



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

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

Conrado Andrés Trespalacios Monsalve

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia
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**

Conrado Andrés Trespalacios Monsalve

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

Director (a):
M.Sc Tatiana Cristina Muñoz Hernández

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia
2015

Dedicatoria

*A mi hija Samara, que ha estado presente
en este largo camino, fortaleciéndome
con sus cálidos abrazos*

Agradecimientos

A los estudiantes del grupo 10° (2014) de la Institución Educativa San Vicente de Paul por participar con tanta alegría y laboriosidad de las actividades que aquí propuse.

A la profesora Tatiana Cristina Muñoz Hernández directora de este trabajo, por su paciencia, sus pertinentes observaciones, correcciones y valiosos aportes.

A la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín por ayudar a forjar en mí un nuevo docente, con más conocimiento y más herramientas de enseñanza.

A mi familia, que me motivan todos los días para salir adelante.

Resumen

Este trabajo muestra los resultados en cuanto al nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul, mediante la implementación de una propuesta metodológica de enseñanza del movimiento parabólico orientada desde una perspectiva del aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas y basada en la modelación y simulación por medio del software Modellus de situaciones problema. Para el desarrollo del trabajo se utilizó una metodología de estudio de caso en donde participan un grupo experimental y un grupo de control a los que se les aplica un test estándar del movimiento parabólico al principio y al final del proceso, y por medio del índice de Hake, se determinan los niveles de ganancia en el aprendizaje y la comprensión de las variables involucradas en el fenómeno mencionado. La propuesta se compone de tres etapas; sensibilización, experimentación y evaluación, que se desarrollan en diez intervenciones directas con los estudiantes, en las cuales se incluyen test de evaluación de conocimientos, modelaciones, simulaciones y una práctica experimental para la consolidación de los conocimientos adquiridos en el aula. Estas herramientas le brindaron a los estudiantes la posibilidad de observar, interpretar, analizar y concluir sobre dicho fenómeno observándose en los resultados del post-test que se les aplico a los grupos.

Palabras clave: Práctica pedagógica, metodología, enseñanza de la física, estudio de caso, movimiento parabólico, cinemática.

X 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

Abstract

This paperwork shows the results of the learning levels reached by the students of tenth grade of high school in the San Vicente de Paul Educational Institute, by means of the implementation of a methodological proposal of teaching parabolic movement guided from a meaningful learning perspective through the problems solution and based on the modeling and simulation of problem situation, using the software "Modellus". This software gives students tools that allow them to seek, read into, analyze and conclude about the phenomenon said before. For the development of this work is used a methodology of case study with the participation of an experimental group and a control group which are enforced by a standard test about parabolic movement at the beginning and then at the end of the process, using the Hake's index is determined the gaining levels in learning and comprehension of the variables involved in the phenomenon mentioned before. The proposal is composed by three stages; sensibilization, experimentation and evaluation; those are developed during ten direct interventions with the students in which are included knowledge tests, simulations, and one experimental practice for the consolidation of the acquired knowledge in the classroom.

Keywords: Pedagogical practice, methodology, physics teaching, case study, parabolic movement, cinematic.

Contenido

<i>Agradecimientos</i>	<i>VII</i>
<i>Resumen</i>	<i>IX</i>
<i>Contenido</i>	<i>XI</i>
<i>Lista de figuras</i>	<i>XIV</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>XV</i>
<i>Introducción</i>	<i>17</i>
1. Aspectos Preliminares	19
1.1 Tema	19
1.2 Problema de Investigación	19
1.2.1 Antecedentes.....	19
1.2.2 Formulación de la pregunta.....	25
1.2.3 Descripción del problema	25
1.3 Justificación	27
1.4 Objetivos	29
1.4.1 Objetivo General	29
1.4.2 Objetivos Específicos	29
2. Marco Referencial	31
2.1 Marco Teórico	32
2.1.1. Teoría del aprendizaje significativo.....	32
2.1.2. Resolución de Problemas.....	34
2.1.3. Modelación.....	37

XII 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

2.1.4.	Simulación.....	40
2.1.5.	Software Modellus	41
2.2	Marco Disciplinar	42
2.3	Marco Legal.....	45
2.3.1	Contexto Internacional	47
2.3.2	Contexto Nacional	47
2.3.3	Contexto Regional	48
2.3.4	Contexto Institucional.....	48
2.4	Marco Espacial	50
3.	<i>Diseño metodológico</i>	51
3.1	Tipo de Investigación: Profundización de corte monográfico.....	51
3.2	Método	52
3.3	Enfoque: Cualitativo de corte etnográfico.....	54
3.4	Instrumento de recolección de información	55
3.5	Cronograma	57
4.	<i>Trabajo Final.....</i>	58
4.1	Desarrollo y sistematización de la propuesta.....	58
4.2	Resultados	69
4.2.1	Análisis gráfico de los resultados del test	69
4.2.2	Análisis de la ganancia de aprendizaje según el factor de Hake por pregunta.....	82
4.2.3	Análisis de la ganancia de aprendizaje según el factor de Hake por objetivo	84
5.	<i>Conclusiones y recomendaciones.....</i>	88
5.1	Conclusiones	88
5.2	Recomendaciones	90

Referencias	92
A. Anexo: Test de conocimientos del movimiento parabólico	95
B. Anexo: Tutorial manipulación del software Modellus.....	100
C. Anexo: Situaciones prácticas para simular y resolver con Modellus parte 1	107
D. Anexo: Situaciones prácticas para simular y resolver con Modellus parte 2	113
E. Anexo: Taller de ejercicios prácticos	125
F. Anexo: Taller de ejercicios prácticos	128
G. Anexo: Taller de ejercicios prácticos	130
H. Anexo: Módulo de clase teórica	133
I. Anexo: Guía de laboratorio	142

XIV 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

Lista de figuras

<i>Figura 2-1 Movimiento de un cuerpo cuando sigue una trayectoria parabólica.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4-1 Fotografías actividades de intervención.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4-2 Fotografías actividades de intervención.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4-3 Fotografías actividades de intervención.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4-4 Fotografías actividades de intervención.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4-5 Fotografías actividades de intervención.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4-6 Diagrama del montaje experimental</i>	<i>67</i>
<i>Figura 4-7 Fotografías actividades de intervención.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 4-8 Porcentaje de ganancia de aprendizaje</i>	<i>84</i>

Lista de tablas

<i>Tabla 2-1 Metodología de resolución de problemas. (Oñorbe 1989)</i>	34
<i>Tabla 3-1 Planificación de actividades</i>	57
<i>Tabla 4-1 Análisis de resultados pregunta 1</i>	70
<i>Tabla 4-2 Análisis de resultados pregunta 2</i>	71
<i>Tabla 4-3 Análisis de resultados pregunta 3</i>	72
<i>Tabla 4-4 Análisis de resultados pregunta 4</i>	73
<i>Tabla 4-5 Análisis de resultados pregunta 5</i>	74
<i>Tabla 4-6 Análisis de resultados pregunta 6</i>	75
<i>Tabla 4-7 Análisis de resultados pregunta 7</i>	76
<i>Tabla 4-8 Análisis de resultados pregunta 8</i>	77
<i>Tabla 4-9 Análisis de resultados pregunta 9</i>	78
<i>Tabla 4-10 Análisis de resultados pregunta 10</i>	79
<i>Tabla 4-11 Análisis de resultados pregunta 11</i>	80
<i>Tabla 4-12 Análisis de resultados pregunta 12</i>	81
<i>Tabla 4-13 Ganancia de Hake por pregunta</i>	83
<i>Tabla 4-14 Asociación de preguntas a objetivos</i>	85
<i>Tabla 4-15 Ganancia de Hake por objetivo</i>	86

Introducción

En la enseñanza de las definiciones, principios y leyes de la cinemática, se hace necesario valorar en qué medida las ideas previas resultan ser obstáculos para el aprendizaje y además, para estos y otros enfrentar dichos desafíos en la enseñanza, se hace necesario estudiar como vincular las nuevas estrategias de enseñanza para el aprendizaje significativo en el tema. Una vez abordadas las definiciones básicas de la cinemática, la experiencia apunta a que es el movimiento parabólico uno de los temas que presenta mayores dificultades para su enseñanza y a su vez para su comprensión, ya que su análisis requiere de la superposición de dos movimientos rectilíneos y esto puede resultar caótico en la razón de un estudiante.

Se requieren entonces metodologías didácticas que indaguen sobre el escenario inicial conceptual de los estudiantes para marcar la ruta que articule las experiencias individuales con las nuevas ideas. Una de ellas es el abordaje de las situaciones problema, las cuales, vistas desde la definición dada por Mesa (1998), son un "espacio de interrogantes frente a los cuales un sujeto está convocado a responder", generando en los estudiantes la necesidad de un trabajo colaborativo, además de favorecer la transversalización con otras áreas del conocimiento, la contextualización de los espacios y la interacción entre la simbolización, conceptualización y la aplicación comprensiva de algoritmos.

También se debe considerar un factor trascendental en esta era digital, y es que la tecnología impacta y caracteriza esta nueva generación de sujetos, a tal punto que se hace necesario involucrarla en los procesos educativos. Dentro de las diferentes aplicaciones de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la enseñanza, se debe destacar la modelación y la simulación

computacional como instrumentos didácticos competentes en beneficio de la enseñanza y el aprendizaje, además, es importante destacar las diferencias que existen entre modelar y simular, y como cada una afecta la instrucción y la asimilación de las temáticas tratadas.

El presente trabajo propone una metodología de enseñanza de la cinemática y en particular del movimiento parabólico que busca aprovechar el desarrollo de las nuevas tecnologías en aplicaciones didácticas para representar, proyectar y analizar fenómenos físicos a través de la modelación y simulación de situaciones familiares para los estudiantes.

Este documento se ha organizado de la siguiente manera: primero, se presentan los aspectos preliminares que incluyen los antecedentes, la justificación y los objetivos del trabajo; segundo, un marco referencial donde se abordan conceptos teóricos sobre el aprendizaje significativo, la modelación y simulación, la resolución de problemas, además de un marco disciplinar que trata los contenidos físicos sobre los cuales se realizó la intervención; tercero, un diseño metodológico que discrimina el tipo de investigación, el método usado y el enfoque de la investigación; cuarto, la estrategia didáctica desarrollada e implementada en el grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul, además de los resultados obtenidos; quinto, las conclusiones que se desprenden del trabajo y por último las referencias del mismo.

1.Aspectos Preliminares

1.1 Tema

Es un desafío considerar las ventajas de las TIC como herramientas para la enseñanza de la cinemática y en particular para la enseñanza del movimiento parabólico por medio de procesos de modelamiento y simulación de situaciones de contexto. Es por ello que a través de la implementación de esta propuesta metodológica se pretende que los alumnos adquieran habilidades de planeación, verificación y reformulación de problemas que les permitan consolidar los conocimientos adquiridos sobre el movimiento parabólico.

1.2 Problema de Investigación

1.2.1 Antecedentes

Una gran cantidad de investigaciones se han realizado en los últimos 30 años buscando subsanar un conflicto pedagógico que se presenta en la enseñanza de las ciencias. Dentro de estas, es física una de las áreas que más motiva a realizar trabajos de análisis y posteriores propuestas de enseñanza-aprendizaje debido a sus amplios contenidos y el grado de complejidad que posee. Se encuentran investigaciones basadas en diversas teorías, modelos, metodologías y con distintas herramientas y ambientes de aprendizaje, tales como el aprendizaje

significativo, el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje basado en proyectos, el constructivismo, el uso de Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el uso de análisis gráfico, entre otros. A continuación se destacan algunos autores que han realizado valiosos aportes buscando mejorar la calidad de la enseñanza en el área.

Soto y Moreira (2005), concluyen en su trabajo acerca del aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas (ASARP), que el rendimiento académico de los estudiantes donde se imparte el conocimiento mediante esta estrategia es mayor comparada con un grupo de estudiantes que recibe una instrucción tradicional, debido a que los primeros, aplicaron y posiblemente transfirieron los contenidos vistos a situaciones nuevas, lo que indica que su aprendizaje fue significativo, además de que al ejecutar actividades en grupo mejora la actividad social dentro del aula aumentando el rendimiento por trabajo colaborativo.

También destacando el trabajo en equipo, Hernández y Yaya (2010) proponen la enseñanza de la física con enfoque constructivista y concluyen que el trabajo entre pares favorece la adquisición de conceptos porque al discutir a profundidad sobre estos, el aprendiz puede identificar si está lejos o cerca del razonamiento de la disciplina, de esta manera destacan que es un reto educativo pensar en ambientes donde se promueva el dialogo sobre la disciplina que se aprende, también concluyen que el trabajo por proyectos genera un tipo de aprendizaje más significativo y contextualizado, pero advierten que la escogencia del proyecto entorpece la profundización de la disciplina.

En relación con las nuevas tecnologías, López (2012) menciona la importancia de la modelación científica en la enseñanza de la física, también habla sobre la necesidad de que los profesores se capaciten sobre herramientas computacionales y uso de las TIC, para favorecer un aprendizaje significativo

crítico, permitiendo que los estudiantes enriquezcan sus concepciones acerca de la ciencia y la construcción de conocimiento científico.

En el caso de la resolución de problemas, existen numerosos trabajos de investigación que intentan realizar aportes a este aspecto de la educación, aún si seleccionamos solamente a los que se encuentran en el marco de la enseñanza de las ciencias, por este motivo, se hace referencia a los desarrollados únicamente en el área de la física.

Para este estudio de antecedentes se toma como referencia la clasificación que hace (Varela 1994) de la Universidad Complutense de Madrid en su investigación sobre “Resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias” donde categoriza dos aspectos importantes de investigaciones:

- Trabajos que intentan describir modelos sobre como los individuos resuelven problemas
- Trabajos que profundizan en el desarrollo de métodos de enseñanza que sean efectivos para aumentar la habilidad de los sujetos para resolver problemas.

En lo referente al primer aspecto las investigaciones coinciden con las ya clásicas del conocimiento declarativo (“conocer que”) y conocimiento procedimental (“conocer como”) y apuntan a caracterizar el conocimiento de los resolventes de problemas por comparación entre individuos expertos y novatos. Larkin & Reif (1979) sugieren que los conocimientos básicos de los expertos incluyen principios generales almacenados de forma coordinada para generar conocimientos específicos necesarios a la hora de resolver problemas particulares, es decir, los expertos tienen mejor almacenada y más organizada la información, utilizándola además de forma diferente que los novatos.

Estudios de Chi et al. (1981) muestran que los novatos tienden a fijarse en la información superficial mientras que los expertos tienden a categorizar los problemas usando la información esencial que se requiere para generar la solución. Resultados similares han sido aportados por Caillot (1985) en el área de

la electricidad donde se pidió que categorizaran circuitos simples a partir de sus diagramas de resistencias; Los novatos juzgaban, por ejemplo, que las resistencias estaban conectadas en serie si se presentaban geométricamente alineadas aunque apareciera algún nodo entre ellas, mientras que los expertos utilizaban para la clasificación, principios generales. Caillot afirma que cuando los novatos avanzan en sus habilidades como resolventes, comienzan también a categorizar los problemas utilizando principios generales aunque sus agrupaciones están todavía influenciadas por consideraciones geométricas, además de que en mecánica se observó el mismo comportamiento sobre la influencia de la colocación de los objetos.

De estas investigaciones se puede concluir que los estudiantes que parecen desarrollar la habilidad de la resolución de problemas a través de su experiencia, utilizan procedimientos mejores debido a las destrezas desarrolladas, en especial la de planificación que tiene como consecuencia un aumento en la habilidad de seleccionar la mejor aproximación a la solución del problema.

En estos trabajos se deben de tener en cuenta algunas consideraciones como: el grado de dificultad para su estudio debido al comportamiento de los individuos a la hora de resolver problemas, el concepto de experto/novato en la resolución de problemas no puede delimitarse con claridad y en cuanto a la determinación de posibles pautas didácticas útiles para la instrucción se discute la validez de estos trabajos señalando la dificultad de transferir el proceso que realiza un experto a metodologías de enseñanza para principiantes.

El segundo aspecto hace referencia a los trabajos de investigación que profundizan en el desarrollo de determinados tratamientos en relación al desarrollo de habilidades para la resolución de problemas.

Para ejemplificar este aspecto se retoma a los autores, Larkin & Reif (1979) que impartieron un curso introductorio de mecánica donde se daban instrucciones claras sobre el uso y la interpretación de las relaciones fundamentales que aparecían en el curso, y donde entrenaron cuidadosamente a los alumnos en rutinas de análisis, interpretación y uso de relaciones. Este tratamiento condujo a la obtención de un considerable éxito en la resolución de problemas de física.

Otro trabajo de gran importancia fue el realizado por Bascones & Novak (1985), en el cual se presenta un sistema alternativo al tradicionalmente realizado con estudiantes de secundaria de Venezuela, encaminado a desarrollar el tipo de habilidades comentadas. El entrenamiento estaba basado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1998) en el sentido de avanzar de los contenidos más generales e inclusivos hasta llegar a las ideas más particulares y diferenciadas, desarrollando en gran medida, las relaciones correspondientes mediante la construcción de mapas conceptuales encaminados a organizar el conocimiento conceptual de los estudiantes. Los resultados fueron ampliamente superiores a los obtenidos con el sistema tradicional, aunque se debe señalar que a la hora de realizar la correspondiente evaluación, se enfatiza en aspectos relacionados con el proceso general de resolución más que con los resultados obtenidos. Así mismo, Reif (1981) y Linn (1987) advierten sobre el hecho de que una buena comprensión de los principios teóricos no conducen sin más a una buena resolución si no que, por el contrario, los estudiantes tienen que aprender a seleccionar las estrategias más apropiadas.

Eylon & Helfman (1988) citados por Eylon & Linn (1988), investigaron el rol que jugaban los procedimientos generales, ejemplos, principios y fórmulas en el comportamiento de un grupo de estudiantes de bachillerato (High school) cuando estudiaban el tema de estática de fluidos. Inicialmente se les enseñó los principios y fórmulas correspondientes entregando a continuación a grupos

diferentes: un ejemplo, dos ejemplos, un procedimiento general de resolver un problema, un procedimiento general y un ejemplo y una tarea irrelevante. Los estudiantes, separados en tres grupos según su habilidad, realizaron un test para evaluar sus conocimientos sobre estática de fluidos. Los autores concluyeron que los estudiantes fracasan en la resolución de problemas cuando solo reciben principios y fórmulas, incluso los más capaces necesitan información acerca de los procesos sobre la resolución.

Otro resultado interesante muestra que los estudiantes de mayor nivel, aprovechan la instrucción que incluye procedimientos generales mientras que los de habilidad media, necesitan procedimientos y ejemplos, los de nivel más bajo no son capaces de utilizar procedimientos generales y en su lugar requieren varios ejemplos. En síntesis, los autores afirman que la forma de instrucción es extremadamente importante para conseguir que los estudiantes aprendan a resolver problemas y esta instrucción tiene que tener en cuenta las diferencias individuales que aparecen en clase.

Siguiendo la misma línea, diversos investigadores han señalado la necesidad de entrenar a los estudiantes de forma detallada en los diferentes procedimientos que tienen que realizar, ya que no tienen usualmente la habilidad para unir la idea general de lo que hay que hacer con los procedimientos concretos que tienen que construir. Reif & Heller (1982) ya mencionados en estos mismos antecedentes de investigaciones desarrollaron un programa muy detallado para resolver problemas de mecánica donde se incluían por ejemplo, procedimientos específicos para construir descripciones cualitativas de un sistema. Wright & Williams (1986) han desarrollado también un modelo sobre estrategias para aumentar la efectividad de la resolución de problemas en un curso introductorio de física. En los cuales y coincidiendo con los anteriores destacaron el trabajo preliminar de la descripción del problema, insistiendo también en la fase de evaluación de la solución del

mismo. Como conclusión de las investigaciones señaladas podemos extraer la importancia de la enseñanza de procedimientos específicos para resolver problemas, dada la dificultad de los estudiantes para desarrollarlos por sí mismos.

1.2.2 Formulación de la pregunta

¿Se pueden alcanzar niveles óptimos de ganancia de aprendizaje sobre el movimiento parabólico y la resolución de problemas relacionados, en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul, a través de intervenciones que promuevan el aprendizaje significativo por medio de la modelación, la utilización de software de simulación y la experimentación?

1.2.3 Descripción del problema

La Institución Educativa San Vicente de Paul, es una institución de carácter oficial, ubicada en el barrio Córdoba en la comuna 7 de Medellín, atiende una población de 1400 estudiantes de educación preescolar, básica primaria, básica secundaria y media a través de un grupo de 55 docentes, un rector y tres coordinadores.

En la Institución se cuenta con cuatro grupos del grado décimo con 40 estudiantes por grupo, en ellos, se ofrece una intensidad horaria semanal de 4 horas de ciencias naturales, de las cuales 2 son de química y 2 de física. La enseñanza de esta área del conocimiento en el plantel educativo se ha caracterizado por ser tradicionalista, únicamente basada en la transmisión teórica de conceptos y principios que la rigen. Las dos horas semanales no son suficientes para abordar los extensos contenidos de física, sumado a que se evidencia durante las clases que muchos estudiantes presentan vacíos en cuanto

al pensamiento matemático para la resolución de problemas y poca motivación por su desarrollo académico. Lo anterior concluye en que para los estudiantes, física sea una asignatura que se considera de alta dificultad y por lo tanto es la de mayor índice de pérdida dentro de la institución.

En los últimos años se han evidenciado muestras de mejoramiento en cuanto al aprendizaje de temas previos al movimiento parabólico, debido a la ejecución por parte del docente de diferentes alternativas de enseñanza. Aunque los resultados no son suficientes para lograr en la mayoría de los estudiantes habilidades para la comprensión, interpretación y posterior solución de ejercicios de aplicación, se debe reconocer que se logra en cierto porcentaje de ellos, ganancias en cuanto a la apropiación de los conceptos de algunos tipos de movimientos y de algunas variables como el de la velocidad. Pero enseñar el movimiento parabólico ha representado un desafío en el plantel, y para los docentes encargados del área, no solo por las mencionadas dificultades como la poca intensidad horaria y el desarrollo de la aptitud matemática de los estudiantes, sino porque en esta temática, convergen los temas que se ven previamente en esta asignatura, además de los que se requieren de otras áreas como la geometría, el álgebra y la trigonometría.

Los anteriores aspectos conducen a que muchos estudiantes pasen por este nivel educativo solamente adquiriendo un conocimiento conceptual y de poco significado, puesto que si esos conceptos no son aplicados a experiencias prácticas y a la resolución de problemas de aplicación, estos pueden resultar poco significativos y ser fácilmente olvidados. Por lo anterior, este trabajo tiene el siguiente interrogante: ¿Se pueden alcanzar niveles óptimos de ganancia de aprendizaje sobre el movimiento parabólico y la resolución de problemas relacionados, en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul, a través de intervenciones que promuevan el aprendizaje

significativo por medio de la modelación, la utilización de software de simulación y la experimentación?

Mediante el proceso de búsqueda de propuestas relacionadas con el tema desarrollado en los antecedentes, se pudo establecer que si bien existen trabajos e investigaciones enfocados a cómo enseñar la física y en particular como se deberían abordar los contenidos de la cinemática, en muy pocas se hace énfasis en el movimiento parabólico y en esas pocas existen menos trabajos donde se realice una propuesta para enseñar este tema en la educación secundaria.

Puesto que dichos antecedentes no han resuelto el problema planteado, se espera mediante este trabajo, demostrar que la propuesta aquí presentada puede lograr ganancias significativas en el aprendizaje del movimiento parabólico.

1.3 Justificación

En el corto periodo como docente de física, he podido identificar que una de las principales falencias que presentan los estudiantes de la Institución Educativa San Vicente de Paul consiste en la resolución de problemas. Se puede observar que los alumnos en esta asignatura tienen enormes dificultades en el aprendizaje de la misma, tanto en sus aspectos conceptuales como en lo que caracteriza a la ciencia desde un punto de vista metodológico: La resolución de problemas.

Estoy convencido de que un estudiante de la institución que pueda abordar un problema y darle solución, no solo se vería motivado para continuar estudiando la asignatura, sino también que le facilitaría la comprensión e interpretación de los conceptos que el mismo problema involucre.

Desde el primer momento de la detección de estas dificultades, todos mis esfuerzos y en general mi trabajo se ha enfocado en buscar caminos para resolverlas. Mi preocupación como profesional se incrementa al observar el rechazo de los alumnos a disciplinas que tienen un considerable grado de

dificultad, y particularmente la física en el grado décimo y once debido al nivel de abstracción en que se mueve, al grado de sistematización del que está dotado y al lenguaje altamente formalizado en que se expresa. Estas tres características del área, son completamente nuevas para la mayoría de los estudiantes al llegar a la educación media.

Las actividades para la comprensión del movimiento parabólico y posteriormente, la resolución de problemas relacionados que esta investigación plantea pueden contribuir a que los alumnos de la Institución Educativa San Vicente de Paul a que traspasen los límites de la escuela y afronten por sí mismos situaciones similares a las que se enfrentarían en un mundo real. Por este motivo, las situaciones aquí propuestas son relevantes para ellos, desde el punto de vista social y tecnológico, así tienen la ocasión de familiarizarse con el modo en que trabajan “los científicos” haciéndose conscientes de que el objetivo de la ciencia es precisamente resolver los problemas que el hombre se ha ido planteando a lo largo de su historia.

