez de la ciencia desde el racionalismo moderado, en este caso es favorable que el estudiante reconozca que las soluciones propuestas por la ciencia a los problemas son válidas porque explican de manera más adecuada los fenómenos naturales y dan la posibilidad de proponer alternativas para el desarrollo de la ciencia vigente.

Aunque con menor “intensidad” se vieron favorecidos los componentes:

<b>Componente</b>	<b>Sub- Componente</b>
<b>Comportamental</b>	Carácter social del
<b>Afectivo</b>	Persistencia
	Aceptación

Fuente. Elaboración propia. (2018)

En parte porque el objetivo del uso del simulador no se basó en el trabajo en equipo, si bien favoreció en gran medida la interacción y comunicación entre los mismos estudiantes, no fue un objetivo perseguido desde el principio. Sin embargo, es posible con ejercicios colaborativos fortalecer este componente, de tal manera que se planteen ejercicios de resolución de problemas para fomentar el trabajar en equipo.

La persistencia se vio favorecida en menor medida porque en sí los ejercicios no plantearon obstáculos, además el trabajo en clase donde todos los estudiantes participaron redujo cualquier posible barrera u obstáculo. Sin embargo, si se estructuran trabajos que representen mayor complejidad es posible fortalecer este componente, los simuladores pueden usarse para representar ejercicios más complejos, desde su programación hasta su ejecución.

Así mismo, el componente de la aceptación se vio menos favorecida en parte porque no se enfatizó en resaltar el papel de la física por encima de otras asignaturas, sin embargo, el uso del simulador jugó un papel importante en la motivación del estudiante y con ello es posible que los estudiantes den mayor preferencia a esta área.

Considerando que las actitudes hacia la física se fortalecen con el uso de simulares como el Modellus se recomienda su inclusión en la enseñanza de esta asignaturas y similares, porque incide positivamente en cambiar los componentes: comportamental, afectivo y cognitivo, lo que conlleva a tener mayor motivación y participación de los estudiantes.

## Capítulo V

### 9. Conclusiones

El desafío del docente frente al tema radica en romper y transformar esta percepción de manera significativa, es decir que el estudiante las modifique para asimilar el conocimiento científico brindado en la comprensión del movimiento y su aplicación cotidiana, en este sentido se debe privilegiar un aprendizaje significativo por encima de la simple memorización. Con el uso del simulador es posible lograr transformar la enseñanza, sin embargo, no se debe limitar a la simple inclusión de esta herramienta tecnológica sino afianzar modelos ya propuestos para la enseñanza de la matemática como la resolución de problemas.

Respecto al objetivo específico 1, los estudiantes de grado décimo, de la institución educativa Jorge Eliecer Gaitán del Municipio de Restrepo, tiene ideas previas equivocadas acerca de lo que es el movimiento parabólico, las cuales pueden llegar a comprometer el aprendizaje, sin embargo se encontró como aspecto positivo que los estudiantes relacionan dicho movimiento con situaciones cotidianas como el lanzamiento de objetos entre ellos balones, lo que constituye una base para realizar un acercamiento al tema y la resolución de problemas.

Respecto al objetivo específico 2, que buscó establecer las actitudes que presentan los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias mediante la enseñanza del movimiento parabólico a través de la clase tradicional y clase con el uso de un simulador. Se evidenció una diferencia significativa entre los dos tipos de clase, en la tradicional la participación es baja, la actitud de los estudiantes no es favorable en la medida que es reduccionista; se limita a resolución operativa del modelo matemático, se asume que el docente posee la verdad y esta se demuestra en la ecuación por ende es incuestionable, la contextualización de los conceptos se limita a las variables que incluye el modelo lo que impide abordar preguntas hacia la práctica. En la clase que se utilizó el simulador la participación fue mayor, los estudiantes se muestran proactivos enfatizando en la contextualización de lo aprendido, existe una flexibilidad por debatir y aceptar argumentos de los compañeros, se propicia la

indagación lo que lleva a un permanente ambiente de preguntas y respuesta entre estudiantes, con participación del docente cuando la interrogante lo amerita. Una diferencia significativa desde la experiencia docente, es que el uso del simulador fue un recurso que cambia la imagen de la física como una asignatura rígida, donde prevalece lo cuantitativo, difícil de aprender. El realizar ejercicios con el simulador ejerce un cambio en el imaginario del estudiante y se rompe el miedo por participar, así se esté equivocado, se genera una dinámica en que se es flexible y se acepta los nuevos conocimientos, se crea un pensamiento crítico que se expresa a través de un comportamiento proactivo.