La comprensión de los conceptos del movimiento parabólico y la resolución de situaciones problema, implica que se realice un procedimiento activo de aprendizaje donde los estudiantes se constituyen en el personaje principal, esto puede resultar en una tarea altamente motivadora y eficaz a la hora de ampliar o modificar las concepciones que el alumno tiene en un campo determinado. Este tipo de actividades favorece en los estudiantes actitudes científicas como la curiosidad, la perseverancia, el trabajo en equipo, entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, se identificaron algunas ideas previas de los estudiantes, y estas orientaron los procesos de aprendizaje que derivan en la siguiente propuesta metodológica de enseñanza, bajo la perspectiva del aprendizaje significativo y enfocado a mejorar los niveles de aprendizaje del movimiento parabólico y la resolución de problemas del tema.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar el impacto en los niveles de aprendizaje que alcanzan los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul con la implementación de una propuesta metodológica de enseñanza del movimiento parabólico mediante la modelación y simulación de situaciones problema.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar mediante la aplicación de un pre-test el estado de habilidades procedimentales y conceptos previos del movimiento parabólico que poseen los estudiantes al ingresar al grado décimo.
- Recopilar y/o desarrollar material didáctico que sea potencialmente significativo para los estudiantes y que permita la comprensión del movimiento parabólico y de situaciones problema, que orienten el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Aplicar el material didáctico mediante metodologías de modelación y simulación que faciliten la interpretación de las situaciones problema y favorezcan el análisis de otros contenidos relacionados.
- Establecer el estado de habilidades procedimentales y conceptuales que poseen los estudiantes sobre el movimiento parabólico mediante la aplicación para la resolución de problemas y una práctica experimental después de la intervención.

30 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

- Estimar la ganancia de aprendizaje de los conceptos del movimiento parabólico en los estudiantes mediante la aplicación de un pos-test y la posterior evaluación de resultados con el uso del factor de Hake, además, evidenciar cualitativamente el nivel de adquisición de la habilidad para resolver situaciones problemas referidos a este tema.

2.Marco Referencial

Al mismo ritmo en que se desarrolla una sociedad se desarrollan sus necesidades educativas, es fundamental replantear los objetivos de la educación actual y con ellos, los procesos de enseñanza que se implementan en las instituciones públicas, en este sentido, usar métodos pedagógicos tradicionales no satisface, ni motiva (en la mayoría de los casos) a los estudiantes.

El uso de la tecnología vinculado al objetivo de formar un pensamiento crítico, lleva a la educación a crear diversas estrategias que beneficien los procesos de aprendizaje. Es así como nace la necesidad de desarrollar nuevos enfoques que ayuden a superar las dificultades de la enseñanza y promuevan la transformación y el uso del conocimiento.

Surgen entonces nuevas teorías que conciben al aprendiz desde una perspectiva mucho más dinámica dentro de su proceso de aprendizaje. Estas teorías no se desarrollan desde cero, sino que se fundamentan en filosofías que ya han sido estudiadas y que permiten ser reelaboradas para una mejor adaptación a la sociedad actual.

2.1 Marco Teórico

2.1.1. Teoría del aprendizaje significativo

Esta teoría fue desarrollada por el estadounidense David Paul Ausubel y explica los procesos mentales que se llevan a cabo cuando un individuo adquiere un nuevo conocimiento, en este proceso se relaciona una nueva idea o información con la estructura cognitiva del aprendiz de forma no arbitraria y sustantivada (no literal). Esa interacción se realiza con los aspectos relevantes presentes en la estructura cognitiva, los cuales reciben el nombre de “subsumidores”, estos subsumidores sirven como anclaje y garantizan la comprensión de nuevos contenidos, se debe considerar que los subsumidores no son invariantes, sino que se transforman también en el proceso de aprendizaje, estos dotan de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo, dando como resultado materiales cognitivos progresivamente más diferenciados, elaborados y estables. (Rodríguez, 2004).

Para que ocurra el aprendizaje significativo, se debe presentar al aprendiz un material de enseñanza que sea coherente, de significado lógico y relacionable con ideas previas relevantes para el estudiante, es decir, con los subsumidores específicos. Cuando no estén presentes los subsumidores necesarios para la asimilación, Ausubel propone el uso de materiales introductorios de enseñanza conocidos como organizadores previos, estos materiales son de diversa naturaleza por su carácter general, pero se debe aclarar que no son resúmenes, ni exponen directamente los contenidos a enseñar, sino que son una forma de presentar elementos relacionados y necesarios para los nuevos contenidos, estos

contenidos pueden ser: expositivos, si el contenido a enseñar es poco familiar para el alumno, o comparativos, si los contenidos son familiares para él.

Dos condiciones fundamentales para este tipo de aprendizaje son la de que el estudiante tenga una actitud potencialmente significativa de aprendizaje, es decir, que tenga predisposición para aprender de manera significativa, y la presentación de un material potencialmente significativo. Considerando el objeto aprendido, el aprendizaje significativo puede ser representacional, en el que el sujeto logra relacionar los significantes (signos físicos) con los significados (contenidos) a los que estos representan, de conceptos, en los que el sujeto realiza una abstracción de atributos de los objetos de modo que puede categorizarlos porque cumplen unas propiedades comunes reconocidas por una cultura, y proposicional, en donde el sujeto relaciona signos, símbolos y conceptos asimilados previamente para crear ideas, enunciados y juicios.

Durante el aprendizaje significativo, Ausubel (1998) plantea que se desarrollan procesos dinámicos denominados diferenciación progresiva y reconciliación integradora, el primero ocurre cuando en el proceso de asimilación de nueva información, los conceptos previos existentes en la estructura cognitiva se modifican adquiriendo nuevos significados, este hecho reproduciéndose sucesivamente da lugar a una elaboración jerárquica de los conceptos ocurriendo así una diferenciación progresiva, la segunda se da cuando en el curso de asimilación de un nuevo aprendizaje las ideas ya establecidas en la estructura cognitiva son reconocidas y relacionadas posibilitando una nueva organización y atribución de un nuevo significado.

Estos conceptos pueden ser aprovechados en la labor educativa, por ejemplo, la diferenciación progresiva invita al docente orientador a presentar inicialmente los conceptos o ideas más generales e inclusivas del contenido y progresivamente abarcar conceptos más específicos diferenciándolos en términos de detalle y especificidad. La reconciliación integradora propone que la instrucción debe explorar relaciones entre conceptos y proposiciones, llamar la atención haciendo

semejanzas y diferencias relevantes y reconciliar discrepancias reales o aparentes.

2.1.2. Resolución de Problemas

La mayoría de los profesores dedican un alto porcentaje de tiempo y esfuerzo en el aula en explicar conceptos y resolver problemas de lápiz y papel, generalmente este método consiste en que el profesor resuelva los problemas en el tablero, presentando este método como “modelo de resolución”. Pocos alumnos llegan a identificar el modelo, asumiéndolo como un algoritmo de resolución que intentaran aplicarlo cuando identifiquen el problema como del “mismo tipo” que el realizado por el profesor. Este proceso es descrito por Oñorbe (1989) mediante el siguiente esquema:

Tabla 2-1 Metodología de resolución de problemas. (Oñorbe 1989)

PROFESOR	ALUMNO
Presenta un ejercicio (conoce perfectamente la estrategia de resolución) ↓	Se encuentra un problema (desconoce la estrategia de resolución) ↓
Presenta un método, modelo para resolverlo ↓	Comprende/memoriza el algoritmo correspondiente ↓
Presenta nuevos ejercicios (con algunas variaciones sobre el inicial) ↓	Reconoce el problema (lo transforma en ejercicio) ↓
Controla resultados y evalúa	Se entrena en el algoritmo y es evaluado

Se observa que objetivo principal del profesor es ofrecer técnicas con las cuales resolver todos los tipos de problemas posibles para que, llegado el caso, no tenga que enfrentarse a ningún problema cuyo algoritmo de resolución desconozca. El “problema” surge cuando aparecen nuevos tipos de problemas a los que el alumno no es capaz de transferir los algoritmos aprendidos y frente a los cuales se siente desarmado y como consecuencia normalmente abandona (Gilbert 1980).

Numerosos profesores-investigadores han sido conscientes del “problema de los problemas”, estudiando el alto índice de fracaso que se produce cuando los estudiantes tienen que realizar este tipo de tareas (Gilbert, 1980; Selveratnam, 1983; Gil, 1988; Kramers-Pal & Pilot, 1988; Oñorbe, 1993). Como consecuencia de estos datos, se han realizado diferentes propuestas encaminadas a implementar cambios metodológicos a fin de mejorar la instrucción en este campo, admitiendo los autores sobre la necesidad de entrenar a los alumnos si se quiere que alcancen un determinado nivel de eficacia para resolver problemas de física.

Selveratnam (1983) propone un modelo de resolución de problemas que se enfoca en la obtención de una información nueva a partir de unos datos. Para conseguir este propósito hace falta seleccionar leyes y principios almacenados en la memoria (conocimiento conceptual) junto con la utilización de la estrategia adecuada (conocimiento del proceso). El autor llama la atención sobre la dificultad de almacenar la información en la memoria, recomendando recurrir al procedimiento de memorizar sentencias o ecuaciones y en este último caso insiste en que se haga únicamente con las ecuaciones fundamentales.

Selveratnam & Frazer (1982) en su libro “Problemsolving in chemistry” un clásico en este campo, hicieron una propuesta para enseñar a resolver problemas. Una versión más elaborada de este modelo fue presentado posteriormente componiéndose de las siguientes fases (Selveratnam 1990):

- 1) Manejo de datos.

- Identificar la información dada en el enunciado así como las condiciones límite.
 - Dar un símbolo explícito a cada una de las variables identificadas en el punto anterior.
- 2) Organizar de forma sistemática toda la información mediante los símbolos adjudicados, a fin de obtener una visión coordinada de todo el problema (graficas, tablas).
- 3) ¿Cómo empezar?
- Identificar la cantidad física que tiene que ser calculada y escribir la ecuación que la define. Seleccionar otras ecuaciones que puedan estar relacionadas con lo que buscamos.
 - Suprimir las ecuaciones que sean inapropiadas de acuerdo con las condiciones declaradas o implícitas del problema.
 - Seleccionar, para comenzar, la ecuación que relacione con el mayor número de los datos suministrados.
- 4) ¿Cómo proseguir?
- Reordenar la ecuación dejando en el lado izquierdo, únicamente la magnitud buscada.
 - Identificar las constantes físicas y buscarlas en las tablas.
 - Reemplazar las variables desconocidas que aparecen en la ecuación por las apropiadas.

En caso de no obtener la ecuación deseada

- Usar otras ecuaciones como punto de partida.
- Usar otras ecuaciones para reemplazar las variables desconocidas.
- Hacer algunas suposiciones que simplifiquen el problema.

El autor recomienda entrenar a los alumnos en lo que él denomina “*mapa direccional de la solución del problema*”, que consiste en una representación gráfica de la solución global del problema.

Debemos considerar que estas teorías han sido ampliamente criticadas, y lo que se busca es no caer en sus mismas dificultades, y por el contrario adecuarlas a un método más apropiado para el momento y el espacio de su ejecución. Las críticas se pueden sintetizar así:

- Los métodos propuestos inciden excesivamente en el adiestramiento de los estudiantes en técnicas rutinarias que no favorecen su desarrollo cognitivo.
- El tomar los datos como punto de partida favorece un tratamiento operativista que impide un análisis reflexivo sobre el problema planteado.
- En los modelos desarrollados subyace una visión empirista de la metodología científica que considera los datos como punto de partida y la solución del problema como puente entre datos e incógnita.

2.1.3. Modelación

Modelar es un concepto básico de la investigación, especialmente en las conocidas como ciencias físicas. De hecho, “el informe Tuning” que es un estudio de las competencias para la formación de pregrado y postgrado en ciencias físicas realizado por 14 universidades en 13 países de Europa (Informe Bolonia,

2002), declara que la resolución de problemas y la creación de modelos conforman el eje central de las competencias a desarrollar en los títulos de física. Este informe ha servido para reformular planes de estudio en diferentes países de nuestro continente. Agrega este estudio que la creación de modelos y la resolución de problemas están estrechamente relacionados a la capacidad de hacer referencia a los principios básicos de las teorías y experimentos físicos, y a la capacidad de usar las matemáticas de una manera correspondida con el mundo real.

Existen distintas definiciones sobre modelo y modelamiento, una de ellas resumida es: Descripción de un sistema para ayudar a hacer cálculos y predicciones (Oxford Dict., 1996). También encontramos en el portal de Eduteka (Portal Eduteka, 2003) definiciones tales como:

- Modelos: Cuerpos coherentes de ideas que pretenden describir procesos o comportamientos observados en el mundo de los fenómenos físicos.
- Modelamiento: Elaboración de representaciones de las ideas de un modelo.
- Modelamiento matemático: Construcción de una representación de conceptos y procesos de un modelo en el lenguaje matemático. Es una etapa básica del proceso de simulación.

El autor del software Modellus, Teodoro (1998) afirma que “las ciencias físicas son las ciencias de la construcción de modelos acerca del mundo físico. Los modelos basados en funciones, ecuaciones diferenciales y ecuaciones de diferencias pueden describir muchos patrones del mundo físico. En los entornos tradicionales de aprendizaje, estos tipos de modelos son difíciles de dominar por muchos estudiantes. Estas dificultades pueden ser arraigadas en el hecho que muchos estudiantes no tienen herramientas con las cuales puedan explorar

objetos formales como «objetos-para-pensar-con», como objetos-a-experimentar con». Experimentar con objetos conceptuales es un nuevo tipo de experimentación denominado experimento conceptual, el cual se puede lograr con herramientas computacionales, basadas en interfaces gráficas.”

La modelación computacional se ha convertido en una herramienta de gran importancia para la enseñanza de las ciencias, debido que permite estudiar un fenómeno desde distintos puntos de vista e incluso de modo más directo que la experimentación convencional realizada en los laboratorios de las instituciones, por lo que es un valioso complemento para las actividades experimentales. La modelación también permite que el estudiante pueda construir una idea, una representación, una imagen o un modelo mental a partir de imágenes externas obtenidas de una modelación y las cuales son importantes para la comprensión e interpretación del mundo físico (López, 2012).

Debido a que la modelación computacional es en ocasiones confundida con la simulación computacional, es importante establecer diferencias entre estos dos conceptos. Araujo, Veit & Moreira (2007) afirman que “estos dos tipos de actividades se distinguen por el acceso que el alumno tiene al modelo matemático o icónico subyacente a la implementación de la actividad”. Es decir, en una simulación computacional los estudiantes de forma limitada pueden insertar valores iniciales para las variables ya establecidas, pero no tienen autonomía para modificar la estructura de la simulación, debido a que el modelo matemático ya está configurado. Por lo que la interacción del estudiante con la simulación es de carácter netamente de exploración. Mientras que en la modelación computacional el estudiante tiene acceso a la estructura del modelo, a través del modelo matemático, pudiendo construir y reconstruir el modelo conforme lo desee. Por lo tanto, la modelación se refiere al proceso de análisis e interpretación que pueden ser implementados en el computador de modelos conceptuales físicos.

2.1.4. Simulación

La simulación se define como “la operación de la representación de un modelo, en el sentido de una experimentación orientada a formular predicciones y extraer conclusiones sobre el fenómeno representado” (Eduteka, 2003). Las simulaciones aportan una representación virtual de un fenómeno real, al ser interactiva los estudiantes tienen la posibilidad de experimentar, tantear, comprobar y descubrir el comportamiento de un fenómeno bajo ciertas características, que lo afecta y las consecuencias que puede tener sobre otros fenómenos. Una herramienta de simulación estimula al estudiante a que se pregunte sobre el fenómeno y lo invita a que manipule el modelo de la realidad y logre la comprensión de los efectos de su manipulación mediante un proceso de tanteo y error.

La simulación es una de las formas más fáciles y efectivas de vincular las nuevas tecnologías con el currículo de las instituciones, se encuentran disponibles en la red para propósitos educativos y la mayoría de manera gratuita. Existen dos tipos de simulaciones, las que son interactivas permiten al aprendiz modificar los parámetros y observar en el monitor el efecto producido por dicho cambio, y hay otras que le permiten al docente configurar el entorno y programarlas para que aparezcan distintos elementos y diferentes tipos de interacción. Una de las cualidades que poseen las simulaciones es “el alto grado de motivación que despierta en los estudiantes y poder llegar a resultados a través de procesos de descubrimiento y exploración, orientado por el docente. Este proceso permite descubrir conceptos matemáticos y físicos, e ir construyendo un puente entre las ideas intuitivas y los conceptos formales (Pérez, 2003)”

2.1.5. Software Modellus

En la actualidad se encuentran en el mercado una extensa lista de posibilidades computacionales para la enseñanza, un obstáculo a vencer es que el docente debe aprender a utilizarlas al mismo tiempo que enseñar con ellas para transmitir de la mejor manera posible los conceptos requeridos, por lo tanto es indispensable que el educador conozca los alcances y los límites que tiene la herramienta a usar en el aula. Entre los diferentes software de simulación se encuentra Modellus, el cual es una herramienta de modelamiento y simulación para usos en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, desarrollado por los Doctores Vítor Duarte Teodoro, Joao Paulo Duque Vieira Y Felipe Costa Clérigo en 1996 editaron la versión Modellus 1.11 que fue distribuida por la facultad de ciencias y tecnología de la Universidad de Nova de Lisboa.

Modellus se destaca sobre los demás software estudiados, por permitir a los docentes y alumnos construir modelos matemáticos y explorarlos mediante animaciones, gráficos y tablas. A través de expresiones algebraicas, ecuaciones diferenciales y ecuaciones iterativas, los usuarios del software pueden experimentar visual e interactivamente con modelos y animaciones que permiten la comprensión de los fenómenos y sus distintas representaciones. Se advierte que Modellus puede integrarse en cualquier curso elemental de Física, o en cualquier curso avanzado que haga uso de sus funciones y por este motivo se seleccionó para la implementación de la propuesta.

2.2 Marco Disciplinar

2.2.1. Concepto del movimiento parabólico

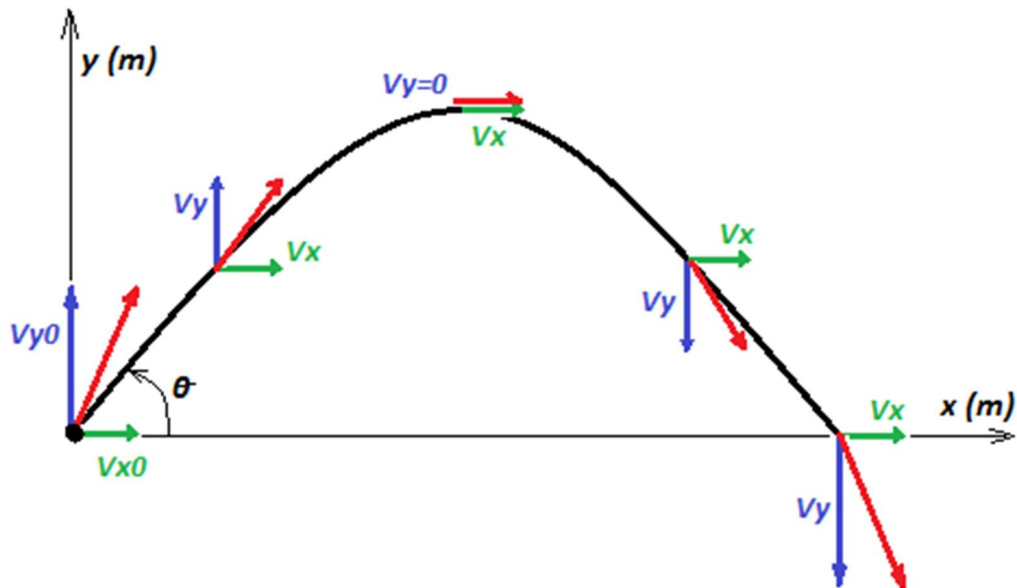
Cuando un objeto está sometido a una aceleración constante, como la aceleración de la gravedad terrestre y se le imprime cierta velocidad que no tenga la misma dirección de la aceleración, es decir, para el caso del planeta que el cuerpo no se lance verticalmente hacia arriba o verticalmente hacia abajo, entonces este describe una trayectoria parabólica. En la obra *Dialogo sobre los sistemas del mundo* (1633), Galileo expone que el movimiento de un proyectil puede considerarse el resultado de componer dos movimientos simultáneos e independientes entre sí: uno, horizontal y uniforme y otro, vertical y uniformemente acelerado. Con base a esta descripción hecha por Galileo el estudio de este movimiento ha ido evolucionando desde entonces.

Se denomina movimiento parabólico al realizado por un cuerpo cuya trayectoria describe una parábola, la cual coincide con la trayectoria ideal de un proyectil que se mueve en un medio que no ofrece resistencia al avance y que está sujeto a un campo gravitatorio uniforme, por lo tanto, este movimiento también es conocido como tiro parabólico o movimiento de proyectiles.

2.2.2. Ecuaciones del movimiento parabólico

La siguiente grafica describe el movimiento de un cuerpo cuando es lanzado con cierta velocidad inicial (V_0) formando un ángulo (θ) medido en sentido contrario a las manecillas del reloj respecto al eje horizontal, también muestra las componentes vectoriales horizontal (flecha verde) y vertical (flecha morada) de la velocidad en distintos puntos de la trayectoria.

Figura 2-1 Movimiento de un cuerpo cuando sigue una trayectoria parabólica



Las componentes horizontal y vertical de la velocidad son V_x y V_y respectivamente. En cualquier punto la magnitud de la velocidad se puede obtener como: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

La componente horizontal de la velocidad inicial es $V_{0x} = V_0 \cdot \cos \theta$ (ver figura 2-1). Al ser la componente horizontal uniforme, entonces esta velocidad será

constante durante todo el movimiento, bajo las condiciones planteadas y tomando el ángulo θ como ángulo director.

La componente vertical de la velocidad inicial es $V_{0y} = V_0 \cdot \sin \theta$. Esta velocidad se ve afectada por la aceleración de la gravedad tal como se comporta en un movimiento de “caída libre” y por lo tanto no es constante durante el movimiento.

Debido a que los movimientos se pueden estudiar por separado, el Movimiento Uniforme en dirección del eje x y el Movimiento Uniformemente Acelerado en dirección del eje y, entonces se puede usar las mismas ecuaciones, así:

Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U)

$$\Rightarrow x = x_0 + v_x \cdot t$$

Movimiento Uniformemente Acelerado (M.U.A)

$$\begin{aligned} \Rightarrow y &= y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2} \\ \Rightarrow v_y &= v_{0y} - a \cdot t \\ \Rightarrow v_y^2 - v_{0y}^2 &= -2 \cdot a \cdot (y - y_0) \end{aligned}$$

Para el caso de la tierra, la aceleración a la que está sometido el cuerpo es constante e igual g . Los signos de las ecuaciones presentadas anteriormente, corresponden al sistema coordenado mostrado en la figura 2-1, teniendo en cuenta que la aceleración de la gravedad es siempre vertical y hacia abajo.

2.3 Marco Legal

En esta nueva sociedad del conocimiento, se distingue la educación como la causa principal del progreso y de los avances tecnológicos, enfocados estos en una meta común que es el mejoramiento de la calidad de vida y aprendizaje sobre nuestro entorno. Esta educación debe apuntar a hacer realidad las posibilidades de cada individuo, ya sean intelectuales, espirituales, éticas, entre otras; para que garanticen su desarrollo y el progreso de su condición humana, y que además tenga la capacidad de convivir con sus semejantes y de establecer una relación sostenible con el mundo. Es por ello que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) entrega a los educadores y a las comunidades educativas del país una serie de lineamientos curriculares en cumplimiento del artículo 78 de la ley 115 de 1994.

Los lineamientos constituyen puntos de apoyo y de orientación general frente al postulado de la ley que nos invita a entender “el currículo como un conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local” (artículo 76).

Resulta riesgoso dar una definición concisa sobre las ciencias naturales. Según el MEN, “ellas son cuerpos de conocimientos que se ocupan de los procesos que tienen lugar en el mundo de la vida” y estos procesos estudiados por las ciencias naturales pueden dividirse en tres categorías: Procesos biológicos, procesos químicos y procesos físicos. Estos no se dan de manera aislada sino que interactúan entre sí, dando origen a otros procesos un poco más específicos como la fisicoquímica, la bioquímica, la geología, entre otras.

El marco general del área de ciencias naturales debe de aclarar a los agentes que participan en el proceso educativo que el conocimiento que trae el educando a la escuela es el de su propia visión acerca del mundo y debido a esto, el área debe ofrecer una propuesta renovada y ampliada con lineamientos curriculares claros y metas o propósitos pertinentes para nuestro contexto. La formación en ciencias naturales debe orientarse a la apropiación de unos conceptos que se aproximan de manera explicativa a los procesos de la naturaleza, también debe ser dirigida a la manera de proceder en su estudio por métodos de observación, descripción y sistematicidad de las acciones y argumentación clara de los fenómenos.

Según el MEN, “una de las metas fundamentales de la formación en ciencias es procurar que los estudiantes se aproximen progresivamente al conocimiento científico, tomando como punto de partida su conocimiento natural del mundo”. Esto nos invita a crear unas metodologías de enseñanza y en nuestro caso particular, del movimiento parabólico, en las que interactúen las leyes físicas desarrolladas con la percepción de cada uno de los aprendices en relación al tema propuesto.

El ministerio invita a tener como propósito más alto de la educación el de “preparar a las personas para llevar vidas responsables cuyas actuaciones estén a favor de sí mismos y de la sociedad en su conjunto”. La educación en ciencias desempeña entonces un papel importante al aportar a la formación de seres humanos autónomos, solidarios, y capaces de actuar de manera responsable y propositiva en los diferentes contextos en los que se encuentra.

2.3.1 Contexto Internacional

Teniendo en cuenta los propósitos que tienen planteados las organizaciones mundiales acerca de la educación, tomó como referencia el documento de la UNESCO titulado “Posiciones sobre la educación después de 2015”, donde se plantean objetivos que principalmente apunten a garantizar la equidad, tales como: “Lograr para todos por igual una educación de calidad y un aprendizaje durante toda la vida para 2030”, en el cual el documento presta especial atención al aprendizaje, y hace alusión a que todas las personas tienen derecho a una educación pertinente y de calidad, además enfatizar en la necesidad de trabajar por el desarrollo y el mejoramiento de los contenidos, entornos y metodologías de enseñanza-aprendizaje para el fortalecimiento de capacidades de asimilación, innovación y creatividad de los jóvenes.

En el mismo documento la UNESCO sugiere a las naciones “ofrecer posibilidades flexibles de aprendizaje permanente en todos los ámbitos de la vida por medios formales, no formales e informales, lo que comprende el aprovechamiento del potencial de las TIC para crear una cultura de aprendizaje“. Mediante este trabajo se pretende invitar a conjugar las clases magistrales, las actividades experimentales y el uso de las TIC en un mismo propósito de enseñanza.

2.3.2 Contexto Nacional

De acuerdo con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior –ICFES- 2007, en su documento “Fundamentación conceptual: Área de Ciencias Naturales” y teniendo como base la Ley General de Educación, plantea que “los lineamientos del Área de Ciencias Naturales son precisamente, ofrecer a los estudiantes colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos, y su relación con los procesos culturales”. En este sentido

la educación en ciencias “debe formar para el dominio del lenguaje de la ciencia” y también debe formar “para la adaptación del ser humano a las situaciones cambiantes del mundo moderno”, lo que conlleva a que la enseñanza debe ser cercana a un grupo de significados muy ligados a una realidad cercana, para alcanzar niveles altos de abstracción y generalización. El ICFES 2007 propone entonces que en términos generales la formación en ciencias en el aula debe apuntar hacia los contenidos, los procesos o formas de aproximarse al conocimiento y la aplicación de los conocimientos al contexto social.

2.3.3 Contexto Regional

En la región se ha venido realizando un esfuerzo significativo para el fortalecimiento de los procesos educativos, lo cual se evidencia en el plan de desarrollo departamental que comprende este periodo, bajo el nombre de “Antioquia la más educada” en donde se busca articular las fortalezas de los estudiantes de la región con las actividades productivas por medio de la ciencia y tecnología para llevar acabo su desarrollo, impulsando proyectos de innovación y emprendimiento que requieren de una educación de calidad.

2.3.4 Contexto Institucional

La Institución Educativa San Vicente de Paul enmarca su horizonte fundamentado en su misión y visión.

Misión.

La Institución fundamenta la formación integral en valores personales y sociales, en el desarrollo del conocimiento científico y técnico, en la apertura hacia el entendimiento del mundo globalizado y los códigos que los avances tecnológicos establecen en la sociedad moderna. Todo esto inscrito en las dimensiones del ser, el sentir, el pensar y el hacer para la construcción de un proyecto de vida eficiente, eficaz y con calidad para el desempeño personal social, profesional y laboral.

Visión.

Nos proyectamos como la institución que presta servicios educativos de calidad, en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media académica, a partir de modelos pedagógicos innovadores, basados en principios como: La investigación, participación, pluralidad, autonomía y responsabilidad; siendo reconocidos a nivel regional y nacional por la calidad humana, social y laboral de nuestros egresados.

El trabajo busca aportar al desarrollo de la misión y visión de la institución en la medida que los estudiantes están abordando una temática de conocimiento científico apoyados en medios tecnológicos como lo son software de modelación y otros materiales como sensores, con los cuales tuvieron la posibilidad de interactuar directamente, lo cual permitió desarrollar pensamiento creativo e innovador, según los avances de la sociedad en la que estamos inmersos.

2.4 Marco Espacial

La Institución Educativa San Vicente de Paul se encuentra ubicada en el barrio Córdoba, de la comuna 7 (Robledo) de Medellín, cuenta con una población aproximada de 1400 estudiantes de preescolar a once, distribuidos en dos sedes, la primera de educación básica primaria llamada Alfredo Cock, en la que se distribuyen grupos en dos jornadas académicas (mañana y tarde), la otra conocida como sede principal para la educación básica secundaria y media, que atiende a los grados 6°, 7° y 8° en la jornada de la tarde y 9°, 10° y 11° en la jornada de la mañana.

La Institución es de formación académica, se compone de población mixta que vive en el mismo barrio y en barrios aledaños, tales como Robledo el Diamante, Robledo Aures, Castilla, entre otros. Cerca del 40% de la población vive en residencias arrendadas, y en su mayoría pertenecen al estrato 2, el estrato 3 es el segundo más común y también cuenta con estudiantes de estrato 1 en una condición de mayor vulnerabilidad.

Actualmente el grado décimo lo conforman 160 estudiantes con edades entre los 15 y 17 años, distribuidos en cuatro grupos diferentes (10-1, 10-2, 10-3 y 10-4) cada uno aproximadamente de 40 estudiantes, el 55% de ellos son mujeres y 45% son hombres. Cuenta también con 5 estudiantes diagnosticados con necesidades educativas especiales, la mayoría de los padres presentan bajo nivel de escolaridad, cerca de un 50% cuenta con servicio de internet y la mayoría de las familias manifiestan satisfacción de que sus hijos estudien en la institución.

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de Investigación: Profundización de corte monográfico

El estudio de caso como instrumento de evaluación cualitativa nos permitirá poner a prueba la idea metodológica que plantea este trabajo, aplicada a una situación real y contextualizada. Debido a que el objetivo de la práctica docente es mejorar los procesos pedagógicos en el aula de clase, el estudio de caso nos ofrece una reducción de la investigación de este amplio campo de acción hasta lograr un tema fácilmente investigable como lo es esta propuesta de enseñanza del movimiento parabólico.

El estudio de caso accede a identificar las particularidades de cada sujeto que aprende, centrando el estudio en todo aquello que el estudiante modifique en su estructura del concepto a tratar. Este tipo de estudio busca los pormenores de las interacciones que el sujeto realice con el contexto, además permite obtener información directa del encuestado y registrar su conducta (Stake 1999).

En la presente investigación se analiza de forma cualitativa el proceso de aprendizaje de los estudiantes, es decir, la construcción de conocimientos conceptuales y procedimentales referidos al movimiento parabólico de los cuerpos, por lo que se plantea para este trabajo dos interrogantes que busca responder esta investigación:

¿Con que conocimientos conceptuales y procedimentales del movimiento parabólico ingresan los estudiantes al grado décimo en la Institución Educativa San Vicente de Paul?

¿Cómo evolucionan tales conocimientos después de la instrucción impartida con la metodología propuesta?

3.2 Método

La propuesta se desarrolla en la asignatura de física con dos grupos del grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul, ubicada en el barrio Córdoba, en la comuna 7 de Medellín.

Se utilizarán dos tipos de metodologías de enseñanza en dos grupos 10-1 y 10-2, los cuales están conformados por estudiantes con edades comprendidas entre los 15 y 17 años. En su historial académico, presentan en general un bajo rendimiento, y en especial, muestran dificultades con la operatividad en el área de matemáticas y así mismo para abordar situaciones problema, lo que conlleva a tener mal desempeño en el área de física. En un número considerable de ellos se puede apreciar la apatía y el desinterés por su formación académica, por lo que constantemente se busca captar su atención con estrategias de enseñanza distintas como la que presenta este trabajo.

El grupo 10-1 sirvió como grupo de control, donde la metodología a utilizar es la tradicional, con clases expositivas sobre el tema, elaboración de ejemplos en el tablero, algunos experimentos demostrativos realizados por el docente, ejercicios propuestos para que los estudiantes realicen en clase bajo la orientación del profesor y talleres para realizar en la casa. Para resolver este tipo de ejercicios se

presentaron los conceptos básicos y las ecuaciones asociadas al movimiento parabólico, luego se incita a leer bien el problema, realizar una gráfica o esquema de la situación, se recolectaron los datos que arroja el problema, se identificaron las incógnitas y se seleccionó la ecuación adecuada, se despejó, reemplazaron allí los datos, se resuelve y se responde a la pregunta del problema. Se hace énfasis en el análisis del resultado de modo que su valor y unidades tengan coherencia dentro de la situación. Se aclara que los estudiantes del grupo de control no utilizaran ningún dispositivo electrónico de aplicaciones virtuales, pero realizaran un experimento sencillo en un espacio abierto de la institución orientado por el docente. En el grupo 10-2 se desarrolló la propuesta planteada en este trabajo.

El proceso para el diseño y aplicación de la propuesta de enseñanza del movimiento parabólico, se desarrolló de la siguiente manera:

1. Se aplicó una herramienta de medición (Pre-test), el cual sirvió para identificar algunos conceptos previos que tenían los estudiantes sobre el movimiento parabólico y las variables que involucra. También sirvió como base para calcular la ganancia de aprendizaje mediante la aplicación del factor de Hake. El pre-test consta de 12 preguntas de selección múltiple con 4 opciones de respuesta, las cuales son acompañadas de ilustraciones que ayudan al estudiante a interpretar mejor la pregunta.
2. Se desarrolló un módulo teórico en el que se define el movimiento parabólico, se presentan las variables involucradas y las leyes que lo rigen. Este módulo contiene ejemplos de resolución de problemas. Además, se propuso una serie de talleres con problemas del movimiento parabólico.
3. Se construyó un tutorial sobre el manejo del software Modellus, el cual posee las indicaciones desde como descargarlo e instalarlo, además de sus funciones básicas para el modelado de las leyes que rigen el movimiento y su posterior simulación.

4. Se elaboraron dos módulos con una serie de situaciones contextualizadas que involucran trayectorias parabólicas con preguntas particulares para que los estudiantes den respuesta a través de simulaciones hechas con el software Modellus.
5. Luego de 6 semanas de aplicación de la propuesta, se utilizó el mismo instrumento de medición inicial como post-test.
6. Se analizaron los resultados del pre-test y post-test, mediante la aplicación del factor de Hake, para estimar la ganancia de aprendizaje y comparar los resultados con los obtenidos en el grupo de control, y así, determinar si la propuesta metodológica de enseñanza del movimiento parabólico le brindaron a los estudiantes herramientas de observación, análisis y conclusión.

3.3 Enfoque: Cualitativo de corte etnográfico

Diversas características de los estudiantes de la Institución Educativa San Vicente de Paul y particular de los estudiantes del grupo experimental 10-2 y algunas circunstancias que se presentaron durante la implementación de la propuesta metodológica de enseñanza del movimiento parabólico a través de la modelación y simulación de situaciones problema, incidieron en el desarrollo del trabajo y sus resultados. Algunas de estas características y/o circunstancias se describen a continuación:

- La Institución Educativa San Vicente de Paul no cuenta con un modelo pedagógico establecido, por lo que la mayoría de los docentes practica una

enseñanza tradicional, aunque algunas de sus actividades pretendan generar conocimiento propiciando en el estudiante la necesidad de argumentar, interpretar y proponer, su metodología tiende a ser de clases magistrales expositivas. Esto implica que los alumnos no están sometidos frecuentemente a prácticas experimentales, lo que conlleva a que las pocas actividades no apunten a ser de carácter investigativo, sino más bien demostrativo. Además de que no se siga unos conductos claros desde los grados inferiores en la básica primaria y secundaria para realizar experimentación.

- La institución ofrece una alta intensidad horaria en el área de tecnología e informática, además cuenta con buenos equipos de cómputo por lo que los estudiantes en el grado décimo, poseen habilidades y herramientas para realizar actividades como la modelación y simulación de fenómenos físicos.
- El desarrollo de la propuesta no pudo ser continua, ya que las intervenciones se vieron afectadas por un cese de actividades que involucró a toda la institución. Aproximadamente tres semanas de paro, obligaron a retomar el tema y el trabajo.

3.4 Instrumento de recolección de información

Se usó como instrumento de recolección de información una fuente primaria, que consiste en un test de 12 preguntas de selección múltiple, el cual tiene como referencia el banco de objetos de aprendizaje del grupo Sócrates acerca del movimiento parabólico, este test tiene como característica que las preguntas se pueden agrupar por conceptos u objetivos. Este test se aplicó de manera individual al principio (pre-test) para estimar los conceptos previos de los estudiantes y al también se aplicó luego de desarrollar la propuesta metodológica

planteada en este trabajo (post-test) para determinar la ganancia de aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto al tratamiento de la información se utilizó un instrumento que permite hacer el análisis de experimentación cualitativa aplicado especialmente en investigaciones de las ciencias sociales conocido como el factor de Hake, para nuestro caso, este permitió analizar las ganancias de aprendizaje que se obtuvieron por medio de los dos procesos de enseñanza a implementar. El factor de Hake “es una forma de evaluar las ganancias conceptuales que se logran durante la instrucción, los datos de la ganancia normalizada cuantifican el efecto de la instrucción y permite encontrar que tanto mejoro el desempeño de los alumnos en esta pregunta con respecto a lo que podía mejorarse” (Hake, 1998). Para encontrar la ganancia mencionada se debe tener en cuenta los resultados obtenidos en el pre-test realizado durante la etapa inicial de sensibilización y los resultados obtenidos en el post-test realizado en la etapa final de evaluación, y obtener el factor como la razón entre la ganancia en una misma prueba respecto a la máxima ganancia posible.

$$H = \frac{\%postest - \%pretest}{100 - \%pretest}$$

(Hake, 1998) define una ganancia de aprendizaje baja, si este factor se encuentra entre 0,0 y 0,4; una ganancia media, si se encuentra entre 0,4 y 0,7; y una ganancia alta, si se encuentra entre 0,7 y 1,0.

3.5 Cronograma

Tabla 3-1 Planificación de actividades

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 1: Caracterización	Identificar y caracterizar metodologías para la enseñanza del movimiento parabólico mediante el uso de las TIC y la experimentación.	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Revisión bibliográfica sobre el aprendizaje significativo para la enseñanza del movimiento parabólico. 1.2. Revisión bibliográfica sobre la teoría del movimiento parabólico. 1.3. Revisión bibliográfica de los documentos del MEN enfocados a los estándares en la enseñanza de la cinemática en el grado décimo. 1.4. Revisión bibliográfica de herramientas TIC utilizadas para la enseñanza de la cinemática.
Fase 2: Diseño e Implementación.	Construir actividades de modelación matemática apoyadas con las Nuevas Tecnologías para la enseñanza del movimiento parabólico.	<ol style="list-style-type: none"> 2.1. Diseño y construcción de actividades para evaluación de los preconceptos. 2.2. Diseño y construcción de guías de clase para la modelación del movimiento parabólico. 2.3. Diseño y construcción de actividades didácticas utilizando las TIC para modelar matemáticamente el movimiento parabólico.
Fase 3: Aplicación	Aplicar las actividades propuestas por medio de un estudio de caso en el grupo 10° 2 de la Institución Educativa San Vicente de Paul.	<ol style="list-style-type: none"> 3.1. Implementación de la estrategia didáctica de enseñanza propuesta.
Fase 4: Análisis y Evaluación	Evaluar el desempeño de la estrategia didáctica planteada por medio del estudio de caso en los estudiantes del grupo 10° 2 de la Institución Educativa San Vicente de Paul.	<ol style="list-style-type: none"> 4.1. Construcción y aplicación de actividades evaluativas durante la implementación de la estrategia didáctica propuesta. 4.2. Construcción y aplicación de una actividad evaluativa al finalizar la implementación de la estrategia didáctica propuesta. 4.3. Realización del análisis de los resultados obtenidos al implementar la estrategia didáctica en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa San Vicente de Paul.

4. Trabajo Final

4.1 Desarrollo y sistematización de la propuesta

Apropiarse de los conceptos del movimiento parabólico causa gran dificultad para los estudiantes de secundaria, esto debido a sus características de composición de dos movimientos vistos previamente y que a su vez tiene cada uno de ellos sus propias dificultades para su enseñanza. La resolución de problemas del movimiento parabólico, además de la parte conceptual tiene componentes como la competencia lectora que permite la comprensión de la situación, el procedimiento matemático y operativo, y la interpretación de los resultados.

Cuando se indaga en los estudiantes sobre resolución de problemas e incluso cuando se realizan pruebas sobre situaciones problema donde únicamente estén involucradas operaciones básicas como suma y resta, se evidencia en los estudiantes un mínimo de estrategia, planeación o metodología para enfrentarse a los mismos. Uno de los factores que conlleva a esto es el escaso tiempo que se dedica en las distintas áreas para abordar situaciones problema, en especial en el área de matemáticas.

Se manifiesta entonces la necesidad de enfrentarlos a este tipo de escenario, por lo cual, este trabajo busca indagar sobre una metodología de enseñanza del movimiento parabólico junto a la resolución de problemas en relación a la misma

temática, usando una herramienta de modelación y simulación de las situaciones planteadas.

Las actividades que se presentaron en esta propuesta se desarrollaron en tres etapas: sensibilización, análisis y evaluación, las cuales son descritas a continuación:

Etapa 1

La metodología que se utilizó para el grupo experimental comienza con una actividad práctica que sirve de motivación del tema a tratar y que consiste en una competencia de lanzamiento de cohetes propulsados con agua. Luego, por medio de un test que consta de 12 preguntas de selección múltiple con única respuesta, se busca explorar las concepciones previas que tienen los estudiantes del movimiento de los cuerpos, magnitudes y unidades de medidas, y también se explora características de los mismos en cuanto a métodos procedimentales como los planteamientos que realizan para abordar situaciones problema y aptitudes matemáticas referidas a la manipulación de ecuaciones. Esta primera etapa requiere además, de una socialización y discusión de los conceptos previos para inducir en los alumnos una reflexión crítica del fenómeno presente.

Etapa 2

Se realizó a través de clases magistrales donde se exponen los conceptos del movimiento parabólico, sus características y las leyes que rigen este movimiento. Los estudiantes conocen las ecuaciones que relacionan las variables involucradas y abordan una serie de situaciones problema contextualizadas (algunas de ellas referidas a disciplinas deportivas). En esta etapa se les hace

una presentación del software Modellus, los objetivos de su uso, las especificaciones técnicas, las instrucciones acerca de cómo correr el programa y las indicaciones básicas acerca de la lectura de los resultados gráficos y numéricos que este brinda. Los alumnos van a modelar matemáticamente cada uno de los problemas, caracterizarlos según su propio criterio y simularlos en busca de resultados que le permitan hacer un análisis más diferenciado de aquellas situaciones.

Etapa 3

Consiste en la evaluación de los estudiantes por medio de dos tipos de pruebas; la primera es igual que la realizada en la etapa 1, y que buscaba dar una idea de los conceptos y procedimientos previos de los estudiantes antes de abordar esta metodología, ahora lo que se quiere es medir el impacto de esta propuesta luego de su aplicación, la segunda prueba tiene un mayor grado de complejidad e involucra ideas no propiamente del movimiento parabólico sino de temáticas que tienen relación con el método y el contenido estudiado, lo que se quiere es enlazar estas temáticas, con otras del área e incluso vincularlas con otras áreas del conocimiento.

En cada una de las etapas descritas se realizaron una serie de intervenciones con los estudiantes dentro de la institución, cada intervención requiere de 50 minutos:

❖ **Etapa 1. Sensibilización:** Esta etapa tiene como objetivo acercar al estudiante con el tema que trabajaremos, es una aproximación al movimiento

parabólico que sirve de motivación y a su vez sirve de exploración de los conocimientos previos que tienen los estudiantes acerca del tema.

- **Intervención 1.** Los estudiantes construyen en sus casas cohetes caseros de agua y con ellos se realizan en el patio de la institución concursos sobre el cohete que tiene mayor alcance horizontal, el que alcance mayor altura y el que dure más tiempo en el aire (ver figura 4-1). Los estudiantes entonces deben preguntarse no solo por variables propias del cohete como la proporción de agua-aire para su lanzamiento, sino también sobre el ángulo de inclinación con el cual alcanzaran su objetivo.

Figura 4-1 Fotografías actividades de intervención



62 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



- **Intervención 2.** Se aplica a los estudiantes un test de conocimientos sobre el movimiento parabólico, el cual consiste en 12 preguntas de selección múltiple sobre conceptos básicos del tema (Anexo A) y se usó como referencia para su construcción el banco de objetos de aprendizaje del grupo Sócrates.

Figura 4-2 Fotografías actividades de intervención



- ❖ **Etapa 2. Análisis:** En esta etapa aborda en profundidad el tema, los conceptos y variables involucradas, se ilustran y se resuelven situaciones prácticas por métodos tradicionales y por medio de modelaciones y simulaciones de estas situaciones.
- **Intervención 3.** Se realiza el desarrollo teórico del tema por medio de una clase magistral en el aula, se define el movimiento parabólico, las variables que están involucradas, se hace la deducción de las ecuaciones y finalmente un ejemplo ilustrativo de una situación problema tomada del taller del Anexo E. Además, se deja como tarea realizar los 5 primeros ejercicios de ese mismo taller.
- **Intervención 4.** En el aula de clase, se les recuerda a los estudiantes el tema visto y los apartes principales de la intervención anterior. Luego se realiza otro ejemplo también tomado del taller del anexo E y se deja el resto del tiempo para que los estudiantes aborden una de las situaciones

del mismo taller en el aula y así disponer de la asesoría del docente para las dificultades que se le puedan presentar.

- **Intervención 5.** En la sala de tecnología de la institución se les entrega a los estudiantes la guía de manejo del software Modellus (Anexo B), además se les dan unas indicaciones principales para que se familiaricen con el programa. Luego de bajar el programa, instalarlo, abrirlo y obtener la información general de este, se les pide que con la ayuda de la guía desarrollen una simulación sencilla de prueba.

Figura 4-3 Fotografías actividades de intervención



- **Intervención 6.** Con las nociones básicas del manejo del programa Modellus y con la ayuda de la guía, se les presentó a los estudiantes organizados por parejas, una situación problema diferente para cada una de ellas, las cuales son presentadas en el anexo C. Cada pareja debía

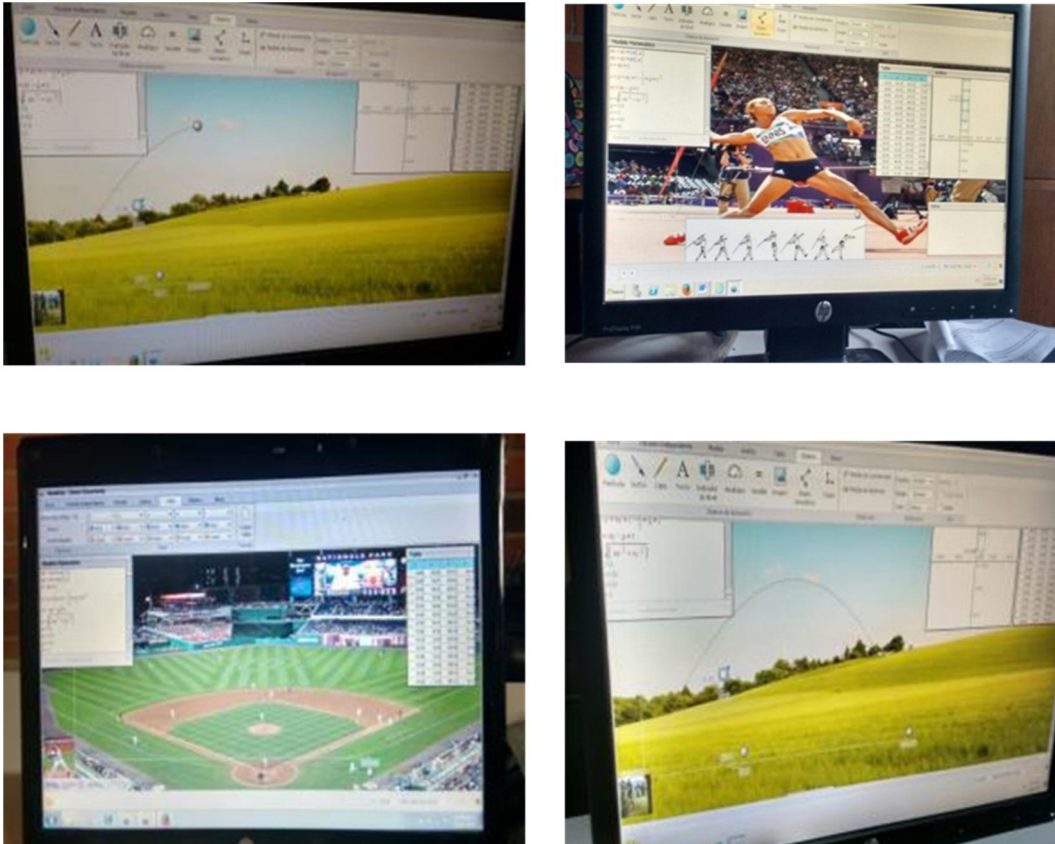
simular la situación a través del software y darle solución a las preguntas que allí encuentran.