Respecto al objetivo específico 3, que buscó mediante el estudio comparativo del caso 1 y 2, describir cómo cambian las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias con el uso del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico, encontramos que mejoran positivamente los beneficios de incluir el uso de un simulador en la enseñanza del movimiento parabólico y la posibilidad de extenderlos a otros temas de física, se concluye que los beneficios son visibles aportan a la dinámica de clase, y con su uso generalizar la mejora del desempeño académico.

En ese sentido, con respecto al grupo del caso 2 se observó que los tres componentes de la actitud se favorecen; comportamental, afectivo y cognitivo, los subcomponentes que mayormente se fortalecen son el enfoque teórico-práctico, la multicontextualización, planeación, preferencia y rol activo, en gran medida, esto fue posible porque el tema de movimiento parabólico ocurre en contextos cotidianos que el estudiante reconoce con facilidad. Con la ayuda del docente y el simulador los conceptos teóricos se asimilan en función de explicar situaciones específicas, además permiten recrear situaciones comunes donde el estudiante pronostica un resultado, elemento que entre los estudiantes estimuló la “competencia” y la participación. Por lo tanto se considera, que con el uso prolongado de los simuladores se fortalecen los subcomponentes, sin embargo para ello es recomendable que las herramientas tecnológicas se integren a la enseñanza como una estrategia acorde al plan de estudio y a los objetivos trazados para cada asignatura.

Teniendo en cuenta que, el ámbito escolar ha contribuido a que el estudiante tenga una actitud negativa hacia las asignaturas donde se usa modelos matemáticos como es física,

y en gran medida los métodos tradicionales de enseñanza le han dado prioridad al tema numérico; aplicación de las ecuaciones, sin contextualizar desde el ámbito práctico y sin permitirle al estudiante encontrar la manera de aplicarla en su propio contexto, podemos concluir que el uso de herramientas tecnológicas, sin buscar reemplazar al maestro, se convierte en uno de los desafíos para lograr un aprendizaje más significativo, como lo denota García y Sánchez (2006) es modificar la actitud del estudiante frente a la aplicación del conocimiento abordado en el aula, de esta manera el introducir herramientas basadas en las TIC como los simuladores debe conllevar a cambiar la dinámica entre el alumno y los docentes, de tal manera que exista una clara motivación y participación en el desarrollo de ejercicios que impliquen la aplicación de modelos matemáticos sin perder de vista su aplicación práctica y su contextualización conforme a la realidad que vive día a día cada estudiante.

Finalmente, consideramos que el impacto de la investigación desde el punto de vista de la enseñanza de la física, genera la concientización de la labor como docente como investigador reflexionando acerca de los desafíos para ser considerados como oportunidades para perfeccionarse, vincular los recursos tecnológicos, la enseñanza desde el contexto y sumar participantes a la interesante tarea que significa la apuesta de la competencia investigativa es un trabajo que sirve en el crecimiento de otros colegas cuando se difunde y replica.

## 10. Recomendaciones

Como ya hemos visto, el uso de simuladores favorece significativamente la enseñanza de la física lo que se demostró con un incremento en el desempeño académico de los estudiantes, así como su actitud hacia el área y los conceptos que se abordaron en un contexto teórico práctico, con base en la experiencia realizada, tanto en el grupo de control como en el grupo de intervención se formulan las siguientes recomendaciones:

- El uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) debe hacerse como un proyecto institucional con un enfoque transversal para que los estudiantes se familiaricen y aprendan a integrar estas herramientas en función del proceso de enseñanza y las estrategias pedagógicas que los distintos docentes utilizan. En el caso del área de física como en asignaturas con un componente matemático la metodología de resolución de problemas parece ser la más indicada para ir incorporando las TIC dado que estas facilitan que el estudiante use modelos explicativos con el uso de aplicaciones como los simuladores.