Figura 4-4 Fotografías actividades de intervención



- **Intervención 7.** Luego de haber adquirido mayor destreza con el manejo del programa, se les presenta a los estudiantes nuevamente organizados por parejas, una nueva situación problema y esta vez se les pide responder por datos más específicos de estas situaciones (anexo D), ellos deben simularla a través del software y darle solución a las preguntas que allí se encuentran.

Figura 4-5 Fotografías actividades de intervención

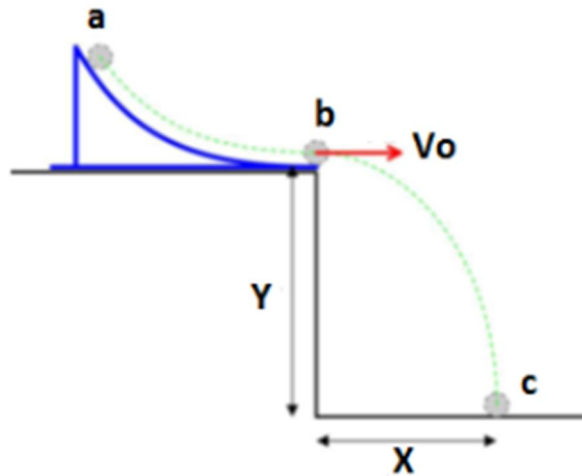


- **Intervención 8.** Se complementa el ciclo experimental de esta propuesta con una experiencia de laboratorio del movimiento parabólico, donde a través de la experimentación, se comprobó la validez de los conceptos y las leyes que rigen dicho movimiento. Esta práctica experimental se realizó en el laboratorio de física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, donde asistió el grupo experimental con 35 estudiantes, a los que se les hizo la presentación de la actividad para que la ejecutaran por parejas.

La práctica consistió en dejar caer un balón por una rampa, en cuyo extremo inferior se tenía ubicada una fotoc compuerta, con la cual, a través de la medición del tiempo que tarda el balón en atravesarla, se obtuvo la velocidad inicial del movimiento parabólico que describe el balón una vez sale de la rampa. A partir de la medición del alcance horizontal X en el suelo y la altura Y de la mesa (Ver figura 4-6) se encontró el tiempo de vuelo de la esfera y posteriormente la aceleración de la gravedad local. También se determinó la velocidad de la esfera un instante antes de chocar en el suelo y este resultado fue comparado con el valor obtenido haciendo uso de la ley de conservación de la energía. Finalmente, cada pareja de estudiantes completó la guía presentada en el Anexo I, donde se pueden ver de manera ordenada las tablas de datos y las ecuaciones que se usan en la experiencia.

Figura 4-6 Diagrama del montaje experimental

Tomado de Universidad Nacional de Colombia-sede Medellín. Escuela de física



El balón fue usado como el proyectil que describe el movimiento parabólico, se soltó siempre desde la misma posición "a" (Ver figura 4-6), en el punto "b" la rampa es paralela al eje horizontal y es allí donde el balón inicia la trayectoria parabólica que se quiere analizar, también en ese punto se encuentra ubicada la fotoc compuerta.

Para leer los datos de la fotocpuerta se hizo uso del programa *Physics-Sensor* desarrollado por el profesor Diego Luis Aristizabal Ramirez de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, su manejo es sencillo y la explicación a los estudiantes sobre su uso se realizó con una pequeña muestra minutos antes de realizar la práctica.

Figura 4-7 Fotografías actividades de intervención



- ❖ **Etapa 3. Evaluación:** En esta etapa se busca estimar el nivel de aprendizaje de los estudiantes por medio de dos pruebas, una de ellas es mediante la aplicación del test realizado anteriormente donde ellos confrontan lo trabajado en las intervenciones con los conceptos del movimiento parabólico, la segunda es donde aplican las herramientas conceptuales y matemáticas desarrolladas durante las intervenciones al servicio de la resolución de situaciones problema, únicamente usando elementos básicos como lápiz, papel y calculadora.

- **Intervención 9.** Se realiza una socialización con los estudiantes de aproximadamente 15 minutos, donde no solo se indaga sobre lo que sintieron mientras se realizaban las intervenciones, sino también que se debate sobre los conceptos, las ecuaciones y su aplicación en la vida real, luego se procede a realizar el post-test, de la misma manera en que se realizó el pre-test en la intervención 2.

- **Intervención 10.** Se realiza una prueba escrita únicamente de situaciones prácticas tomadas de los Anexos F y G. Esta prueba se realiza de manera individual y se ponen a prueba las habilidades procedimentales de los estudiantes.

4.2 Resultados

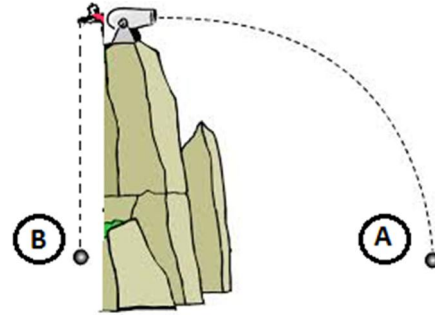
4.2.1 Análisis gráfico de los resultados del test

El test consistió en 12 preguntas de selección múltiple, que respondieron los estudiantes de dos grupos, de control y experimental, en dos tiempos distintos, antes y después de las intervenciones, por lo tanto se conocen como pre-test y post-test. Aquí se presenta el análisis de los resultados obtenidos pregunta por pregunta y luego la ganancia de aprendizaje calculada usando el factor de Hake por cada pregunta y por agrupación de preguntas en conceptos u objetivos.

Tabla 4-1 Análisis de resultados pregunta 1

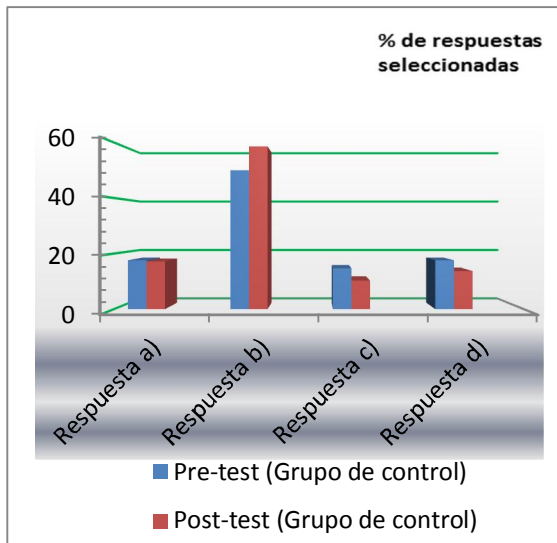
Pregunta 1: Desde un acantilado se lanza horizontalmente un cuerpo A, con cierta velocidad inicial, y simultáneamente se deja caer desde el mismo punto un cuerpo B, ocurre que...

- a) Llega primero el cuerpo A
- b) Llega primero el cuerpo B
- c) Depende de la velocidad de lanzamiento del cuerpo A
- d) Ambos cuerpos llegan iguales

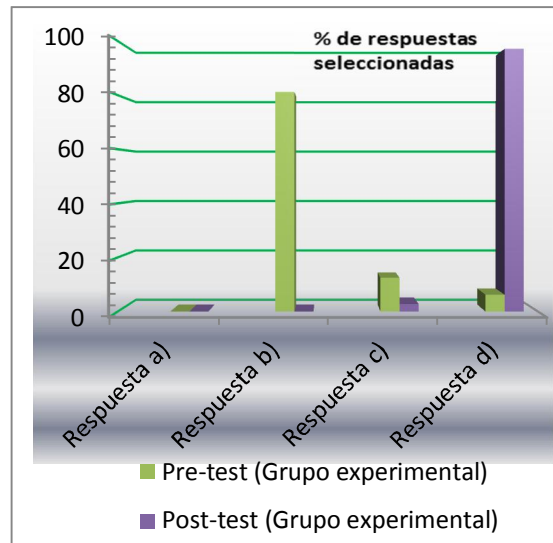


Respuesta correcta D

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental

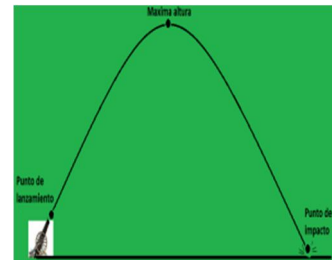


Los estudiantes muestran una clara tendencia a pensar que el objeto "B" llega primero al suelo, ya que consideran que este objeto debe recorrer menos distancia que el objeto "A", cerca del 20% de los estudiantes del grupo de control se inclinan por pensar que cae primero el objeto "A", ya que al ser lanzado, este adquiere una mayor velocidad que el objeto "B", así mismo, algunos creen que el tiempo que tarda el objeto "A" en caer depende de esa velocidad de lanzamiento. Del grupo experimental podemos inferir que luego de la implementación de la presente metodología, el 97% de los estudiantes lograron realizar el análisis del movimiento vertical del objeto "A" independiente del movimiento horizontal de este, e identificar que verticalmente los dos objetos tienen el mismo comportamiento y por lo tanto caen al mismo tiempo.

Tabla 4-2 Análisis de resultados pregunta 2

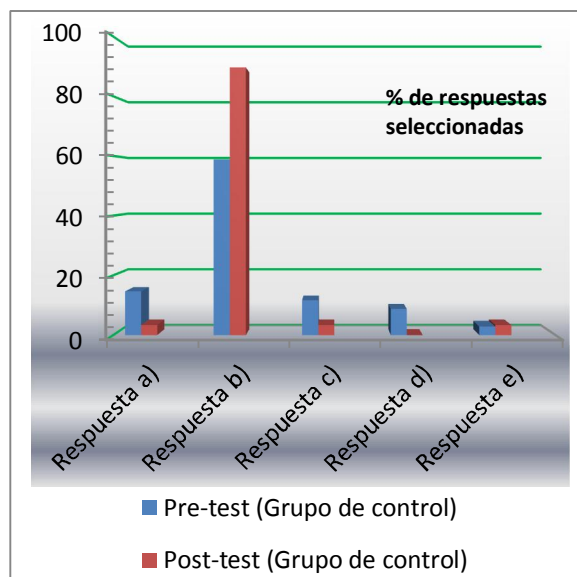
Pregunta 2: En el tiro parabólico la mínima velocidad sucede...

- En el punto de lanzamiento
- En la altura máxima
- No hay velocidad mínima, siempre es la misma
- En el punto de impacto
- Cuando se hace cero

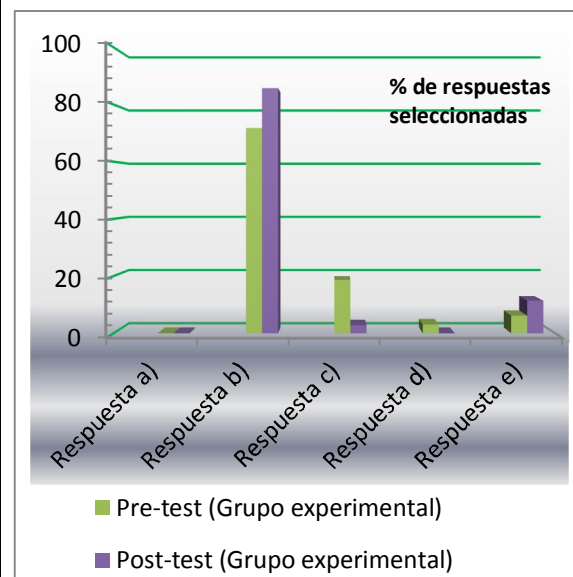


Respuesta correcta B

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental

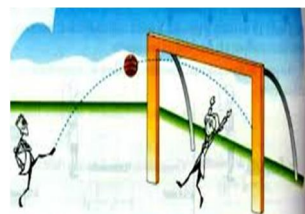


De las respuestas obtenidas de los estudiantes se infiere que tienen un poco más claro este concepto, debido a que lo pueden observar fácilmente de situaciones usuales para ellos, por ejemplo en un juego de fútbol o baloncesto, o simplemente de cualquier objeto que ellos mismos lancen al aire. Se rescata que para los dos grupos de control y experimental se obtuvo mejores resultados luego de trabajar con las dos metodologías, puesto a que se aclaran conceptos erróneos, como el de que la velocidad en el movimiento parabólico siempre tiene el mismo valor.

Tabla 4-3 Análisis de resultados pregunta 3

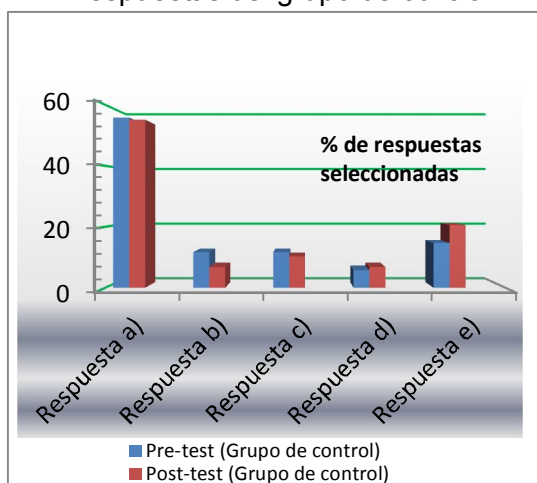
Pregunta 3: Una pelota de futbol al ser golpeada vuela en un camino parabólico, si no se considera la fricción del aire, la aceleración de la pelota en todo su recorrido...

- a) Es la misma
- b) Es cero
- c) Depende de la intensidad del golpe
- d) Depende si la pelota sube o baja
- e) Es variable

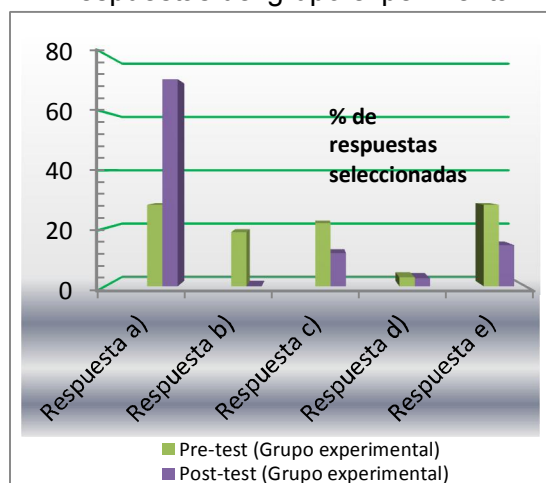


Respuesta correcta A

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



Los estudiantes suelen confundir los conceptos de velocidad y aceleración, no los diferencian o simplemente les asignan las mismas cualidades, por lo que se termina pensando que la aceleración siempre está en la misma línea de la trayectoria del objeto. Se puede apreciar durante las plenarias que a los estudiantes del grupo de control no les quedó muy claro, ni siquiera para los que contestaron correctamente que la aceleración se debe a la atracción gravitacional y que va en dirección al centro del planeta, en este caso, en dirección verticalmente hacia abajo, y por el contrario, la mayoría de los estudiantes responde que la aceleración durante el movimiento siempre es la misma debido a que entienden de que la velocidad horizontal siempre es la misma, por lo tanto, las respuestas no precisan si ellos asimilan correctamente el concepto de aceleración en el movimiento parabólico. Sin embargo, a los estudiantes del grupo experimental se les pidió en la segunda práctica con el software Modellus que obtuvieran el valor de la aceleración y lo asociaran a un vector para representarlo, al encontrar que tenía un valor de 9.8 m/s^2 que no cambiaba y que conservaba también su dirección hacia abajo, inmediatamente lo asociaban con la aceleración gravedad trabajado en el tema inmediatamente anterior de caída libre.

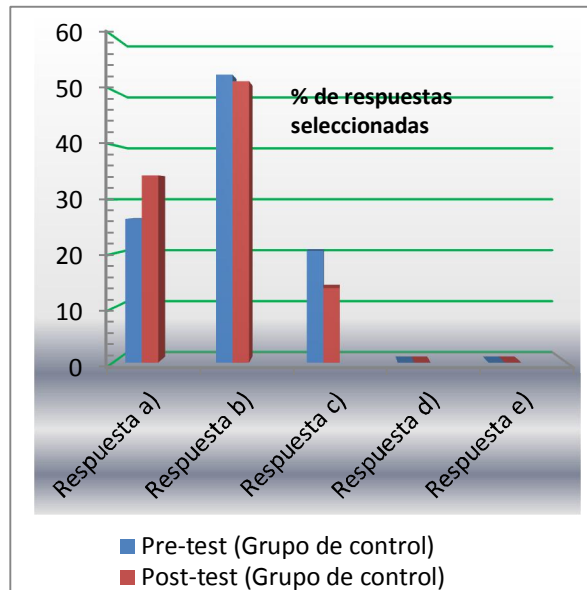
Tabla 4-4 Análisis de resultados pregunta 4

Pregunta 4: La velocidad de un proyectil en un vuelo parabólico siempre es _____ a la trayectoria

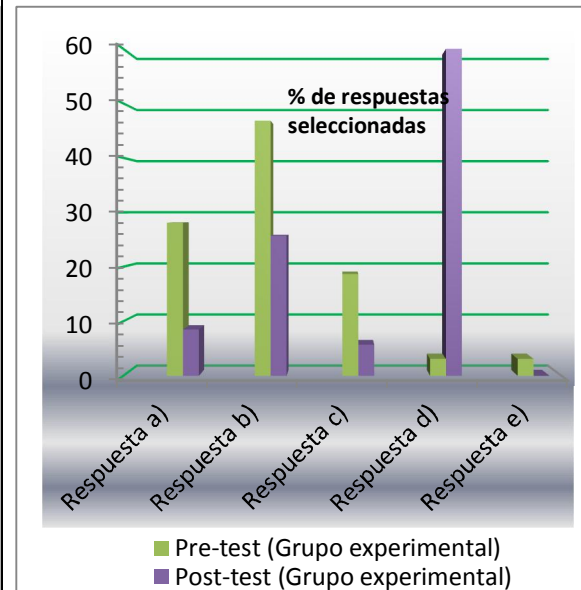
- a) Paralela
- b) Perpendicular
- c) Colineal
- d) Tangente
- e) Secante

Respuesta correcta D

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



Al realizar el pre-test en los dos grupos se encontró que no tenían claro ninguno de los conceptos que aparecen en las opciones de respuesta, incluso cuando se les preguntó por los dos más comunes que son las rectas paralelas y perpendiculares, cerca de la mitad de estudiantes no sabían de qué se trataba, quizás porque no lo habían trabajado anteriormente o quizás porque no lo recordaban, pero lo que se puede asegurar es que no tienen el necesario concepto previo. Los resultados muestran un desconocimiento total del concepto de recta secante y recta tangente a una curva.

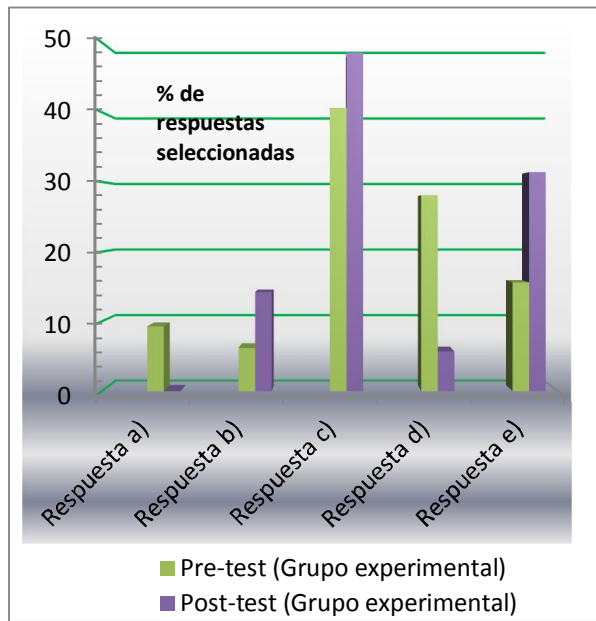
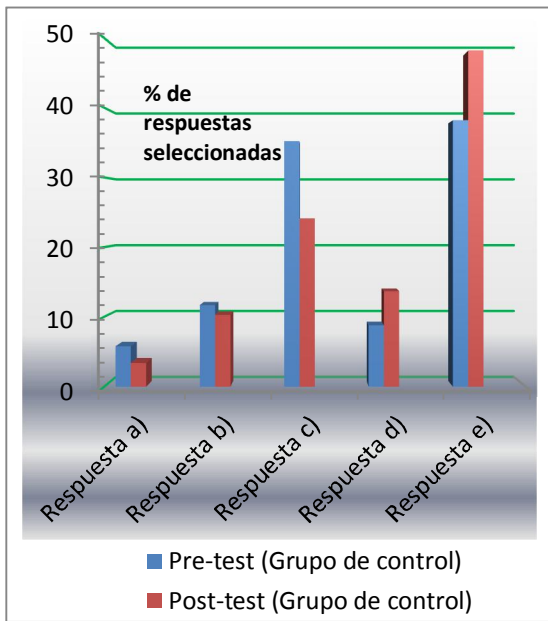
Para el caso del grupo experimental en el post-test, el resultado positivo se debe a que durante la socialización de las actividades desarrolladas, se les explicó con muestras en el tablero de la definición de los cinco tipos de rectas.

Tabla 4-5 Análisis de resultados pregunta 5

Pregunta 5: El movimiento de un proyectil en “el vacío” resulta de la composición de:

- a) MRU–MRU
- b) MUA–MUA
- c) MRU solamente
- d) MUA solamente
- e) MRU–MUA

Respuesta correcta E

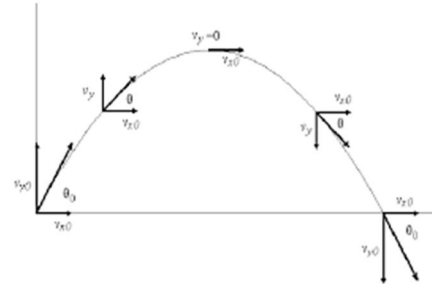


Luego del post-test, los estudiantes manifestaron sentirse confundidos por el término “vacío” usado en la pregunta, esto debido a que paralelamente con este tema de movimiento parabólico también estaban viendo las leyes de Newton e interpretaban erróneamente que si el movimiento es en el vacío, no actúa ninguna fuerza sobre el cuerpo y así el movimiento solo va a ser rectilíneo uniforme. Lo que se buscaba con el término vacío en la pregunta, era que no se tomara en cuenta la resistencia del aire. El grupo de control le dio una mejor interpretación a la pregunta obteniendo mejores resultados, sin embargo, en ambos grupos se logró ganancia en el aprendizaje, y posiblemente los resultados serían mejores si la pregunta fuera menos confusa para los alumnos.

Tabla 4-6 Análisis de resultados pregunta 6

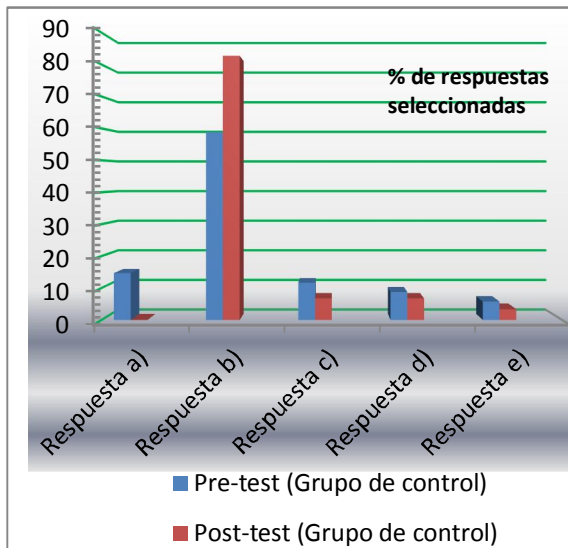
Pregunta 6: Las componentes de la velocidad en un tiro parabólico son tales que la velocidad horizontal es _____ y la velocidad vertical es _____

- a) Constante – Constante
- b) Constante – Variable
- c) Variable – Variable
- d) Variable – Constante
- e) Cero – Variable

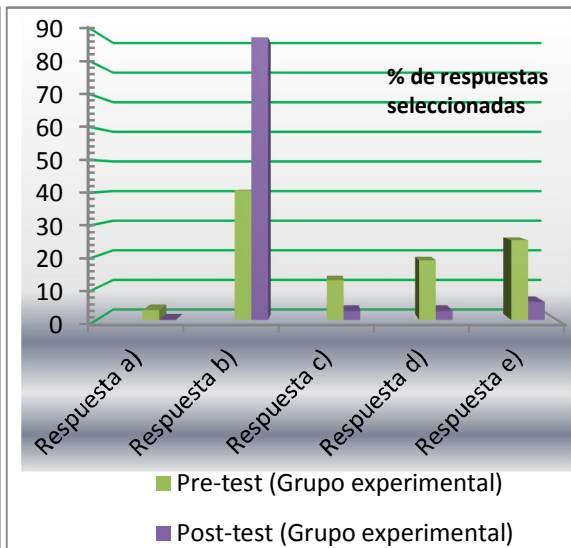


Respuesta correcta B

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



Los resultados en ambos grupos en el pre-test fueron buenos, porque muchos estudiantes interpretaron la representación vectorial de la velocidad en la gráfica adjunta a la pregunta, no obstante para la otra parte de los grupos la pregunta resultaba confusa porque no les es fácil concebir que un movimiento resulte de la composición de otros dos, por lo cual, la segunda respuesta con mayor aceptación fue la de velocidad cero y variable, indicando que una de ellas no existe.

Los resultados, luego de las intervenciones con los grupos fueron muy buenos, debido a que en ambas metodologías era vital comprender que dos movimientos rectilíneos, uno uniforme y el otro uniformemente acelerado, componen uno parabólico, esto para la obtención de las ecuaciones y su posterior uso en la resolución de ejercicios prácticos.

Tabla 4-7 Análisis de resultados pregunta 7

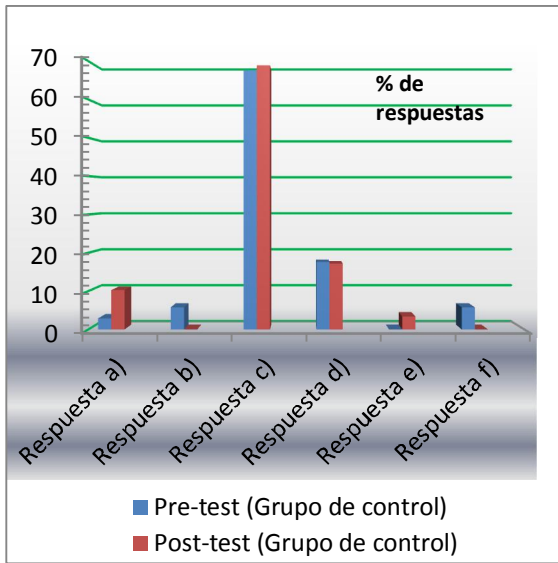
Pregunta 7: ¿Con que ángulo debe ser disparada una flecha para que caiga más lejos del arquero?

- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 90°
- f) Con cualquier ángulo se obtiene el mismo resultado

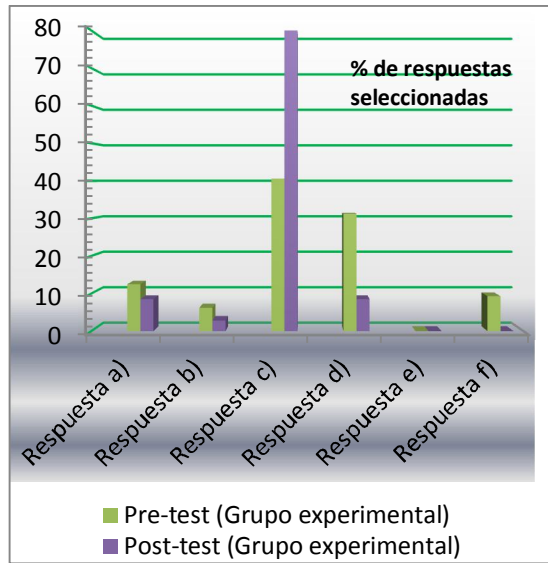


Respuesta correcta C

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



Los estudiantes interpretan que si el ángulo es pequeño el objeto cae muy rápido al suelo, y que si el ángulo es muy grande, su alcance horizontal también es pequeño, por lo tanto cae cerca, aunque se deduce de los resultados que ángulos como 60° los pueden desconcertar, por lo que no es suficientemente grande como para que caiga cerca del tirador, y si lo es como para que el objeto lanzado permanezca mucho tiempo en el aire y así logre caer lejos del punto de lanzamiento. Los estudiantes del grupo de control mantuvieron la misma tendencia en el pre-test y el post-test, mientras que el grupo experimental evidenció por medio de las simulaciones de situaciones problema que al manipular el ángulo cambiaba el alcance horizontal y que al estar en toda la mitad entre 0° a 90°, este alcance era máximo.

Tabla 4-8 Análisis de resultados pregunta 8

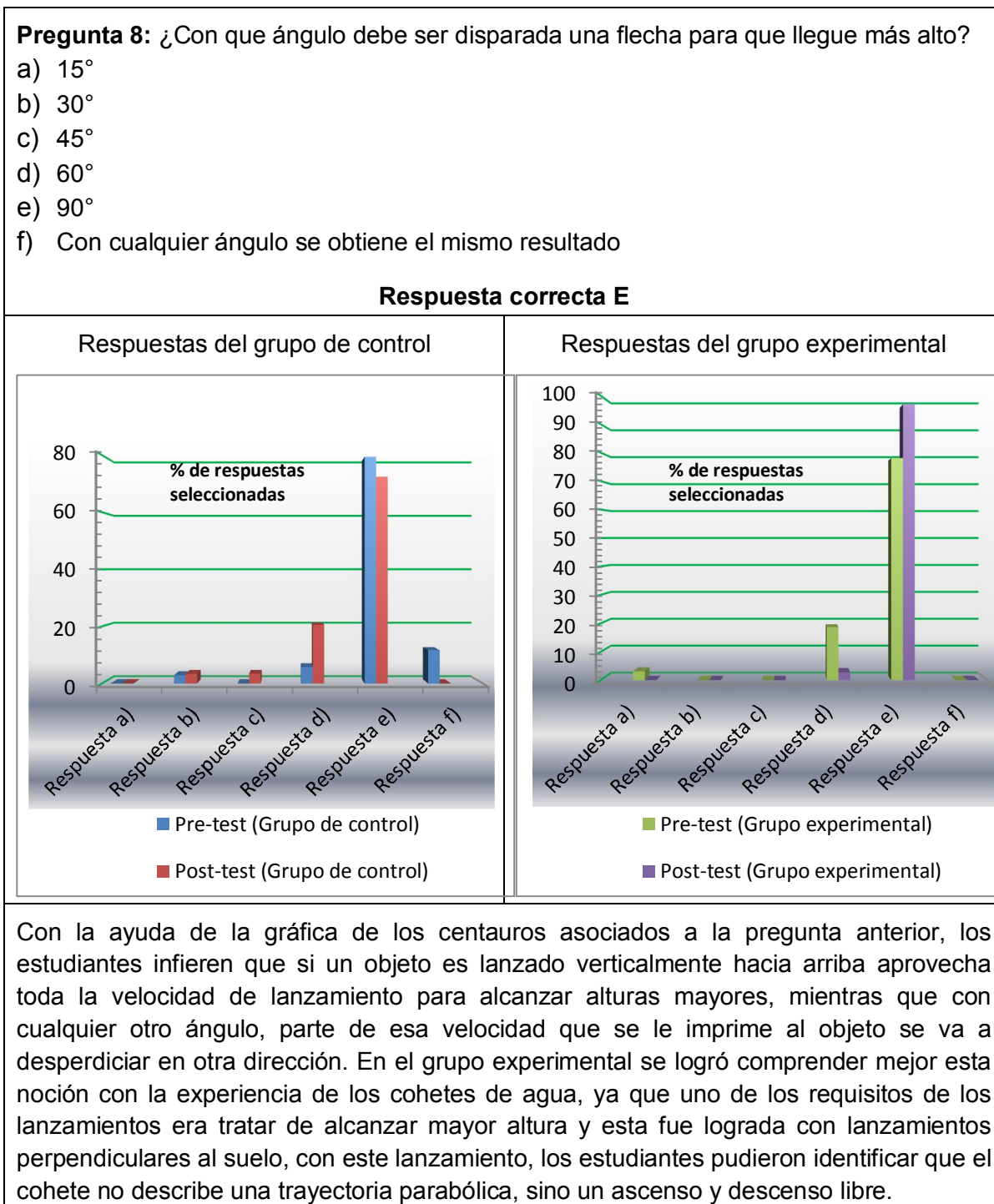


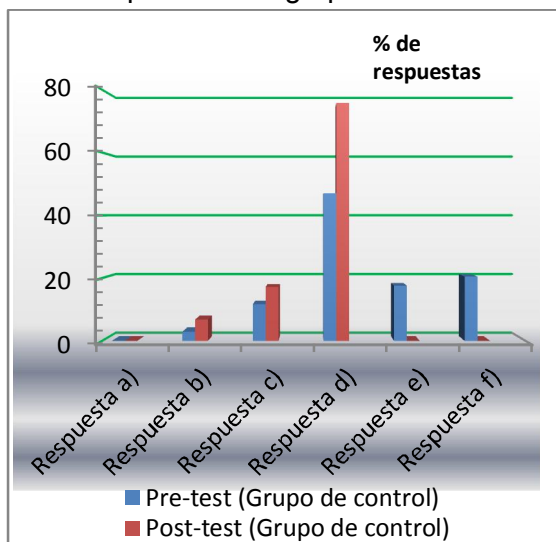
Tabla 4-9 Análisis de resultados pregunta 9

Pregunta 9: ¿Con que ángulo debe ser disparada una flecha para que dure más tiempo en el aire?

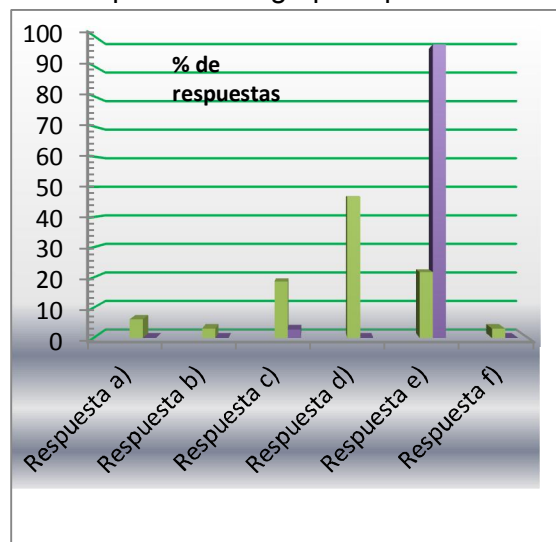
- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 90°
- f) Con cualquier ángulo se obtiene el mismo resultado

Respuesta correcta E

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



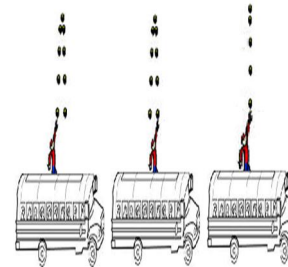
Los resultados del grupo de control muestran cómo se inclinaron por un ángulo de 60°, ya que presumen equivocadamente que al lanzar un objeto con esta inclinación, no solo es bastante grande para que gane buena altura, sino también que su trayectoria va a ser mayor y por lo tanto el objeto va a permanecer más tiempo en el aire.

En el grupo experimental, las prácticas realizadas con Modellus, obligaron a los estudiantes a preguntarse porque en los resultados de las simulaciones se obtenía mayor tiempo con un ángulo de 90°, al analizar la velocidad inicial vertical (en el eje "y") recordaron de las clases magistrales que se obtiene multiplicando la velocidad inicial por seno del ángulo, y allí debieron apelar a lo estudiado en trigonometría y recordar que la función seno obtiene su máximo valor cuando el ángulo es 90°, por consiguiente la velocidad vertical es mayor para este ángulo.

Tabla 4-10 Análisis de resultados pregunta 10

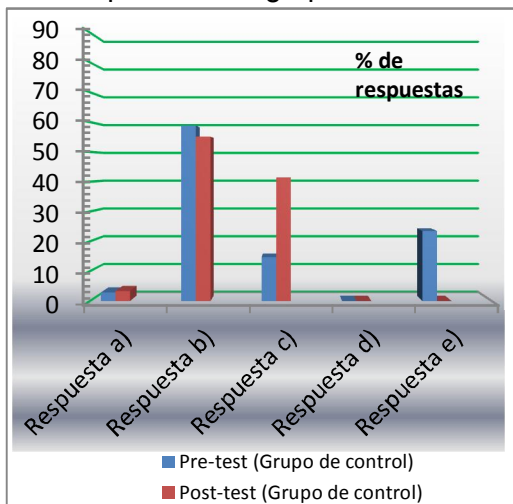
Pregunta 10: Un pasajero viaja en un bus espacioso que marcha a una velocidad constante. Si el pasajero lanza una moneda verticalmente hacia arriba. (Sin contar la resistencia del aire) La moneda...

- Caerá delante del pasajero
- Caerá detrás del pasajero
- Volverá a las manos del pasajero
- Depende de la velocidad del lanzamiento
- Depende de la velocidad del bus

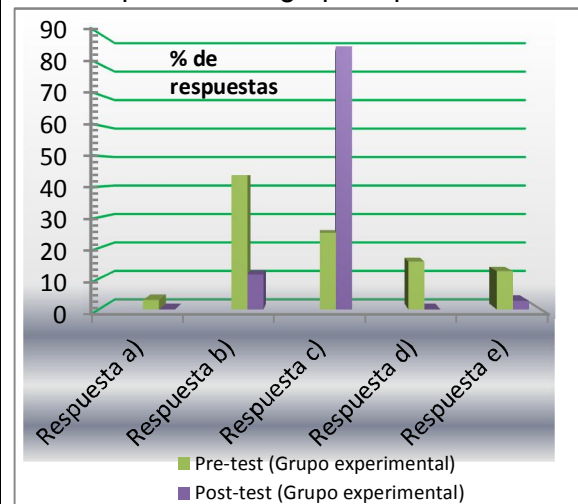


Respuesta correcta C

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



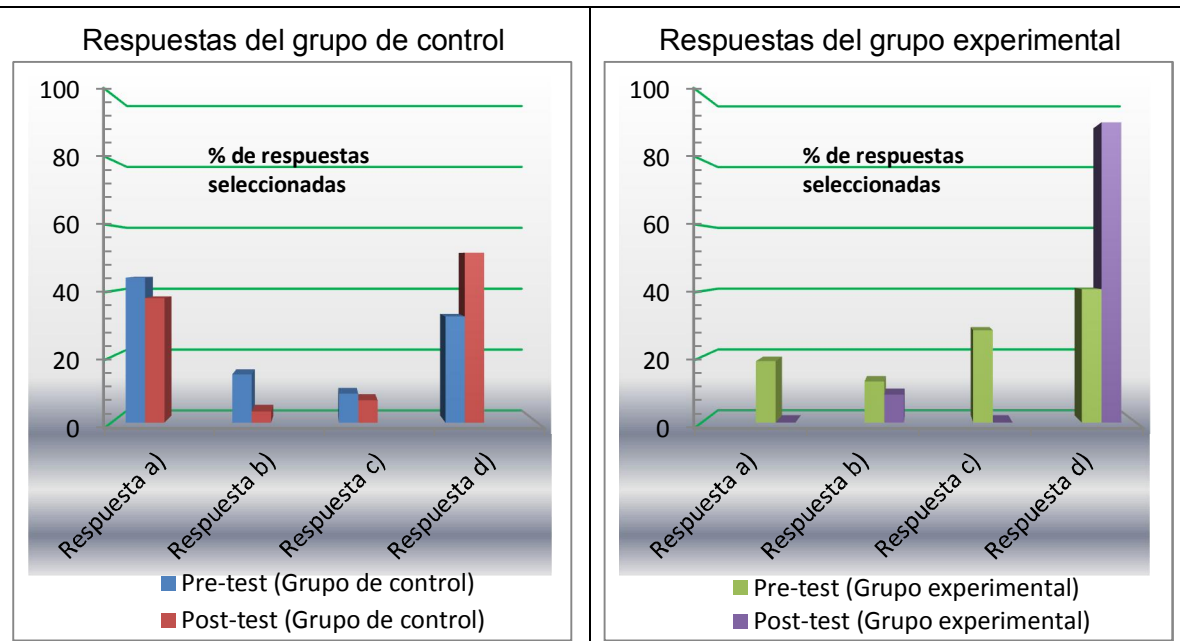
La experiencia les indica a los estudiantes que al lanzar un cuerpo verticalmente hacia arriba este cuerpo debería caer en el mismo punto de lanzamiento, pero si este lanzamiento se realiza mientras el punto de lanzamiento se mueve, entonces el objeto debería caer detrás del punto del lanzamiento. Cuando vamos en un vehículo y arrojamos un objeto perpendicularmente a la trayectoria del vehículo, por lo general observamos que el objeto va quedando atrás de nosotros debido a la resistencia del viento. Es entonces esta experiencia lo que dirige la elección de respuesta de la mayoría de los estudiantes. Luego de emplear ambos tipos de metodología de enseñanza, los estudiantes del grupo experimental y el 40% del grupo de control, comprenden que el objeto lanzado tiene también una componente de velocidad horizontal, la misma que lleva el punto de lanzamiento, y esta velocidad es constante para ambos, por lo tanto el objeto vuelve al punto de lanzamiento.

Tabla 4-11 Análisis de resultados pregunta 11

Pregunta 11: Se lanza un cuerpo A verticalmente hacia arriba y simultáneamente se lanza otro cuerpo B que describe una trayectoria parabólica completa, si ambos alcanzan la misma altura, ocurre que:

- a) Llega primero el cuerpo A
- b) Llega primero el cuerpo B
- c) Depende de la velocidad de lanzamiento del cuerpo A
- d) Ambos cuerpos llegan iguales

Respuesta correcta D



Esta pregunta se aborda de la misma manera que la pregunta 1 de este cuestionario, y fue por ello que no se les presentó una ilustración.

De nuevo encontramos que algunos de ellos se inclinan por la respuesta a), ya que entienden que el objeto lanzado verticalmente describe una trayectoria menor que el que se lanza con cierto ángulo. También vemos como algunos estudiantes entienden que el tiempo de vuelo está sujeto a la velocidad de lanzamiento, pero, cuando la pregunta especifica que ambos objetos alcanzan la misma altura, estas velocidades ya tienen unas condiciones especiales sujetas al ángulo de lanzamiento del objeto B. Se observa que el grupo experimental puede identificar estas características y relacionarlas con la descomposición vectorial de la velocidad y la independencia del movimiento para llegar a la solución.

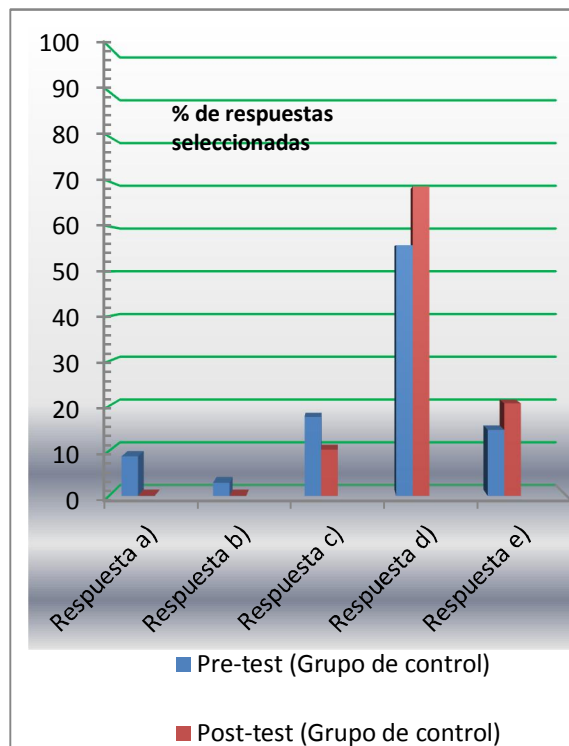
Tabla 4-12 Análisis de resultados pregunta 12

Pregunta 12: Si el tiempo de vuelo de un objeto que describe una trayectoria parabólica completa es de 12 segundos. El tiempo que emplea dicho cuerpo para subir hasta su punto máximo es

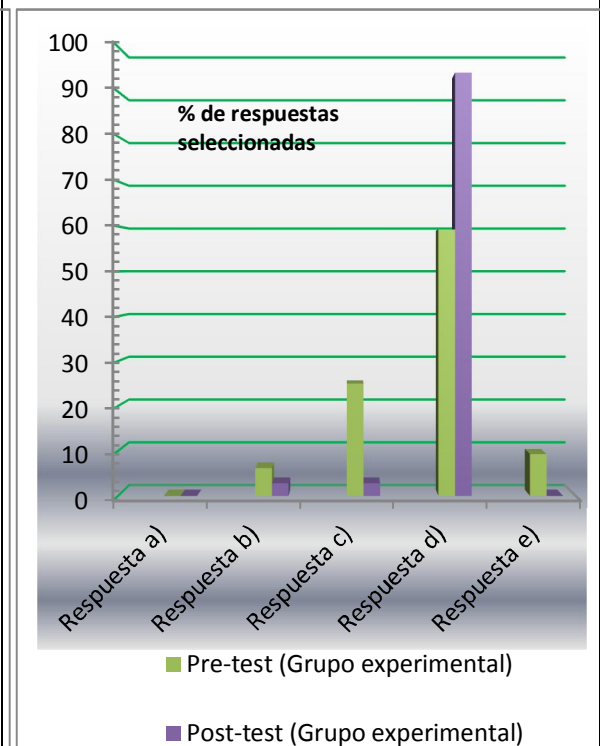
- a) 2 segundos
- b) 3 segundos
- c) 4 segundos
- d) 6 segundos
- e) 10 segundos

Respuesta correcta D

Respuestas del grupo de control



Respuestas del grupo experimental



Por medio del trabajo realizado, los estudiantes adquieren el concepto de tiempo de vuelo, también pueden observar que hay dos puntos en una trayectoria parabólica (los que tienen la misma altura) donde el objeto presenta la misma magnitud de velocidad pero con dirección diferente, luego, por simetría logran concluir que el tiempo que tarda el objeto en subir, es el mismo tiempo que tarda en bajar.

4.2.2 Análisis de la ganancia de aprendizaje según el factor de Hake por pregunta

Como se indicó anteriormente dentro del diseño metodológico, usaremos el factor de Hake para determinar si la propuesta metodológica de enseñanza es eficiente respecto a la metodología de enseñanza tradicional.

Recordamos que la ganancia de Hake se calcula así:

$$H = \frac{\%postest - \%pretest}{100 - \%pretest}$$

Esta ganancia se considera así:

- Ganancia baja entre: 0,00 y 0,40
- Ganancia media entre: 0,40 y 0,70
- Ganancia alta entre: 0,70 y 1,00

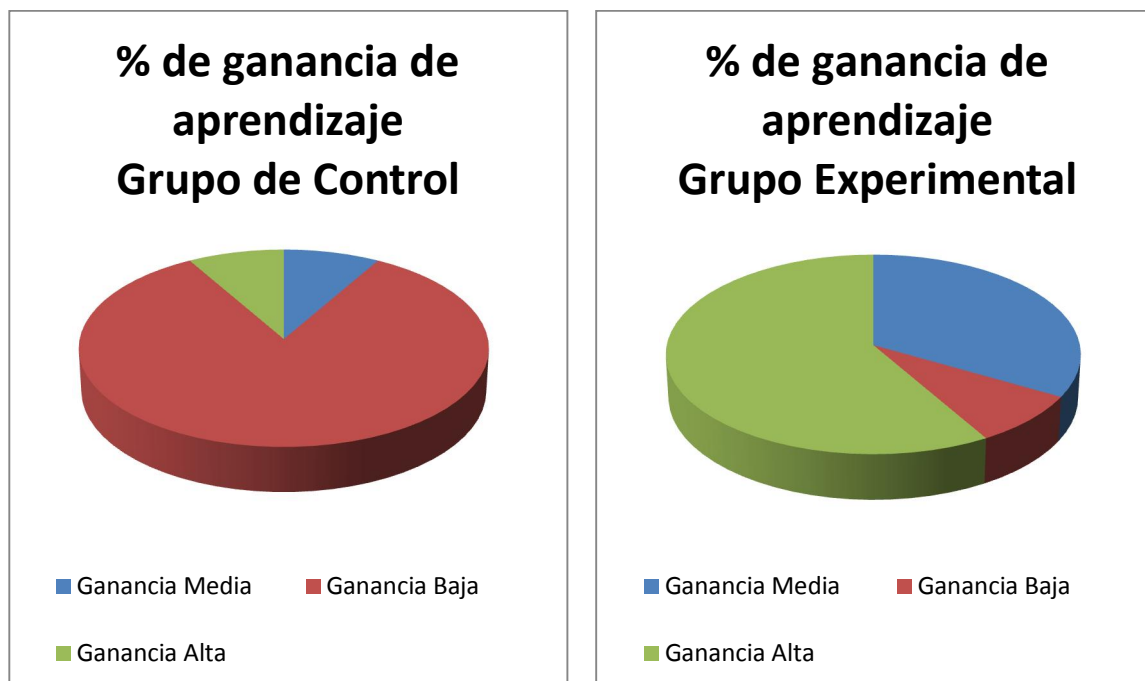
A continuación se presenta una tabla que muestra la ganancia de Hake obtenida en cada una de las 12 preguntas del test de conocimientos (Anexo A), para el grupo de control y experimental.