- Para lograr un cambio más significativo de la actitud del estudiante hacia la ciencia, materializada en comportamientos, emociones y conocimientos, se requiere cambiar el enfoque con que se ha venido enseñando las asignaturas que guardan relación con modelos cuantitativos. El contraste entre la experiencia con el grupo de control y el grupo de intervención en el presente trabajo mostró como el uso de un simulador, como parte de la estrategia de enseñanza, modifica la actitud de los estudiantes y esto lleva a una mayor participación en comparación con la enseñanza tradicional, en este sentido la enseñanza de esta clase de asignaturas deben construir ambientes de aprendizaje que generen motivación, contextualicen los diferentes entornos y sobre todo generen un ambiente fluido de comunicación donde los estudiantes se expresen, planteen argumentos y construyan soluciones frente a los problemas que el docente les pueda plantear.

- Dentro de la dinámica que se obtuvo en clase donde se usó el simulador se destacó una mayor participación de los estudiantes, sin embargo, se hizo visible una falencia en la construcción de argumentos que expliquen una situación en particular. Esta falencia en gran medida se deriva de la falta de apropiación de un lenguaje para la ciencia, donde se domine un vocabulario técnico que facilite la explicación. Este es un tema que debe validarse desde

la enseñanza de la ciencia a lo largo de los diferentes grados de escolaridad, porque las bases se van construyendo poco a poco y esto en gran medida dificulta la comprensión de temas como el movimiento parabólico. La recomendación para la institución educativa es trabajar de manera conjunta con los docentes para mejorar el uso del lenguaje en el aprendizaje de las ciencias, dado que las habilidades de lecto-escritura son esenciales para comprender los problemas que se presentan, a la vez, para formular explicaciones y la construcción de soluciones.

- El reto para mantener una actitud favorable hacia la física y en general hacia las ciencias en el contexto de la educación secundaria, parece ser el coordinar esfuerzos para generar ambientes de aprendizaje participativos, donde se identifique elementos que motiven al estudiante según su contexto y con ello se mejore su participación en clase. Sin embargo, esto debe ser un proyecto de mediano plazo, donde se trabaje en conjunto con diferentes áreas y se permita una activa introducción de las TIC en el aula.

- Exhortar a los docentes a que comuniquen las experiencias exitosas, que los profesores escriban y publiquen, invitando a otros docentes a adecuar, según sus contextos, estas prácticas. Y que desarrollen la intención investigativa implementando nuevas estrategias.



## 11. Referencias Bibliográficas

- Abad. M. S. (2012) Análisis de las ideas previas en Física a nivel de ESO y Bachillerato. Máster Universitario en Profesorado de ESO, Bachillerato, FP y Enseñanza de Idiomas. Universidad de La Rioja. España
- Abbagnano, N. (1986) Diccionario de filosofía, México, Fondo de Cultura Económica (2a. edición).
- Afanador C. H., Mosquera S. C. (2016) Valoración de actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la biología en educación secundaria. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza Vol. 5 No 8. ISSN 2017-1034. P. p.32-49
- Aignerren, M. (2002) Técnicas de medición por medio de escalas. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Centro de Estudios de Opinión. Recuperado el 10 de febrero de 2018 de: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewFile/6552/6002>
- Álvarez, Yadira. (2006) ¡Auxilio. No Puedo Con La Matemática! Revista Iberoamericana de Educación Matemática Equisangulo, 2 (1), 4-16.
- Angulo, G. (2012). Impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje por descubrimiento de la cinemática bidimensional en estudiantes de educación media. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. 10.21556/edutec.2012.40.366.
- Arias G. M., Sandia S. B., Mora G. E, (2012) La didáctica y las herramientas tecnológicas web en la educación interactiva a distancia Educere, vol. 16, núm. 53, enero-abril, 2012, pp. 21-36 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela-
- Ariza, M .R. y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 32 (1), 101-115
- Ausubel. (1976). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas. México. Disponible en: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>. Consultado el 22 de noviembre de 2014.