Tabla 4-13 Ganancia de Hake por pregunta

N° de pregunta	Ganancia Hake Grupo de control	Ganancia Hake Grupo experimental
1	-0,04	0,96
2	0,74	0,49
3	-0,01	0,60
4	0,00	0,58
5	0,16	0,18
6	0,58	0,80
7	0,04	0,66
8	-0,33	0,86
9	-0,21	0,96
10	0,31	0,80
11	0,28	0,85
12	0,29	0,85

Se observa que las ganancias obtenidas para el grupo experimental son mejores que para el grupo de control. Las ganancias que dieron negativas se considerarán como ganancias de aprendizaje bajas y la siguiente grafica muestra un comparativo entre los dos grupos de sus porcentajes de ganancias de aprendizaje estimadas como bajas, media y altas.

Figura 4-8 Porcentaje de ganancia de aprendizaje



4.2.3 Análisis de la ganancia de aprendizaje según el factor de Hake por objetivo

La siguiente tabla muestra la clasificación de las preguntas del cuestionario (Anexo A) por objetivos:

Tabla 4-14 Asociación de preguntas a objetivos

Etiqueta del objetivo	Descripción del objetivo	Pregunta asociada al objetivo
01	Independencia de los movimientos horizontal y vertical para el estudio del movimiento parabólico	1 – 6 – 10 – 11
02	Magnitud y dirección de la velocidad y la aceleración en una trayectoria parabólica	2 – 3 – 4
03	Análisis del movimiento de los cuerpos en un plano por medio de la descomposición vectorial de la velocidad	5 – 6 – 10
04	Trayectoria descrita por un objeto en función del ángulo de inclinación de lanzamiento	7 – 8 – 9
05	Deducción de los tiempos de vuelo empleados por objetos que describen una trayectoria parabólica	1 – 9 – 11 – 12

- Objetivo 1: Comprender que el estudio del movimiento parabólico se puede realizar a través del análisis de dos movimientos rectilíneos independientes uno del otro.
- Objetivo 2: Identificar las características de la velocidad y la aceleración en cuanto a su magnitud y dirección, en cualquier punto de una trayectoria parabólica.

- Objetivo 3: Reconocer el análisis vectorial como una herramienta importante y necesaria para el estudio de ciertas magnitudes físicas e identificarlas en situaciones de contexto.
- Objetivo 4: Predecir las características de la trayectoria seguida por un objeto lanzado sobre la superficie terrestre respecto a un ángulo de inclinación.
- Objetivo 5: Identificar los elementos que inciden en los tiempos de vuelo de los objetos que siguen una trayectoria parabólica.

La siguiente tabla presenta la ganancia de Hake obtenida por cada uno de los objetivos del test de conocimientos (Anexo A), para el grupo de control y experimental. Los valores de la ganancia Hake se obtienen del promedio de las ganancias de las preguntas que agrupa el respectivo objetivo:

Tabla 4-15 Ganancia de Hake por objetivo

Etiqueta del objetivo	Ganancia Hake Grupo de Control	Ganancia Hake Grupo Experimental
01	0,28	0,85
02	0,24	0,55
03	0,35	0,59
04	-0,16	0,82
05	0,08	0,90

Se observa para el grupo experimental una ganancia de aprendizaje importante respecto al grupo de control, en especial en los objetivos que se refieren a la superposición de los movimientos rectilíneos M.U y M.U.A, así como a los objetivos 2 y 5 que tratan sobre el comportamiento de las variables durante el movimiento.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se puede determinar por medio del índice de ganancia de aprendizaje que la metodología aquí propuesta se puede desarrollar en el aula de clase y que favorece de manera significativa a la apropiación de conceptos del movimiento parabólico, la comprensión de la relación que existe entre las variables implicadas en este movimiento y su posterior manejo para la resolución de problemas y ejercicios de aplicación. En las preguntas individuales se obtuvo en 7 de ellas ganancias consideradas por Hake como ganancias altas, en 4 de ellas se obtuvo ganancia medias y en solo 1 de ellas se obtuvo ganancia baja. Por otra parte, cuando agrupan las preguntas según los conceptos u objetivos, se puede observar que en 3 de ellas las ganancias fueron altas y en las otras 2 se obtuvieron ganancias medias, esto nos permite concluir que se logró incluir en la estructura cognitiva de los estudiantes conceptos y habilidades procedimentales que son considerados como difíciles o de exigencia alta para los estudiantes de este grado.

Se evidencia también que el trabajo desarrollado les genera a los alumnos la necesidad de preguntarse, de realizar proyecciones, de plantearse hipótesis que quizás dentro del aula, en una clase magistral convencional pasarían por alto.

Son estas prácticas y su posterior modelamiento y análisis los que permiten sensibilizar al aprendiz sobre lo real de lo estudiado, en donde deja de ser un tema abstracto en el tablero a un concepto existente regido por unas leyes veraces y efectivas.

Por el lado del grupo de control, se encontró que los estudiantes aún mantienen conceptos equivocados acerca del movimiento parabólico, también se muestran con algunas deficiencias a la hora de abordar una situación problema, podemos observar según la ganancia Hake que solo en una de doce preguntas se alcanzó una ganancia de aprendizaje medio, y que en los demás es baja, incluso en cuatro de estas preguntas se obtuvo ganancia negativa, lo que nos indica que mediante un proceso de enseñanza tradicional es posible que los estudiantes resulten un poco más confundidos con el tema que se les trata de transmitir en el tablero.

También se pudo observar en el grupo experimental la buena actitud con la que abordaban cada una de las intervenciones, puesto que les generaba interés y se les hacía menos rutinaria las clases al tener varias intervenciones al aire libre y otras en otros espacios como el aula de sistemas y el laboratorio de física de la Universidad Nacional motiva a los alumnos, haciendo de estas actividades, prácticas más significativas y agradables tanto para ellos como para el docente.

Podemos destacar que realizar los trabajos y actividades en grupos, permitió insistir en los estudiantes la importancia del trabajo en equipo, en los cuales se manifestaron valores de liderazgo, comunicación, planeación, tolerancia, entre otros.

5.2 Recomendaciones

El uso de herramientas como software de simulación y otros objetos de enseñanza virtual posibilitan al estudiante la observación de fenómenos que pueden ser recreados y manipulados fácilmente para su análisis, sin embargo, estas herramientas no son garantía de aprendizaje, por lo que se requiere que haya una planeación y un direccionamiento cuidadoso por parte del docente. Se deben formular problemas previamente en los cuales los estudiantes se vean obligados a modificar variables para obtener nuevos resultados, y así, tener que predecir comportamientos de sus variables respecto a otras, esto permite que puedan realizar comparaciones y sacar conclusiones acertadas.

Es importante que los estudiantes conozcan de antemano las actividades que se van a realizar, así mismo el cómo, en donde y el porqué de las mismas, esto hace que las intervenciones tengan sentido para ellos y suele ocurrir que lleguen más interesados, expectantes y curiosos por el desarrollo de las sesiones.

Aunque las actividades de modelación y simulación dan una visión general del fenómeno, las actividades experimentales prácticas lo hacen más real e imaginable ayudando a la apropiación de los conceptos involucrados. Además, no se debe dejar de lado la parte matemática para la resolución de los problemas. Teniendo en cuenta, que la mayoría de los estudiantes llegan al curso con deficiencias en este sentido, se recomienda que se dispongan dos o tres sesiones para realizar ejemplos y proponer ejercicios para resolver en el aula y en sus casas, con ello se abarca todos los frentes del tema en cuestión (conceptos teóricos, variables involucradas, experimentación, modelación y simulación, y la resolución de problemas del movimiento parabólico).

Se sugiere desarrollar temáticas distintas al movimiento parabólico aplicando la misma metodología, esto puede fortalecer y agilizar los desarrollos de otros contenidos, dando como resultado un aprendizaje significativo en el área de la física y otras ciencias.

Es recomendable repetir la experiencia en los años venideros, revisando y corrigiendo las posibles fallas en la metodología y evaluar continuamente su impacto. También se propone, reproducir con otros docentes la propuesta y alimentarla con otras experiencias.

La invitación es entonces a los docentes de ciencias para continuar realizando esfuerzos en propuestas que promuevan el aprendizaje significativo con metodologías que motiven e inciten a los estudiantes a aprender y a querer descubrir un poco más allá de las meras instrucciones que se les brindan en las instituciones.

Referencias

Ansai & Yokoyama (1984). Internal models in physics problem solving. *Cognition and Instruction*, 1(4), pp. 397 – 450

Atkin (1978). *Cognitive Functioning: A Model for learning and problem-solving*. Trabajo presentado en el encuentro anual de la National Association for Research in Science Teaching, Toronto

Azcarate (1990). *Introducción al concepto de derivada*. Tesis doctoral no publicada. UAB.

Chevalard (1983, 1991). *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigne*. Grenoble: La Pensee Sauvage.

Eco (1998, 1984). *Semítica y filosofía del lenguaje*. Barcelona: Lumen.

Finegold & Mass (1985). Differences in the process of solving physics problems between good physics problem solvers and poor physics problem solvers. *Research in Science and Technological Education*, 3, pp. 59 - 67

Gagne (1977). *Conditions of learning*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.

Garret (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 5, pp. 6 - 15

-
- Gil & Martínez (1987). La resolución de problemas de física. *Una didáctica alternativa*. Barcelona: MEC – Vicens Vives
- Greeno (1980). Analysis of Understanding in problema-solving, en Kleuse, R. H. y Spada, H. *Developmental Models of Thinking*. San Diego, California: AcademicPress.
- Ibarra (2000). La naturaleza vicarial de las representaciones, en Ibarra, A. y Mormann, T. (eds). *Variedades de la representación en la ciencia y la filosofía*, pp. 23-40. Barcelona: Ariel.
- Kempa (1986). Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 4(2), pp. 99-110
- Larkin (1980). Teaching problema solving in physics: The psychological laboratory and the practical classroom, en Tuma, D. T. y Reif, F. *Problem solving and education issues in teaching and research*. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Larkin (1983). The role of problem representation in physics, en Genter, D. y Stevens, A. L. (eds). *Mental models*, pp. 75-98. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Luffiego (2001). Reconstruyendo el constructivismo: hacia un modelo evolucionista del aprendizaje de conceptos. *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), pp. 377-392.
- Maloney (1994). Research on problema solving: Physics. *Handbook of research on science teaching and learning*. D. L. Gabel.
- Ohlsson (1992). The cognitive skill of theory articulation: A neglected aspect of science education. *Science education*, 76(1), pp. 181-192.
- Polya (1945). *How to solve it*. Garden City, Nueva York: Doubleday.
- Pozo (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

Pozo, Postigo & Gómez (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique*, 5, pp. 6-15.

Ramírez, Gil & Martínez (1994). *La resolución de problemas de física y química como investigación*. Madrid: Servicio de publicaciones CIDE/MEC.

Reif (1987). Interpretation of Scientific or Mathematical Concepts: Cognitive Issues and Instructional Implications. *Cognitive Science*, 11, pp. 395-416.

Rosch (1983). Prototype Classification and Logical Classification: The Two Systems, en Scholnick, E. K. (ed.). *New Trends in Conceptual Representation: Challenges to Piaget's Theory?* Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Simon (1973). The structure of ill-structured problems. *Artificial Intelligence*, 4, pp. 181-201.

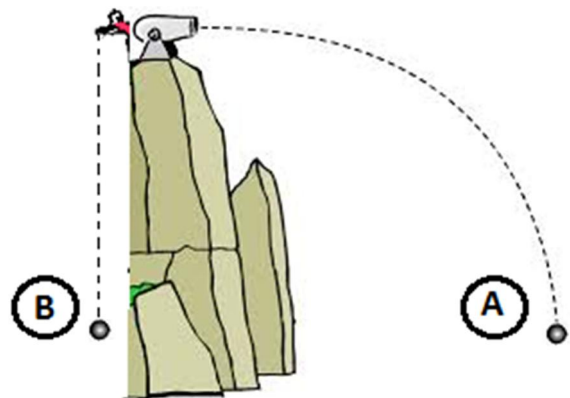
Van Dijk & Kintsch (1983). *Strategies of discourse comprehension*. San Diego (California): Academic Press.

A. Anexo: Test de conocimientos del movimiento parabólico

Taller evaluación de aprendizaje del movimiento parabólico

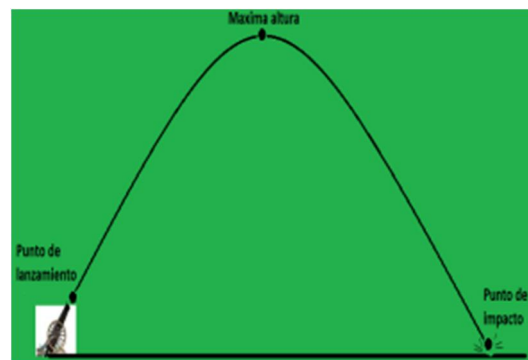
1. Desde un acantilado se lanza horizontalmente un cuerpo A, con cierta velocidad inicial, y simultáneamente se deja caer desde el mismo punto un cuerpo B, ocurre que...

- a) Llega primero el cuerpo A
- b) Llega primero el cuerpo B
- c) Depende de la velocidad de lanzamiento del cuerpo A
- d) Ambos cuerpos llegan iguales



2. En el tiro parabólico la mínima velocidad sucede...

- a) En el punto de lanzamiento
- b) En la altura máxima
- c) No hay velocidad mínima, siempre es la misma
- d) En el punto de impacto
- e) Cuando se hace cero



3. Una pelota de futbol al ser golpeada vuela en un camino parabólico, si no se considera la fricción del aire, la aceleración de la pelota en todo su recorrido...

- a) Es la misma
- b) Es cero
- c) Depende de la intensidad del golpe
- d) Depende si la pelota sube o baja
- e) Es variable



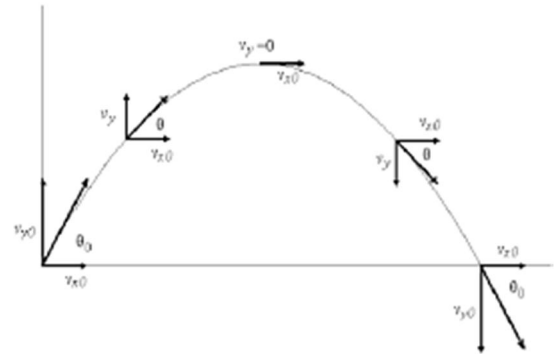
4. La velocidad de un proyectil en un vuelo parabólico siempre es _____

a la trayectoria

- a) Paralela
 - b) Perpendicular
 - c) Colineal
 - d) Tangente
 - e) Secante
5. El movimiento de un proyectil en el vacío resulta de la composición de:
- a) MRU – MRU
 - b) MUA – MUA
 - c) MRU solamente
 - d) MUA solamente
 - e) MRU – MUA

6. Las componentes de la velocidad en un tiro parabólico son tales que la velocidad horizontal es _____ y la velocidad vertical es _____

- a) Constante – Constante
- b) Constante – Variable
- c) Variable – Variable
- d) Variable – Constante
- e) Cero – Variable



7. ¿Con que ángulo debe ser disparada una flecha para que caiga más lejos del arquero?

- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 90°
- f) Con cualquier ángulo se obtiene el mismo resultado



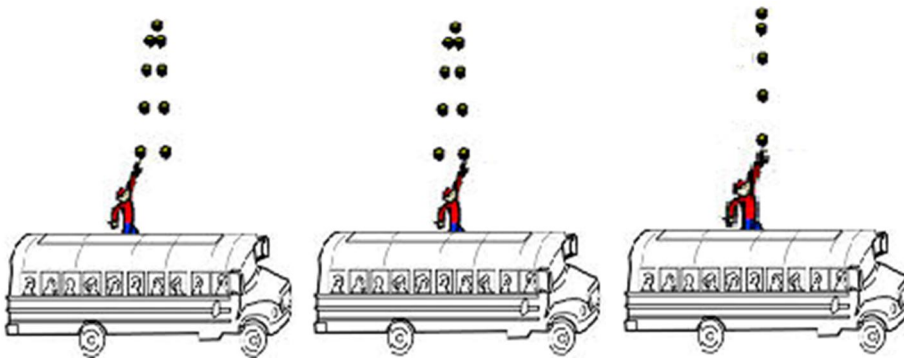
8. ¿Con que ángulo debe ser disparada una flecha para que llegue más alto?

- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 90°
- f) Con cualquier ángulo se obtiene el mismo resultado

9. ¿Con que ángulo debe ser disparada una flecha para que dure más tiempo en el aire?

- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 90°
- f) Con cualquier ángulo se obtiene el mismo resultado

10. Un pasajero viaja en un bus espacioso que marcha a una velocidad constante. Si el pasajero lanza una moneda verticalmente hacia arriba. (Sin contar la resistencia del aire) La moneda...



- a) Caerá delante del pasajero
- b) Caerá detrás del pasajero
- c) Volverá a las manos del pasajero
- d) Depende de la velocidad del lanzamiento
- e) Depende de la velocidad del bus

11. Se lanza un cuerpo A verticalmente hacia arriba simultáneamente se lanza otro cuerpo B que describe una trayectoria parabólica completa, si ambos alcanzan la misma altura, ocurre que:
- a) Llega primero el cuerpo A
 - b) Llega primero el cuerpo B
 - c) Depende de la velocidad de lanzamiento del cuerpo A
 - d) Ambos cuerpos llegan iguales
12. Si el tiempo de vuelo de un objeto que describe una trayectoria parabólica completa es de 12 segundos. El tiempo que emplea dicho cuerpo para subir hasta su punto máximo es
- a) 2 segundos
 - b) 3 segundos
 - c) 4 segundos
 - d) 6 segundos
 - e) 10 segundos

B. Anexo: Tutorial manipulación del software Modellus

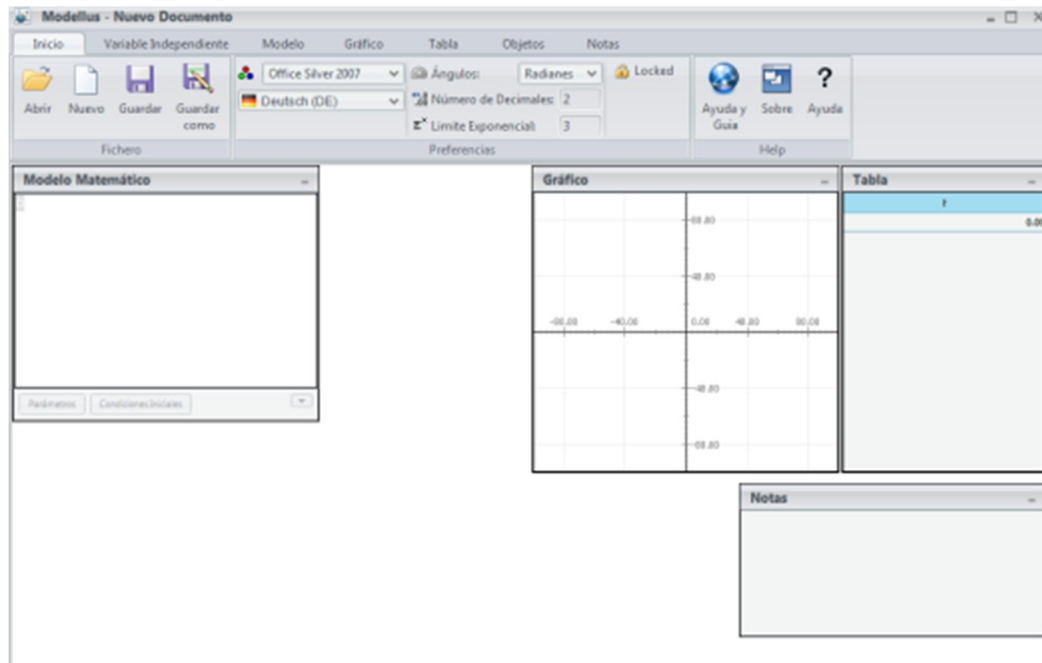
TUTORIAL MODELLUS
DOCENTE: ANDRES TRESPALACIOS MONSALVE
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN VICENTE DE PAUL

Descargar e instalar

- Ingrese en la página <http://www.modellus.co/index.php/es/bajar>
- Click en **bajar (32 bit)**, seleccione el sitio donde lo va a bajar (se recomienda escritorio)
- Abrirlo y darle click en **ejecutar** y darle **next** a todos los siguientes pasos de instalación.
- Luego de instalarlo se puede abrir, siga la siguiente ruta “ equipo-sistema operativo (C) – usuario – descarga - ModellusX - ModellusX aplicación”

Reconocimiento del programa

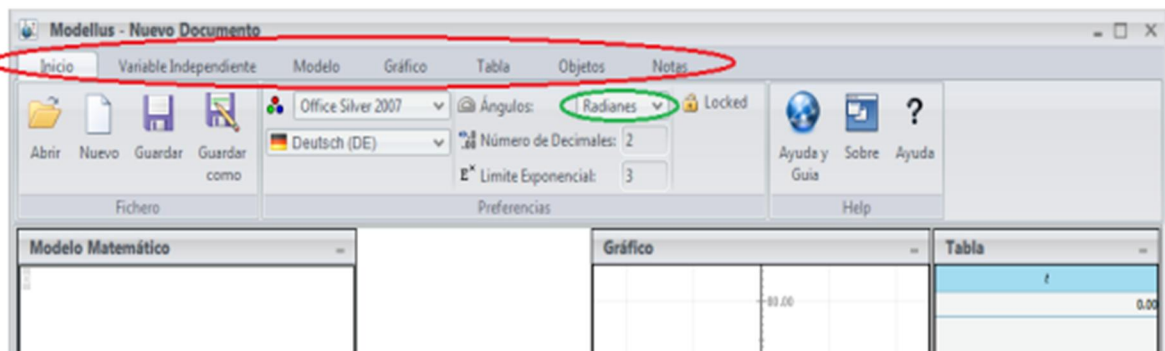
Al ingresar a ModellusX vas a encontrar 4 mini-ventanas **Modelo Matemático, Grafico, Tabla y Notas** y un espacio en blanco restante que llamaremos **zona de montaje**, los cuales usaremos de la siguiente forma:



- **Modelo Matemático:** Aquí es donde digitamos las ecuaciones matemáticas
- **Gráfico:** Sirve para ver el comportamiento de alguna variable respecto al tiempo
- **Tabla:** Muestra los datos obtenidos en el tiempo para las variables involucradas, como el avance horizontal "X", la altura del objeto "Y" o la velocidad del objeto "V".
- **Notas:** Aquí copiaremos el enunciado del problema.
- **Zona de montaje:** En el espacio restante realizaremos el montaje

Las mini-ventanas se pueden minimizar mientras se hace el montaje del modelo

Realización del montaje



Las herramientas del programa que se encuentran encerradas por el ovalo rojo las vamos a usar constantemente.

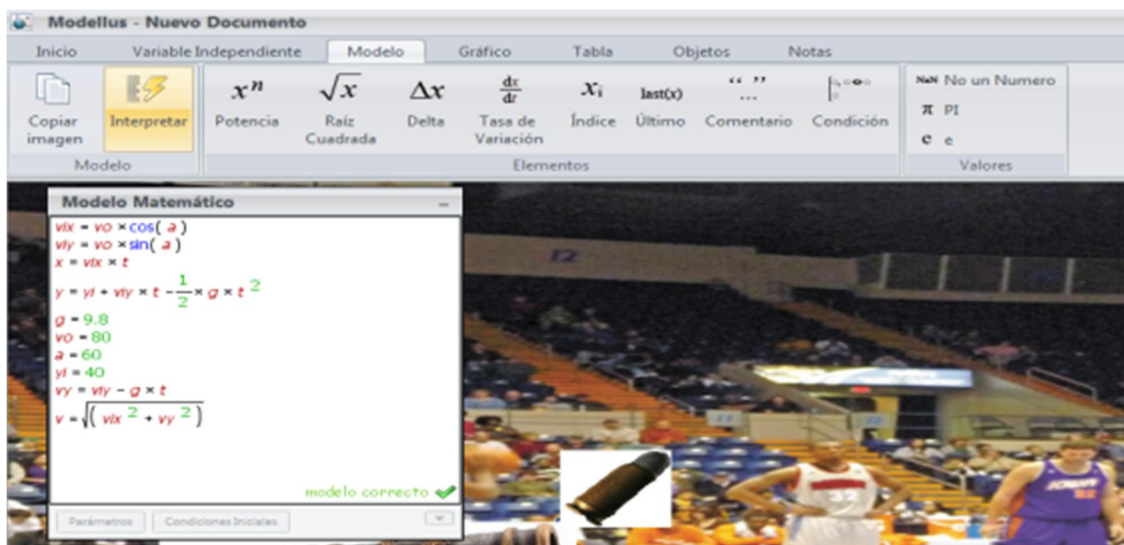
Paso 1: Al abrir el programa automáticamente las herramientas están ubicadas en inicio (ovalo rojo). Allí vamos a ángulos y cambiamos de radianes a grados (ovalo verde)

Paso 2: Vamos a Modelo (ovalo rojo) y digitamos las ecuaciones del movimiento parabólico en la mini-ventana **modelo**.

El signo “por” sale con la barra espaciadora y la función seno se escribe “sin(a)”

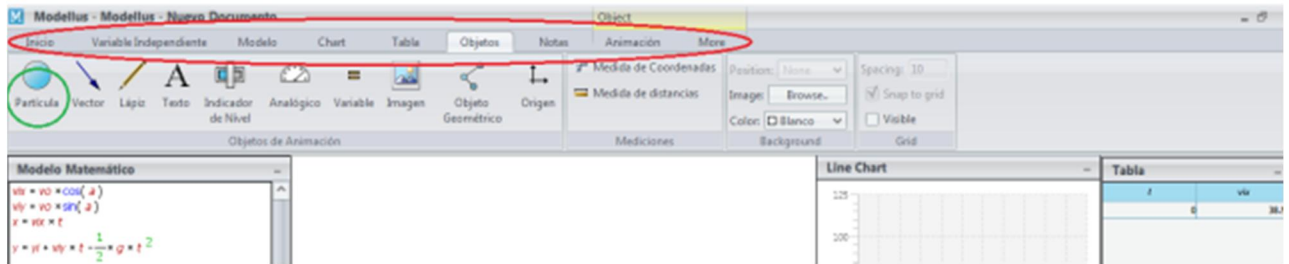
- $v_{ix} = v_o \cdot \cos(a)$
- $v_{iy} = v_o \cdot \sin(a)$
- $x = v_{ix} \cdot t$
- $y = y_i + v_{iy} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
- $v_y = v_{iy} - g \cdot t$
- $v = \sqrt{v_{ix}^2 + v_y^2}$

Además de estas ecuaciones debemos de especificar el valor de la velocidad inicial (v_o), el valor de ángulo (a), el valor de la gravedad (g) y el valor de la altura inicial de lanzamiento (y_i), esto se realiza digitando en la misma mini-ventana los valores que te indique el problema.

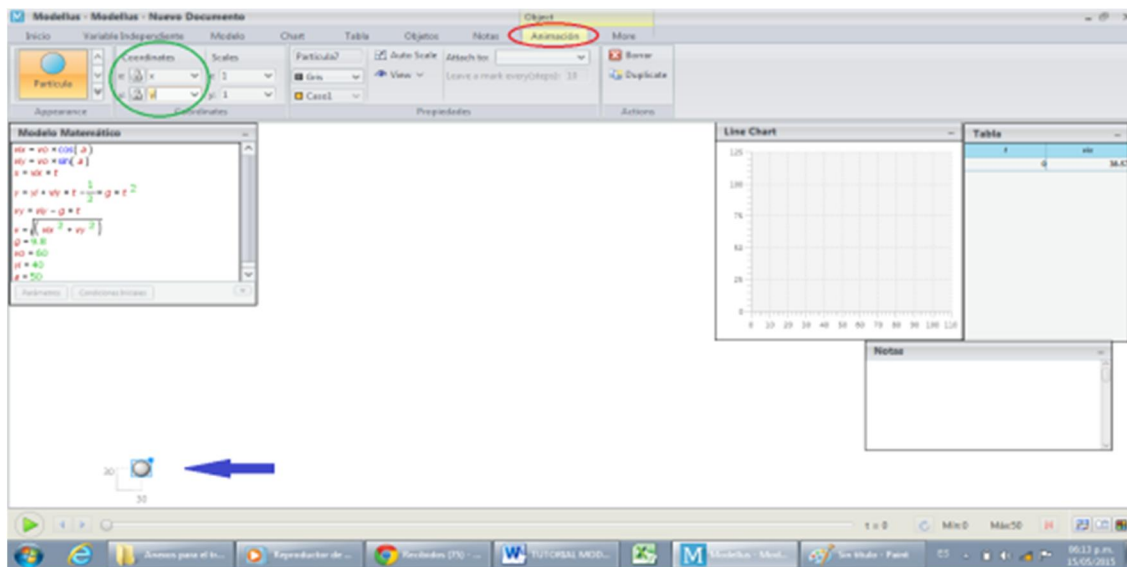


Le damos click en interpretar ubicado debajo del ovalo rojo y en la mini-ventana de modelo aparece si las ecuaciones están correctamente digitadas

Paso 3: Nos dirigimos a objetos (ovalo rojo) y le damos click en partícula (ovalo verde).

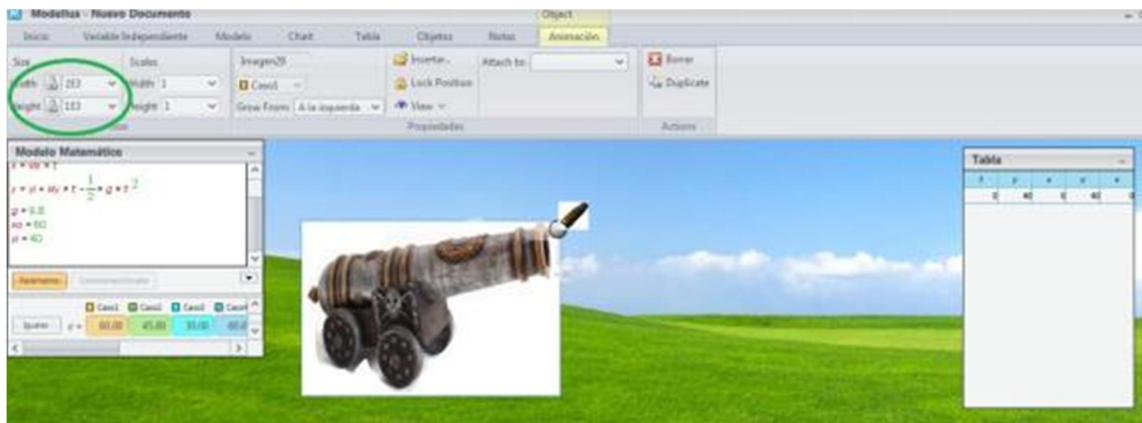


Llevamos esa partícula hasta la **zona de montaje** simplemente dándole click en donde se quiere ubicar como lo muestra la flecha en la parte inferior de la gráfica. Inmediatamente queda ubicado el objeto se abre otro icono en la zona de herramientas llamado **animación** (ovalo rojo), vamos a coordenadas (ovalo verde) y las cambiamos desplegando las flechas y seleccionamos en la primera "x" y en la segunda "y"



Paso 4: Vamos a insertar las imágenes que le proporcionaran mayor realidad a la situación. Debemos entonces tener las imágenes guardadas en el equipo (se sugiere en el escritorio)

104 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



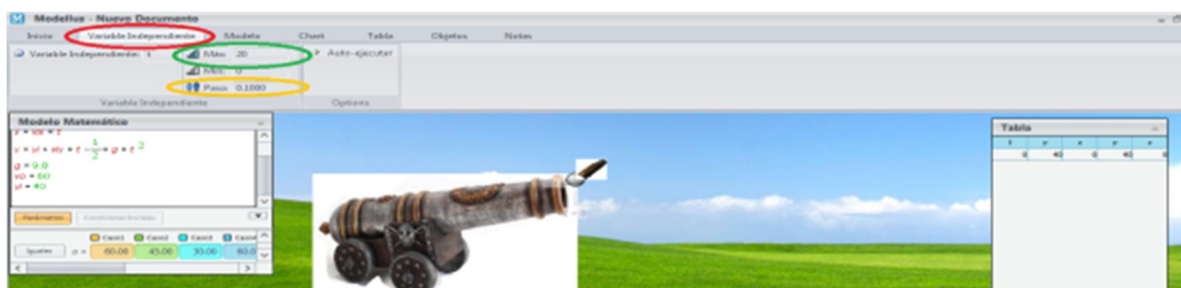
Nos dirigimos de nuevo a objetos y le damos click en imagen y click en cualquier punto de la zona de montaje. Seleccionamos la imagen deseada y le damos click en abrir e inmediatamente se inserta la imagen.

Podemos insertar las imágenes que se deseen, estas se pueden mover con click sostenido y el tamaño se puede cambiar con coordenadas (ovalo verde), la coordenada de arriba indica el tamaño horizontal y el de abajo vertical.

Se deben insertar primero las imágenes pequeñas y luego las más grandes que van quedando de fondo (en este ejemplo se insertó primero el proyectil luego el cañón y por último el paisaje).

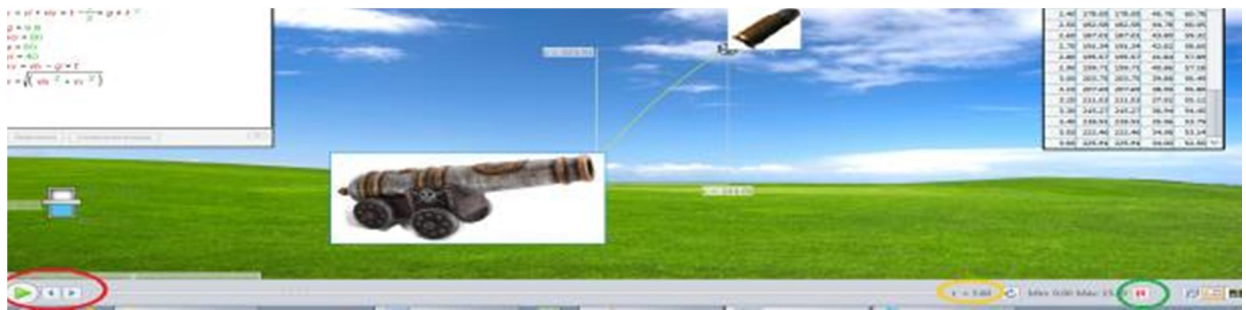
Paso 5: La simulación se realizara por 50 segundos, puedes cambiar ese tiempo y reducirlo o aumentarlo, yendo a variable independiente (ovalo rojo) y modificando el tiempo Max (ovalo verde) y digitando el tiempo que desees.

También puedes modificar la velocidad del movimiento modificando el tiempo de paso (ovalo amarillo)



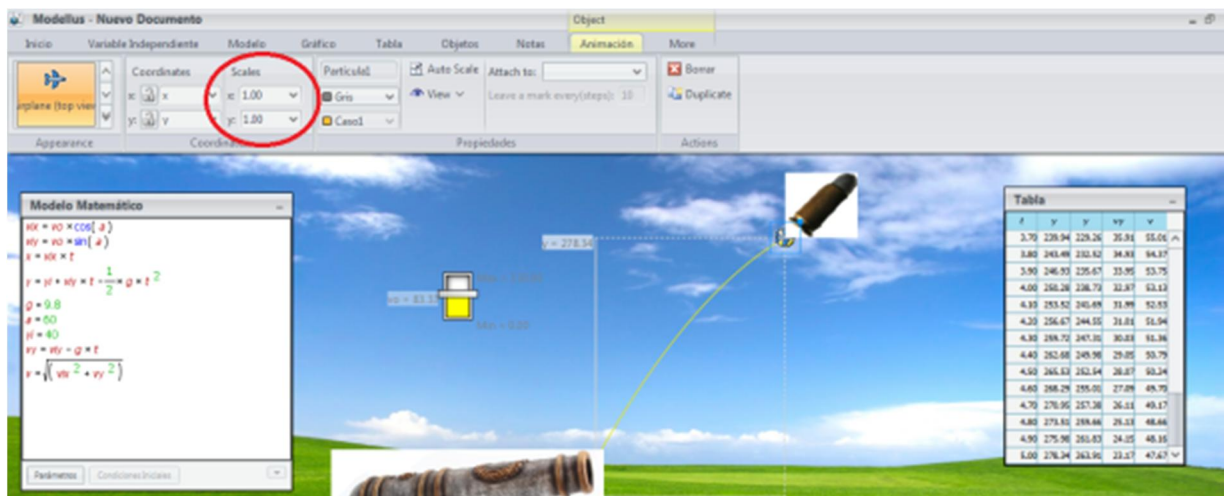
Paso 6: En la parte inferior de la pantalla encuentras los iconos para controlar la simulación, en el ovalo rojo se encuentra el icono de play y pausa de la simulación, en el ovalo verde encuentra el icono de reinicio de la simulación y en el ovalo amarillo se puede visualizar el tiempo que lleva la simulación.

Además que también en el ovalo rojo, puedes después de ponerle pause, mover con las flechas paso a paso el movimiento.



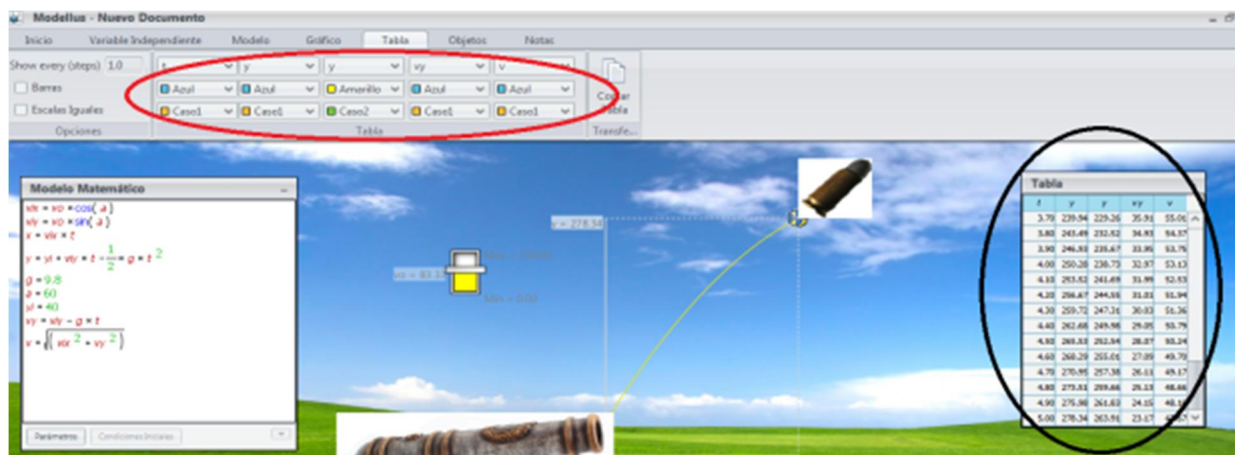
Adicionales

- **Ampliar o reducir la simulación:** cuando el lanzamiento es muy corto o muy largo debido a la velocidad inicial o al ángulo, entonces podemos modificar el tamaño de la simulación, primero señalando el objeto lanzado en la zona de montaje, luego vamos a animación y finalmente vamos a escala (ovalo rojo), escribir números más grandes que 1 para ampliar o menores que 1 para reducir.

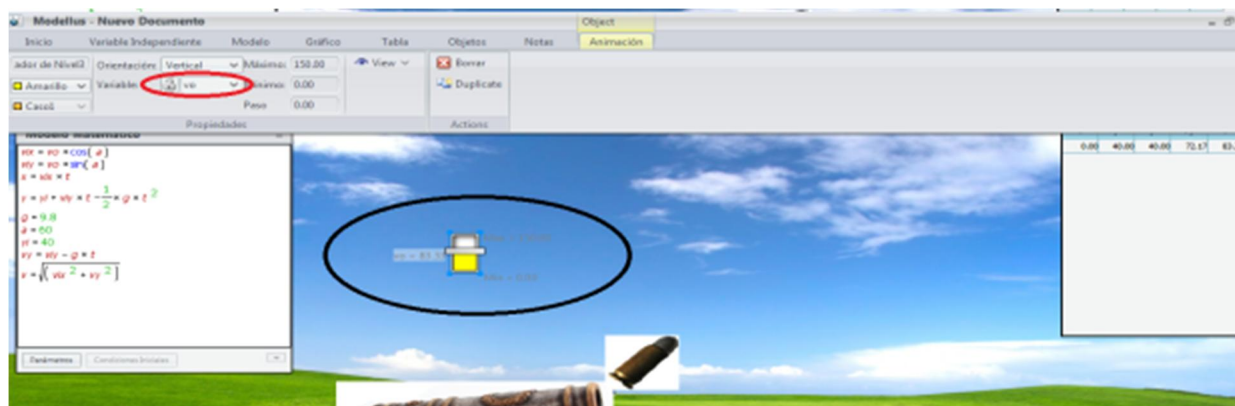


- **Tabla:** usaremos de las herramientas, la mini-ventana tabla, donde puedes visualizar los datos de las variables que desees en relación al tiempo, en el ovalo rojo seleccionas que variables quieres observar en la tabla y en el ovalo negro aparecen cuando inicias la simulación. De allí puedes extraer datos que te ayuden a solucionar el problema.

106 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



- **Indicador de nivel:** consiste en una herramienta que aumenta o disminuye un parámetro como la velocidad inicial (v_0) o el ángulo (α) fácilmente para la simulación y así encontrar un resultado por tanteo. Se encuentra en objetos y ahí le das click en indicador de nivel e inmediatamente lo ubicas en la zona de montaje, desde allí se manipula dicho parámetro.



Debes indicar la variable que quieres manipular seleccionándola en el ovalo rojo, y **quitarla del modelo matemático**. También en ese menú encuentras los rangos para esa variable e incluso el color que quieras para el indicador. En el ovalo negro encuentras el indicador que puedes manipular con el mouse.

C. Anexo: Situaciones prácticas para simular y resolver con Modellus parte 1

Problemas a desarrollar

Cada pareja debe desarrollar una situación problema

1. Un cañón dispara proyectiles con una inclinación de 52° y una velocidad de 100 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

2. Un motociclista salta una rampa inclinada 54° con una velocidad de 95 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

3. Un golfista impacta una bola con una velocidad de 110 m/s con un ángulo de inclinación de 50°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

4. Un beisbolista impacta una pelota con un ángulo de inclinación de 55° y con una velocidad de 97 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

5. Un arquero dispara flechas con una inclinación de 61° y una velocidad de 93 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

6. Un atleta realiza un lanzamiento de jabalina con una inclinación de 66° y una velocidad de 89 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

-
7. Un futbolista impacta un balón con una velocidad 90 m/s y con un ángulo de inclinación de 57°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

8. Un atleta realiza un lanzamiento de martillo con una velocidad de 96 m/s y una inclinación de 64°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

9. Un hombre bala sale disparado de un cañón inclinado 68° con una velocidad de 80 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

10. Un cañón dispara proyectiles con una inclinación de 53° y una velocidad de 107 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

110 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

11. Un motociclista salta una rampa inclinada 56° con una velocidad de 98 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

12. Un golfista impacta una bola con una velocidad de 114 m/s con un ángulo de inclinación de 58°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

13. Un beisbolista impacta una pelota con un ángulo de inclinación de 61° y con una velocidad de 99 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

14. Un arquero dispara flechas con una inclinación de 65° y una velocidad de 96 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

15. Un atleta realiza un lanzamiento de jabalina con una inclinación de 69° y una velocidad de 92 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

16. Un futbolista impacta un balón con una velocidad 93 m/s y con un ángulo de inclinación de 60°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

17. Un atleta realiza un lanzamiento de martillo con una velocidad de 92 m/s y una inclinación de 59°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

18. Un hombre bala sale disparado de un cañón inclinado 70° con una velocidad de 94 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

112 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

b) el tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

D. Anexo: Situaciones prácticas para simular y resolver con Modellus parte 2

Problemas a desarrollar

SITUACIÓN:

1. Un cañón dispara proyectiles con una inclinación de 52° y una velocidad de 100 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____

e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____

e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____

f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____

g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

2. Un motociclista salta una rampa inclinada 54° con una velocidad de 95 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____

e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____

e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____

f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____

g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

3. Un golfista impacta una bola con una velocidad de 110 m/s con un ángulo de inclinación de 50°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____

-
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

4. Un beisbolista impacta una pelota con un ángulo de inclinación de 55° y con una velocidad de 97 m/s

- Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

5. Un arquero dispara flechas con una inclinación de 61° y una velocidad de 93 m/s

- Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

6. Un atleta realiza un lanzamiento de jabalina con una inclinación de 66° y una velocidad de 89 m/s

- Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____

g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

7. Un futbolista impacta un balón con una velocidad 90 m/s y con un ángulo de inclinación de 57°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____

e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____

e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____

f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____

g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

8. Un atleta realiza un lanzamiento de martillo con una velocidad de 96 m/s y una inclinación de 64°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

- 9. Un hombre bala sale disparado de un cañón inclinado 68° con una velocidad de 80 m/s

- Calcular:
- a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
 - b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
 - c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
 - d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
 - e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
 - e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
 - f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
 - g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

10. Un cañón dispara proyectiles con una inclinación de 53° y una velocidad de 107 m/s

- Calcular:
- a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
 - b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
 - c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
 - d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
 - e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
 - e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
 - f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
 - g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

11. Un motociclista salta una rampa inclinada 56° con una velocidad de 98 m/s

- Calcular:
- a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
 - b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
 - c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
 - d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
 - e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
 - e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
 - f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____

120 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

g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

12. Un golfista impacta una bola con una velocidad de 114 m/s con un ángulo de inclinación de 58°

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____

c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____

d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____

e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____

e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____

f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____

g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

13. Un beisbolista impacta una pelota con un ángulo de inclinación de 61° y con una velocidad de 99 m/s

Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____

-
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

14. Un arquero dispara flechas con una inclinación de 65° y una velocidad de 96 m/s

- Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

15. Un atleta realiza un lanzamiento de jabalina con una inclinación de 69° y una velocidad de 92 m/s

- Calcular:
- a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
 - b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
 - c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
 - d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
 - e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
 - e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
 - f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
 - g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

16. Un futbolista impacta un balón con una velocidad 93 m/s y con un ángulo de inclinación de 60°

- Calcular:
- a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
 - b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
 - c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
 - d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____

-
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

17. Un atleta realiza un lanzamiento de martillo con una velocidad de 92 m/s y una inclinación de 59°

- Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

SITUACIÓN:

18. Un hombre bala sale disparado de un cañón inclinado 70° con una velocidad de 94 m/s

124 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

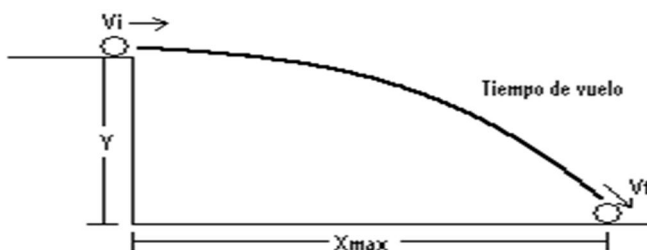
- Calcular: a) La altura máxima que alcanza el objeto = _____
- b) El tiempo que tarda el objeto en el aire = _____
- c) La distancia horizontal a la que cae el objeto = _____
- d) La velocidad del objeto en el punto más alto = _____
- e) La velocidad del objeto al llegar al suelo = _____
- e) La altura que tiene el objeto a los 6 segundos = _____
- f) El alcance horizontal del objeto a los 10 segundos = _____
- g) El tiempo que tarda el objeto en alcanzar la máxima altura = _____

E. Anexo: Taller de ejercicios prácticos

TALLER MOVIMIENTO PARABÓLICO Y SEMI-PARABÓLICO ANDRES TRESPALACIOS MONSALVE FÍSICA GRADO 10°

Recuerde que para solucionar los siguientes ejercicios se debe: Graficar, extraer los datos del problema, mostrar la ecuación que se va a usar, reemplazar, hacer los cálculos matemáticos y mostrar la solución del problema.