- Barrio C. I., González J. J., Padín M. L., Peral S. P., Sánchez M., I. Tarín L. E., (2013) Métodos de investigación educativa. Universidad Autónoma de Madrid. 3º Magisterio Educación. Especial. España.
- Bello S. (2004) Ideas previas y cambio conceptual. Revista 210 Educación Química. Recuperado el 10 de enero de 2019 de: [https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/arocho/p5-0/index\\_archivos/BIBLIOGRAFIA/2004EQ210217.pdf](https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/arocho/p5-0/index_archivos/BIBLIOGRAFIA/2004EQ210217.pdf)
- Bello, S. y Valdez, S., “Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la Química”. Taller T-20 realizado en las III Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina. Septiembre de 2003.
- Buitrago y Chavería (2015) Análisis del pensamiento matemático, curricularmente desarrollado en los módulos de matemáticas de los grados cuarto y quinto de escuela nueva. Trabajo Especial de Maestría para optar al grado de Magister en Educación Matemática. Universidad de Medellín. Departamento de Ciencias Básicas. Medellín
- Caballero M. C., Mariño S. I, López M. V. (2016) Software para el aprendizaje de las técnicas de modelado y simulación. Departamento de Informática. Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22854/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22854/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Carranza C. F, Rojas O. C., Solano M. J., Ramírez M (2011) Dificultades que enfrentan los estudiantes de 10º año en el estudio de física. Alternativas para mejorar el aprendizaje. Revista Ensayos Pedagógicos Vol. VI, N.O 1 101-113, ISSN 1659-0104, enero-junio, 2011.
- Castiblanco O. L., Vizcanino D. F. (2015) Uso de las TICs en la enseñanza de física. Universidad Libre. Revista Ingenio. Recuperado de 7 de enero de 2019 de:

<http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista7/articulos/El-uso-de-las-TICs.pdf>

- Chatterton, J. L. (1985). Evaluating CAL in the classroom. En Reid, I. y Rushton, J. (Eds.), Teachers, computers and the classroom (pp. 85 – 95). Manchester, Reino Unido: Manchester University Press.
- Díaz Barriga, F. (2011). TIC y competencias docentes del siglo XXI. En R. Carneiro, J. C. Toscano & F. Díaz (Coords.), Los desafíos de las TIC para el cambio educativo (pp. 139-154). España: Fundación Santillana.
- Díaz D., Cala V. F. (2014) Análisis de videos y modelado de sistemas físicos sencillos como estrategia didáctica. Revista Educación en Ingeniería. Julio a Diciembre de 2014, Vol. 9, N°. 18, pp.
- Durston y Mirando (2002) Experiencias y metodología de la investigación participativa. CEPAL- ECLAC- División de Desarrollo Social. Publicación de las Naciones Unidas. CEPAL - SERIE Políticas sociales N° 58. Santiago de Chile.
- Elizondo T. M. (2013) Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la física. Revista Presencia Universitaria. Año 3 No. 5 enero-junio 2013
- Enríquez W. (2008) Guía de Aprendizaje sobre movimiento parabólico. Recuperado el 10 de mayo de 2018 de: <http://files.wilmer-enriquez.webnode.com.co/200000168-a51a5a6120/Guia-movimiento-parabolico.pdf>
- Fernández H. J., Guerrero B. M., Fernández G. R. (2015) Las ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras afines al campo biológico. Universidad Autónoma de México. Recuperado el 10 de enero de 2019 de: <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/download/7220/7581>
- Florez, Chávez, González L., Gonzalez Q, Gonzalez D, y Hernandez, (2008) El aprendizaje de la matemática y física en contexto. CULCyT//Enero –Febrero, 2008. Año 5. Número 24.

- Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana, C. y Ocaña, O. (2006). La simulación y el experimento como opciones didácticas integradas para la conceptualización en física. *Revista colombiana de física*, 38 (2), 707 – 710.
- García G. J. (2000) La solución de situaciones problemáticas: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia Colciencias. Medellín. Colombia
- García, J.J. (1993). Diseño de un modelo pedagógico de aprendizaje por investigación .Tesis de maestría en docencia de la química. Departamento de Química. Facultad de Ciencia y Tecnología. Santa Fe de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- García, M., Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos* vol. XXVIII, núm. 114, pp. 61-89
- García, M., Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos* vol. XXVIII, núm. 114, pp. 61-89
- Gardner, H. (1998). *Inteligencias múltiples*. Barcelona: Paidós.
- Godino. (2010) Perspectiva de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica<sup>1</sup>. Recuperado el 30 de mayo de 2017 de:  
[http://www.ugr.es/~jgodino/fundamentos\\_teoricos/perspectiva\\_ddm.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/fundamentos_teoricos/perspectiva_ddm.pdf)
- Gómez L. Y. (2011) Las actitudes hacia la clase de física del estudiantado de secundaria; un estudio exploratorio descriptivo en instituciones educativas de Santiago y Concepción. Universidad de Concepción. Facultad de Educación Pedagogía en Ciencias Naturales y Física. Concepción- Chile.
- Gómez L. Y. (2011) Las actitudes hacia la clase de física del estudiantado de secundaria; un estudio exploratorio descriptivo en instituciones educativas de Santiago y Concepción. Universidad de Concepción. Facultad de Educación Pedagogía en Ciencias Naturales y Física. Concepción- Chile.

- Gómez M. M. (2003) Algunas factores que influyen en el éxito académico de los estudiantes universitarios en el área de química. Tesis para optar al grado de doctor por la Universidad Autónoma Barcelona en el Programa Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- Guardiola J. P. (2014) La percepción. Universidad de Murcia. Recuperado de: <https://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/percepcion.pdf>
- Gutierrez U., Bulla A., (2013). Desarrollo de pensamiento espacial: una propuesta de aula en el campo de la geometría descriptiva. Trabajo de grado para optar por el título de: Licenciado en educación básica con énfasis en matemáticas. Universidad Distrital Francisco José de caldas Facultad de Ciencias Bogotá D.C
- Hall, Budd (1983) Investigación participativa, conocimiento popular y poder: una reflexión personal La investigación Participativa en América Latina. México: CREFAL.
- Hernández Sampieri, R., Mendoza, C. P., & De la Mora, P. (2009). Estudios de caso en la investigación educativa. Manuscrito no publicado.
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16, 117-937.
- Katz, D. (1984) El enfoque funcional en el estudio de las actitudes. En Estudios
- Kind, P., Jones, K. y Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science Measurements. *International Journal of Science Education*, 29 (7), 871-893.
- López B. A. (2016) La simulación, una herramienta para el aprendizaje de los conceptos físicos. Trabajo de grado para optar el título de Magister en Educación Matemática. Universidad De Medellín Departamento De Ciencias Básicas Medellín
- Macluf, J. E., Beltrán, L. A. D., & González, L. G. (2008). El estudio de caso como estrategia de investigación en las ciencias sociales. *Ciencia Administrativa*, 7.

- Martínez Carazo, P. C. (2011). El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica. *Revista científica Pensamiento y Gestión*, (20).
- Medina, J. (2010) *Los 12 Principios del Cerebro*. Bogotá, Grupo Editorial Norma, 2010. P. 85-112)
- Ministerio de Educación (2016) *Módulo de Pensamiento científico Matemáticas y Estadística. Saber Pro 2016-2. Guía de orientación*. ICFES. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). *Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*.
- Molina M., Carriazo J., Casas J. (2013) Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. No 33 • Enero - Junio de 2013 • pp. 103 – 122. ISSN 0121- 3814 impreso• ISSN 2323-0126 Web
- Molina, M., Carriazo, J., & Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quintos a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (33).
- Morales, V. (2006). *Medición de actitudes en psicología y en educación*. España: Gráficas ORGAM.
- Mosquera, C. (2008). *Cambio didáctico en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de Química*. Memoria para optar al título de Doctorado en Ciencias Químicas, Universidad de Valencia, España.
- Murillo T. J. (2010) *Métodos de investigación en Educación Especial 3ª Educación*. España. Recuperado el 15 de noviembre de 2017 de: [https://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso\\_10/Inv\\_accion\\_trabajo.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Inv_accion_trabajo.pdf)
- Ortego M. M., López G. S., Álvarez T. M. (s.f., p. 3) *Las actitudes*. Ciencias Psicosociales. Universidad de Cantabria. Recuperado el 10 de febrero de 2019 de: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1420/course/section/1836/tema\\_04.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1420/course/section/1836/tema_04.pdf)