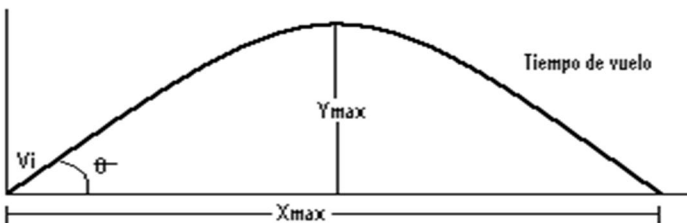
Semiparabólico:



1. Desde el borde de una mesa se lanza horizontalmente un cuerpo "A". Simultáneamente se deja caer desde el mismo punto un cuerpo "B". ¿Cuál de los dos llega primero al suelo? ¿porqué?
2. Una pelota es lanzada horizontalmente desde una altura de 27 metros con una velocidad de 25 m/s. Calcular:
 - a) El tiempo que dura la pelota en el aire
 - b) El alcance horizontal de la pelota
 - c) La velocidad que posee la pelota al llegar al suelo

3. Desde un avión que viaja a 330 km/h con una altura de 2500 metros se suelta un paquete.
 - a) Calcular el tiempo que tarda el paquete en llegar al suelo
 - b) Calcular la distancia horizontal que recorre el paquete
 - c) Si la velocidad máxima que soporta el paquete al llegar al suelo sin romperse es de 248 m/s. Determinar si este se rompe o no.
4. Un motociclista salta horizontalmente desde una terraza de un edificio de 18 metros de altura y cae al suelo en un punto situado a 60 metros de la base del edificio. Calcular:
 - a) El tiempo que estuvo el motociclista en el aire
 - b) La velocidad que llevaba al salir de la terraza
 - c) La velocidad con la que llegó al suelo
5. Un proyectil es disparado horizontalmente desde un acantilado al borde del mar, con una velocidad de 300 m/s. Si el proyectil tarda 8 segundos en llegar al agua. Determinar:
 - a) La altura del acantilado
 - b) El alcance horizontal del proyectil
 - c) La velocidad con la que el proyectil llega al mar

Parabólico:



6. En el movimiento parabólico:
 - a) ¿Qué tipo de movimiento se manifiesta en el eje "X"?
 - b) ¿Qué tipo de movimiento se manifiesta en el eje "Y"?
 - c) ¿En qué posición la velocidad en el eje "Y" es cero?
7. Un bateador golpea una pelota con un ángulo de 70 grados y le proporciona una velocidad de 19 m/s. Calcular:

-
- a) Cuánto tarda la pelota en llegar al suelo
 - b) A que distancia del bateador cae la pelota
 - c) Si el techo del diamante de beisbol tiene una altura de 30 metros, demostrar si la pelota toca el techo o no
8. Un motociclista salta una rampa que tiene una inclinación de 30 grados, si el desea alcanzar una altura de 25 metros. Hallar:
- a) Con que velocidad debe tomar la rampa.
 - b) A que distancia de la rampa caerá el motociclista
9. Un cañón dispara proyectiles con una velocidad de 120 m/s. Si con este cañón se desea destruir una casa que está ubicada a 1,3 kilómetros de distancia. Calcular:
- a) El ángulo de inclinación que debe tener el cañón
 - b) El tiempo que tarda el proyectil en llegar a la casa
10. Tres cañones llamados "P", "Q" y "R" tienen ángulos de inclinación de 25, 45 y 65 grados respectivamente. Si los tres se disparan al mismo tiempo con una velocidad inicial de 80 m/s. Determinar:
- a) De cuál de los cañones proviene el proyectil que alcanza más altura
 - b) De cuál de los cañones proviene el proyectil que tarda más en caer al suelo
 - c) De cuál de los cañones proviene el proyectil que cae más lejos

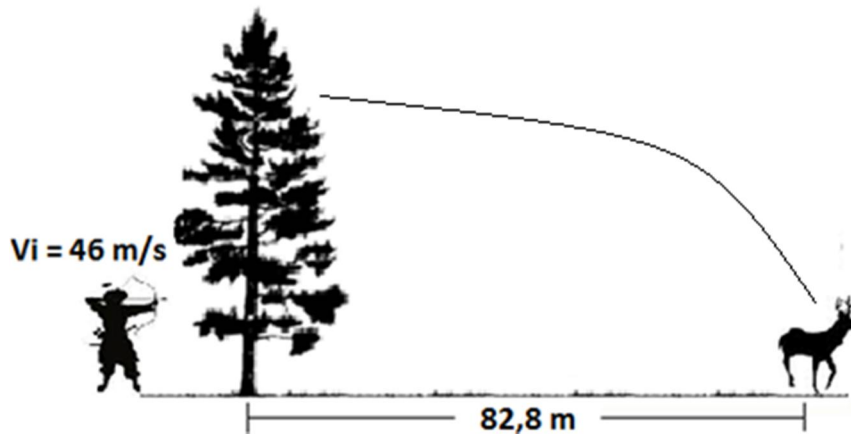
F. Anexo: Taller de ejercicios prácticos

TALLER DE MOVIMIENTO PARABÓLICO

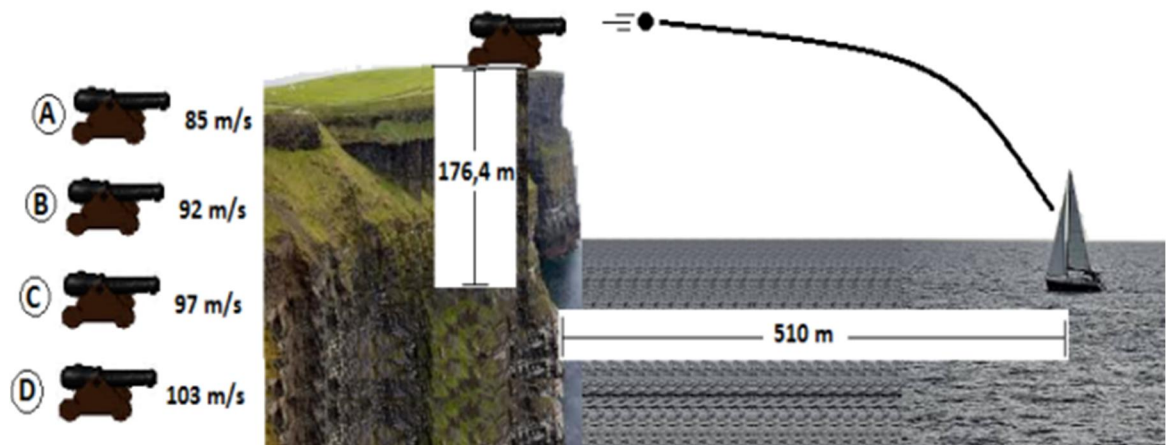
1. Un niño ubicado en la terraza de un edificio de **35 metros** de altura sobre los techos de unas casas vecinas (A, B, C, D, E y F), pateó un balón de fútbol horizontalmente con una velocidad de **12 m/s**. Si cada una de las casas mide 7 metros de ancho (Ver grafica). Calcular:
 - a) En cual de las casas cae el balón
 - b) La velocidad con la que el balón golpea el techo de la casa donde cae



2. Un cazador dispara flechas horizontalmente con una velocidad de **46 m/s**, si un arbol esta ubicado a **82,8 metros** de un venado. ¿Que altura deberia trepar el cazador en el arbol para atinarle al venado?, ¿con que velocidad impacta la flecha al venado?



3. Desde un acantilado de **176,4 metros** de altura se quiere destruir un barco ubicado a **510 metros** de distancia desde la base del acantilado. Se tienen cuatro cañones A, B, C y D que disparan proyectiles a 85, 92, 97 y 103 m/s. Calcular:
- ¿Cual cañon debe usarse para impactar exactamente en el barco?
 - ¿Con que velocidad el proyectil del cañon seleccionado impacta el barco?

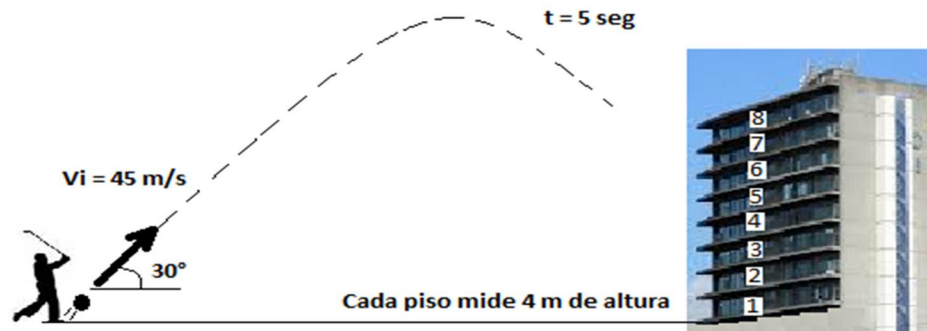


G. Anexo: Taller de ejercicios prácticos

TALLER DE EJERCICIOS (MOVIMIENTO PARABÓLICO)

1. Desde la azotea de un edificio de 40 metros de altura, se dispara un proyectil con una velocidad de 55 m/s y con un ángulo de inclinación de 38° con el fin de impactar un objetivo ubicado en el suelo. Calcular:
 - a) Cuanto tiempo tarda el proyectil en impactar el objetivo
 - b) A qué distancia se encuentra el objetivo de la base del edificio
 - c)Cuál es la velocidad del proyectil al momento del impacto

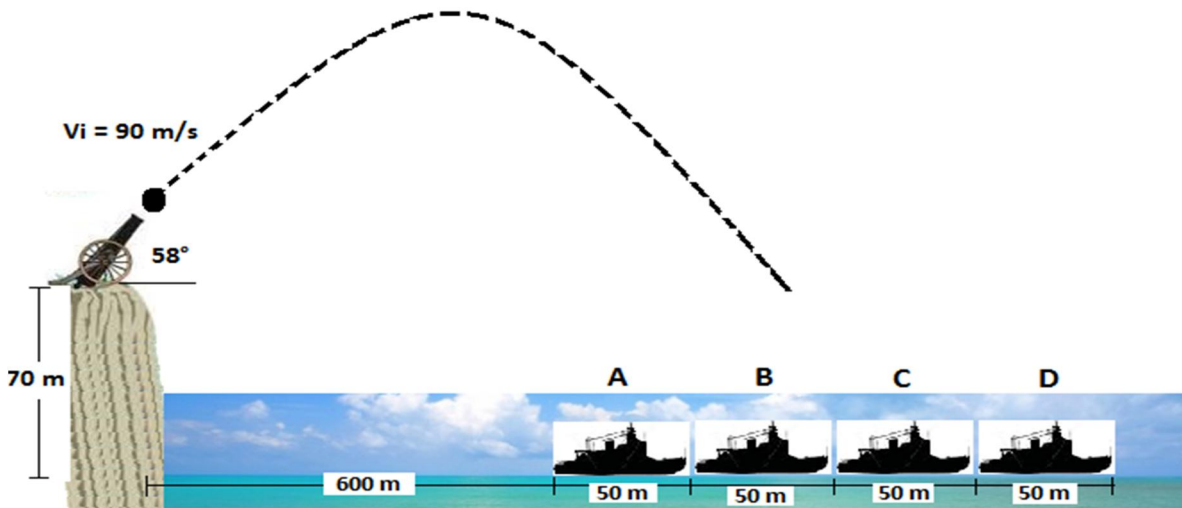
2. Un golfista en el suelo le proporciona a una pelota una velocidad de 45 m/s con una inclinación de 40° con la horizontal, la pelota impacta 5 segundos después contra un edificio de 8 pisos, se sabe que cada piso mide 4 metros de altura. Calcular:
 - a) Contra cual piso del edificio impacta la pelota
 - b) A que distancia está el edificio del golfista
 - c) La velocidad de la pelota cuando choca contra el edificio



3. Un cañón ubicado en un acantilado de 70 metros de altura dispara proyectiles con una velocidad de 90 m/s y con una inclinación de 58° respecto a la horizontal, el proyectil va dirigido contra 4 barcos (A, B, C y D) filados en línea recta sin separación entre ellos, cada barco mide 50 metros de largo y el que está más cercano se encuentra a 600 metros al acantilado, **se sabe que el proyectil impacta a uno de los barcos.**

Calcular:

- El tiempo que tarda el proyectil en impactar al barco desafortunado
- Cuál de los barcos fue impactado
- La velocidad del proyectil al momento del impacto

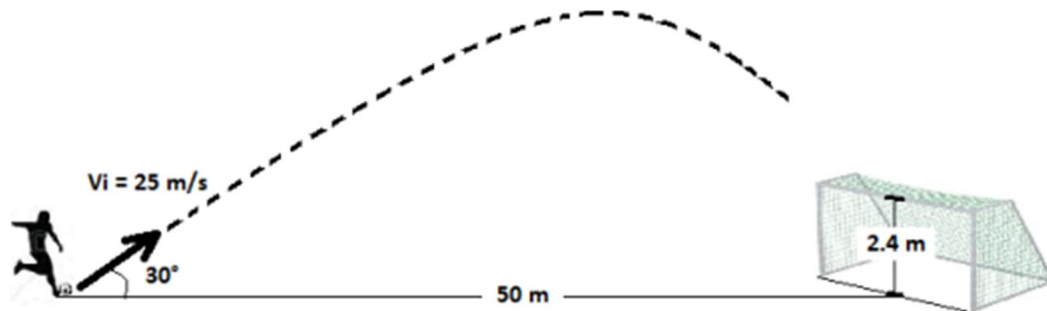


4. Un futbolista patea desde el suelo un balón hacia una portería ubicada a 50 metros de distancia con una velocidad de 25 m/s y con un ángulo de inclinación de 30° . Calcular:

- El tiempo que tarda el balón en pasar por el eje vertical de la portería

132 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

- b) Si la portería mide 2.4 metros de altura, responder si el balón ingresa a la portería o le pasa por encima.
- c) La velocidad con que pasa el balón por el eje vertical de la portería



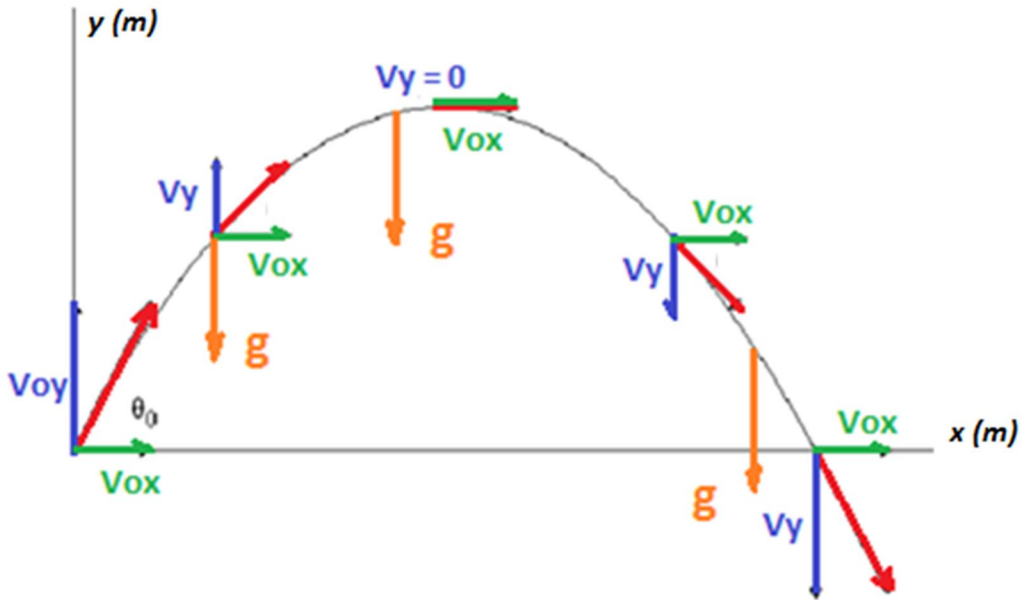
H. Anexo: Módulo de clase teórica

MOVIMIENTO PARABÓLICO
Elaborado por: Andrés Trespacios Monsalve
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN VICENTE DE PAUL
2015

Se denomina movimiento parabólico al realizado por un objeto que describe una trayectoria parabólica. El ejemplo más común es el que experimentan los cuerpos lanzados no verticalmente cerca de la superficie terrestre (despreciando la resistencia del aire).

Si una partícula se mueve con aceleración constante y su velocidad inicial no tiene la misma dirección de ésta, entonces:

- Su movimiento es parabólico.
- La parábola que describe en su movimiento pertenece al plano que contiene los vectores de la velocidad inicial y la aceleración.
- El movimiento parabólico se puede interpretar como la superposición de dos movimientos rectilíneos INDEPENDIENTES: Un Movimiento Uniforme (MU) y un Movimiento Uniformemente Variado o Acelerado (MUA).



Tomando las condiciones iniciales en $t_0 = 0$

Se descompone la velocidad inicial en x: $V_{0x} = V_0 \cdot \cos(\theta)$

Se descompone la velocidad inicial en y: $V_{0y} = V_0 \cdot \sin(\theta)$

Se obtienen las ecuaciones básicas de los dos movimientos:

Movimiento Rectilíneo Uniforme

$$X = X_0 + V_x \cdot t$$

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

$$V_y = V_{0y} - a \cdot t$$

$$Y = Y_0 + V_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$V_y^2 = V_{0y}^2 - 2 \cdot a \cdot Y$$

Si el movimiento se efectúa cerca de la superficie de la tierra entonces $a = g$

Los signos en estas ecuaciones dependen del sistema de coordenadas elegido (para el caso ilustrado de la figura la aceleración de la gravedad es negativa)

El ángulo Θ se mide en sentido anti horario respecto a la horizontal.

Por superposición: estas ecuaciones las usamos para analizar las características del movimiento en el plano, además la velocidad real del objeto en cualquier instante de tiempo es:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

Para tener en cuenta:

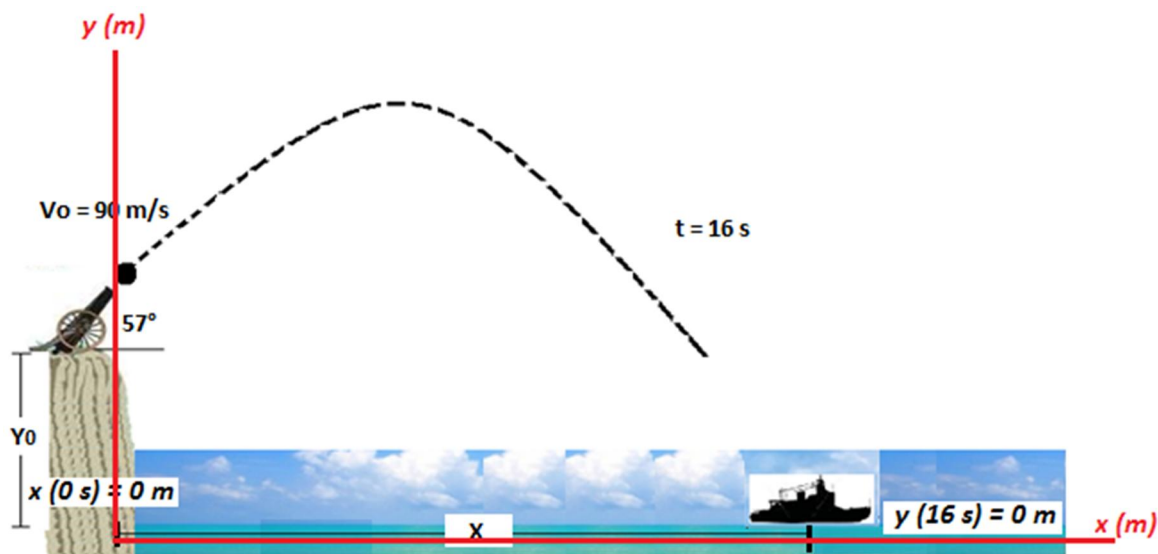
- Tiempo de vuelo: Tiempo que dura el cuerpo en el “aire”
- Alcance: Distancia horizontal que avanza el cuerpo. El máximo alcance se logra para lanzamientos a 45°
- Altura máxima: Máximo valor de la posición en y. En ese punto la componente vertical de la velocidad es cero ($V_y = 0$)

Ejemplos 1:

Un cañón ubicado en la cima de un acantilado dispara un proyectil con una inclinación de 57° con la horizontal y con una velocidad inicial de 90 m/s. El proyectil impacta un barco en el mar a los 16 segundos.

Calcular:

- La distancia horizontal a la que se encuentra el barco desde la base del acantilado
- La altura del acantilado
- La velocidad del proyectil cuando impacta el barco



SOLUCIÓN

Ubicamos en el mar nuestros ejes coordenados, es decir, $X(0) = 0$ m; $Y(16\text{s}) = 0$ m

Encontramos las componentes en X y Y de la velocidad inicial:

En x: $V_{0x} = V_0 \cdot \cos(\theta)$

$$V_{0x} = 90 \frac{m}{s} \cdot \cos(57^\circ) = 49,01 \frac{m}{s}$$

En y: $V_{0y} = V_0 \cdot \sin(\theta)$

$$V_{0y} = 90 \frac{m}{s} \cdot \sin(57^\circ) = 75,48 \frac{m}{s}$$

a) Encontramos el alcance horizontal X (16 s):

$$X = X_0 + V_x \cdot t$$

$$X = 0 + 49,01 \frac{m}{s} \cdot 16s = 784,16 \text{ m}$$

Respuesta: El barco se encuentra a 784,16 metros desde la base del acantilado

b) Encontramos la altura del acantilado Y (16s) = 0

$$Y = Y_0 + V_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$0 = Y_0 + 75,48 \frac{m}{s} \cdot 16s - \frac{1}{2} 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot (16s)^2$$

Despejando Y_0

$$Y_0 = 46,72 \text{ m}$$

Respuesta: El acantilado tiene una altura de 46,72 metros

c) Encontramos la velocidad del proyectil cuando impacta el barco

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$V_x = V_{0x} = 49,01 \frac{m}{s}$$

$$V_y = V_{0y} - g \cdot t$$

$$V_y = 75,48 \frac{m}{s} - 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 16s = -80,96 \frac{m}{s}$$

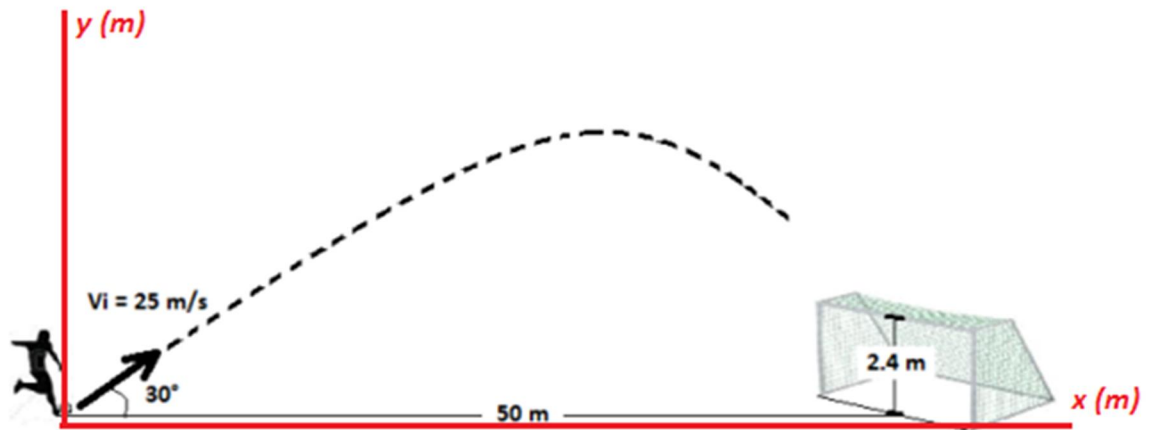
$$V = \sqrt{\left(49,01 \frac{m}{s}\right)^2 + \left(-80,96 \frac{m}{s}\right)^2} = 94,63 \frac{m}{s}$$

Respuesta: La velocidad del proyectil es de 94,63 m/s al momento de impactar el barco

Ejemplo 2.

Un futbolista patea desde el suelo un balón hacia una portería ubicada a 50 metros de distancia con una velocidad de 25 m/s y con un ángulo de inclinación de 30°. Calcular:

- El tiempo que tarda el balón en pasar por el eje vertical de la portería
- Si la portería mide 2.4 metros de altura, responder si el balón ingresa a la portería o le pasa por encima.
- La velocidad con que pasa el balón por el eje vertical de la portería



SOLUCIÓN

Ubicamos en el suelo nuestro sistema de coordenadas, es decir, $X(0s) = 0$;
 $Y(0s) = 0$ m

Encontramos las componentes en X y Y de la velocidad inicial:

En x: $V_{0x} = V_0 \cdot \cos(\theta)$

$$V_{0x} = 25 \frac{m}{s} \cdot \cos(30^\circ) = 21,65 \frac{m}{s}$$

En y: $V_{0y} = V_0 \cdot \text{sen}(\theta)$

$$V_{0y} = 25 \frac{m}{s} \cdot \text{sen}(30^\circ) = 12,5 \frac{m}{s}$$

- a) Encontramos el tiempo que tarda el balón en pasar por el eje vertical de la portería

140 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

$$X = X_0 + V_x \cdot t$$

$$50m = 0 + 21,65 \frac{m}{s} \cdot t$$

Despejando el tiempo $t = 2,3 s$

Respuesta: El balón pasa por el eje vertical de la portería a los 2,3 segundos después de ser pateado

b) Encontramos la altura Y del balón a los 2,3 segundos y así determinar si el balón ingresa a la portería de 2.4 metros de altura

$$Y = Y_0 + V_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$Y = 0 + 12,5 \frac{m}{s} \cdot 2,3s - \frac{1}{2} 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot (2,3s)^2$$

$$Y = 2,82 m$$

Respuesta: El balón pasa por encima de la portería.

- c) Encontramos La velocidad con que pasa el balón por el eje vertical de la portería

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$V_x = V_{0x} = 21,65 \frac{m}{s}$$

$$V_y = V_{0y} - g \cdot t$$

$$V_y = 12,5 \frac{m}{s} - 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 2,3s = -10,04 \frac{m}{s}$$

$$V = \sqrt{(21,65 \frac{m}{s})^2 + (-10,04 \frac{m}{s})^2} = 23,86 \frac{m}{s}$$

Respuesta: La velocidad del balón al pasar por la portería es de **23,86 m/s**

I. Anexo: Guía de laboratorio

Guía de laboratorio
Movimiento parabólico-conservación de la energía
Docente: Andrés Trespalcios Monsalve
Institución Educativa San Vicente de Paul
2015

Obtener los siguientes datos de la experiencia:

Y = m

Altura inicial

D = m

Diámetro de la esfera

Tiempo (τ) <i>(Tiempo leído en physic sensor)</i>	Alcance horizontal (X)	Velocidad inicial V_0 (m/s) $V_0 = \frac{D}{\tau}$	Tiempo de vuelo t (s) $X = V_0 \cdot t$
=> Promedio (t)			

Calcular la aceleración de la gravedad: $Y = \frac{g \cdot t^2}{2}$

$$g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$$

Calcular la velocidad con la que llega el cuerpo al suelo:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad ; \quad V_x = V_0 \quad ; \quad V_y = g \cdot t$$

$$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$

Calcular la velocidad con la que el cuerpo llega el suelo usando **CONSERVACION DE LA ENERGIA**

$$\frac{V_i^2}{2} + g \cdot h_i = \frac{V_f^2}{2} + g \cdot h_f$$

$$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$