- Ospina Ramírez, A., Tobón Cardona, E., & Aguilar Mosquera, Y. (2011). A propósito de la formalización de los fenómenos físicos: un análisis desde la perspectiva newtoniana. *Revista Científica*. 13.
- Palma M. J. M. (2017) Emoción, Percepción y Acción Emoción como exploración del entorno. Tesis Doctoral. Departamento de Filosofía I Universidad de Granada.
- Peñata A. A., Camargo Z., García L. F. (2016) Implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de física y química para la educación media en la subregión de Urabá, Antioquia. Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de Ingenierías. Maestría en Ciencias Naturales Y Matemática. Medellín.
- Pérez T. J., Romero R. J (2017) Simulación computacional de esfuerzo y deformación y transferencia de calor de un secador cilindrico rotativo de la industria papelera. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca- Ecuador.
- Periago Oliver, M.C. y Bohigas Janoher, X. (2005) Persistencia de las ideas previas sobre potencial eléctrico, intensidad de corriente y ley de Ohm en los estudiantes de segundo curso de Ingeniería. *Revista electrónica de Investigación Educativa*, 7 (2).
- Psicosociales. Universidad de Cantabria. Recuperado el 10 de febrero de 2019 de: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1420/course/section/1836/tema\\_04.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1420/course/section/1836/tema_04.pdf)
- Rabago G. D. (2015) Las experiencias de cátedra y las ideas previas de los alumnos en la enseñanza de la Física. Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria. Universidad de Cantabria. Facultad de Educación. España
- Rayas P. (2002). El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales. *Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]*. Cali-Colombia.2006. Disponible en Internet: <http://revista.iered.org>. Consultado el 27 de enero de 2019.

- Ricardo V. P. (2014) Diseño y construcción de prácticas experimentales para la enseñanza del movimiento de proyectiles. Licenciatura en Física. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Romero Chacón, A. E., & Rodríguez Rodríguez, O. L. D. (2003). La formalización de los conceptos físicos. El caso de la velocidad instantánea.
- Rodríguez (2011) La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. Revista Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas. Volumen 77, julio de 2011, páginas 35–49. ISSN: 1887-1984
- Rodríguez, (2010) El perfil del docente de matemática: visión desde la triada: Matemática-cotidianidad y pedagogía integral. Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación, vol. 10, núm. 3, septiembre-diciembre, 2010, pp. 1-19. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.
- Salcedo Torres, L.E., García García, J.J. (1997). Los suelos en la enseñanza de la teoría ácido-base de Lewis. Una estrategia didáctica de aprendizaje por investigación. Enseñanza de las Ciencias, 15(1), pp. 59-71.
- Sánchez S. S. J., Prendes E. M. P. (2012) La enseñanza y el aprendizaje de la física y el trabajo colaborativo con el uso de las TIC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Vol. 11(1) (2012) 95107
- Santadreu, N., Pandiella, S., Macías, A. (2010). Actitudes hacia las ciencias y el rendimiento académico de estudiantes de nivel secundario. Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología. Volumen 2, Número 2, 47pp.
- Sierra, J. L. (2000). Informática y enseñanza de las ciencias. En Perales, F. J. y Cañal, P.
- Stake, R. (1996). The art of case study. Thousand Oaks. Ca: Sage Publications.
- Stake, R. E. (1999) Investigación con estudios de casos. Madrid, España: Morata.
- Stake, R. (2006). Multiple case study analysis. New York: The Guildford Press
- Strike, K. y Posner, G., A conceptual change view of learning and understanding. En: West, L. & Pines, L. (eds). Cognitive structure and conceptual change. Academic Press, 1985. p. 211-231



- Trespalacios M. C. (2015) Propuesta metodológica para la enseñanza del movimiento parabólico a través de la modelación y simulación de situaciones problema: Estudio de caso en el grado 10 de la Institución Educativa San Vicente de Paul del Municipio de Medellín. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Medellín, Colombia.
- Valldeoriola Roquet, J., & Rodríguez Gómez, D. (2009). Metodología de la Investigación.
- Vargas C., Roza Z. (2009) la investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Educación, vol. 33, núm. 1, 2009, pp. 155-165
- Vargas M, L. (1994) Sobre el concepto de percepción Alteridades, vol. 4, núm. 8, 1994, pp. 47-53 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México
- Yáñez Guillermo. (1986) La enseñanza de la geometría descriptiva: los modelos geométricos
- Yin R. K. (1994). Case study research Design and Methods. U.S.A. Sage.
- Zamorano R., Delloro G., Silva N. (s.f) Diagnostico en las ideas previas en física. Grupo de Enseñanza de las Ciencias - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Zapata A. A. (2014) Trabajo de grado: el desarrollo del pensamiento espacial a través del aprendizaje por descubrimiento. Universidad de Antioquia. Facultad de Educación. Licenciatura en Matemáticas y Física. Medellín.

## Anexos

### Anexo A. Formulario de cuestionario ideas previas sobre movimiento parabólico

1) ¿Qué entiendes por movimiento parabólico?

2) ¿Qué movimientos reconoces que se abordan desde la física?

3) ¿Qué movimientos reconoces cuando se produce la caída de un objeto?

4) ¿Qué variables o factores inciden en lanzamiento de un objeto?

4) ¿Qué pasa cuando cae un objeto?

5) Representa en a través de un dibujo el movimiento que tiene un objeto cuando es lanzado (ejemplo: un balón que es lanzado) Explica tu dibujo.

6) ¿Qué harías para que un objeto llegue más lejos?

7) ¿Qué harías para que un objeto llegue más alto?

Anexo B. Cuestionarios con respuesta de estudiantes

¿Qué movimientos reconoces que se producen desde la caída?

los movimientos que hace el ser humano  
frente de algún individuo

3) ¿Qué movimientos reconoces cuando se produce la caída de un objeto?

un reflejo de uno para que no se caiga

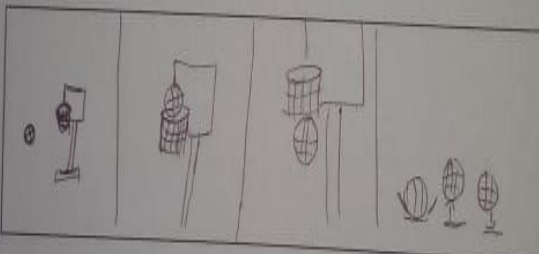
4) ¿Qué variables o factores inciden en lanzamiento de un objeto?

la velocidad, el peso y el volumen del objeto

4) ¿Qué pasa cuando cae un objeto?

cae con ruido y si es grande puede dañar  
algo

5) Representa en un dibujo el movimiento que tiene un objeto cuando es lanzado (ejemplo: un balón que es lanzado) Explica tu dibujo.



6) ¿Qué harías para que un objeto llegue más lejos?

lanzar con mucha fuerza

7) ¿Qué harías para que un objeto llegue más alto?

tirar con mucha fuerza para arriba para  
que llegue más alto

3) ¿Qué movimientos reconoces cuando se produce la caída de un objeto?

No se

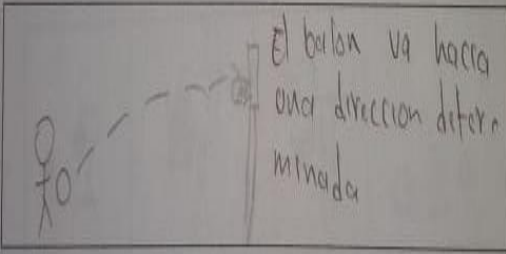
4) ¿Qué variables o factores inciden en lanzamiento de un objeto?

No lo se

4) ¿Qué pasa cuando cae un objeto?

la fuerza de gravedad lo atrae hacia el suelo

5) Representa en un dibujo el movimiento que tiene un objeto cuando es lanzado (ejemplo: un balón que es lanzado) Explica tu dibujo.



6) ¿Qué harías para que un objeto llegue más lejos?

lanzarlo con más fuerza

7) ¿Qué harías para que un objeto llegue más alto?

Tomar impulso para que el objeto se eleve  
más.

Adrián Alejandro Medina Leizaola

Formulario de Preguntas para evaluar ideas previas sobre movimiento parabólico

1) ¿Qué es movimiento parabólico?

cuando varía la velocidad o su objetivo

2) ¿Qué movimientos reconoces que se abordan desde la física?

El movimiento y reacciones químicas

3) ¿Qué movimientos reconoces cuando se produce la caída de un objeto?

la gravedad

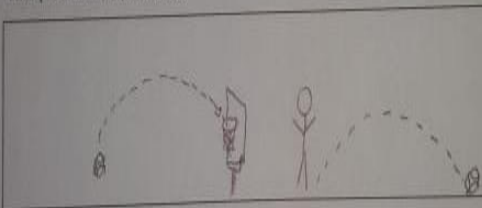
4) ¿Qué variables o factores inciden en lanzamiento de un objeto?

el inicio, la fijación del objetivo y el impacto en el objetivo, por ejemplo un misil

4) ¿Qué pasa cuando cae un objeto?

Provoca una onda con el choque

5) Representa en a través de un dibujo el movimiento que tiene un objeto cuando es lanzado (ejemplo: un balón que es lanzado) Explica tu dibujo.



6) ¿Qué harías para que un objeto llegue más lejos?

más fuerza y más velocidad

7) ¿Qué harías para que un objeto llegue más alto?

lanzarlo desde más alto

Manuel Ramírez 10B

Formulario de Preguntas para evaluar ideas previas sobre movimiento parabólico

1) ¿Qué es movimiento parabólico?

Es una curva que coge un respectivo objeto

2) ¿Qué movimientos reconoces que se abordan desde la física?

No me acuerdo

3) ¿Qué movimientos reconoces cuando se produce la caída de un objeto?

velocidad, dirección, tiempo, etc.

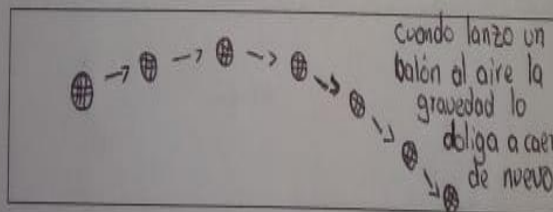
4) ¿Qué variables o factores inciden en lanzamiento de un objeto?

dirección, fuerza, etc.

4) ¿Qué pasa cuando cae un objeto?

No sé

5) Representa en a través de un dibujo el movimiento que tiene un objeto cuando es lanzado (ejemplo: un balón que es lanzado) Explica tu dibujo.



6) ¿Qué harías para que un objeto llegue más lejos?

Le aplicaría más fuerza y tendría las condiciones climáticas

7) ¿Qué harías para que un objeto llegue más alto?

Fuerza, y mirar en que parte estoy

*Anexo C. Formato de Bitácora de observación*

Actitud del grupo

Participación de los alumnos (¿Cuántos participan? ¿Cuántos no participan?)

Actividad	Observación

Tipo de participación (¿Preguntas? ¿Aportes? ¿Aclaraciones?)

Actividad	Observación

Fluidez de la clase

Actividad	Observación


Reflexiones de los estudiantes

Actividad	Observación

Deducciones de los estudiantes (¿Anticipación de los resultados?)

Actividad	Observación

Interacción entre estudiantes

Actividad	Observación


Actitud frente al uso de un simulador

Actividad	Observación

Actitud frente al desarrollo de la clase

Actividad	Observación