



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO Y CONVERSIÓN DE SRS EN EL ESTUDIO DE ALGUNOS FENÓMENOS FÍSICOS

JUAN CARLOS SALAZAR TORRES

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia  
2022

# LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO Y CONVERSIÓN DE SRS EN EL ESTUDIO DE ALGUNOS FENÓMENOS FÍSICOS

Juan Carlos Salazar Torres

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al  
título de: MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Directora:  
Elisabeth Restrepo Parra

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia  
2022

## *Dedicatoria*

*A mi hijo (Juan Andrés Salazar), que es la luz y el motor de mi vida; de igual forma a mis padres que siempre han estado para apoyarme en los momentos de dificultad.*

## Agradecimientos

Agradezco de manera muy especial a mi asesora Elisabeth Restrepo Parra, por sus valiosos aportes desde sus conocimientos y por comprenderme en los momentos de dificultad por los que pase.

A los docentes de la maestría por compartir sus conocimientos con nosotros y así generar cambios significativos en el papel de la enseñanza.

A mi familia, por la comprensión y motivación incondicional durante el tiempo de estudio y realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que de manera directa o indirectamente aportaron su granito de arena para lograr este trabajo.



## Contenido

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 10 |
| ABSTRACT .....   | 11 |
| INTRODUCCIÓN .....                                     | 12 |
| PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....                        | 13 |
| OBJETIVOS .....  | 13 |
| OBJETIVO GENERAL: .....                                | 13 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....                           | 13 |
| CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....                        | 14 |
| 2.1 ANTECEDENTES .....                                 | 14 |
| CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....                          | 16 |
| 3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO .....                        | 16 |
| 3.2 DESARROLLO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA PROPUESTA ..... | 16 |
| 3.2.1 ETAPA 1.....                                     | 16 |
| 3.2.2 ETAPA 2.....                                     | 16 |
| 3.2.3 ETAPA 3.....                                     | 16 |
| CAPÍTULO 4. PRETEST .....                              | 17 |
| 4.1 ETAPA 1 .....                                      | 17 |
| 4,2 ETAPA 2 .....                                      | 20 |
| 4,3 ETAPA 3 .....                                      | 21 |
| CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....                            | 22 |
| 5,1 ANÁLISIS DE LOS GRÁFICOS DEL PRETEST.....          | 22 |
| 5,2 ANÁLISIS DE CADA PREGUNTA DEL PRETEST .....        | 23 |
| Pregunta # 1 .....                                     | 23 |
| Pregunta # 2 .....                                     | 23 |
| Pregunta # 3 .....                                     | 23 |
| Pregunta # 4 .....                                     | 23 |
| Pregunta # 5 .....                                     | 24 |
| Pregunta # 6 .....                                     | 24 |
| Pregunta # 7 .....                                     | 24 |
| Pregunta # 8 .....                                     | 25 |
| Pregunta # 9 .....                                     | 25 |
| Pregunta # 10 .....                                    | 25 |

---

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO 6. EJERCICIOS PROPUESTOS:.....              | 26 |
| 6.1 CAÍDA LIBRE.....                                 | 26 |
| 6.1.1 HIPERTEXTO.....                                | 26 |
| 6.1.2 INVESTIGUEMOS.....                             | 26 |
| 6.1.3 MC GRAN HILL.....                              | 26 |
| 6.2 MOVIMIENTO PARABÓLICO.....                       | 26 |
| 6.2.1 HIPERTEXTO.....                                | 26 |
| CAPÍTULO 7. RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS PLANTEADOS..... | 27 |
| 7.1 Ejercicio #1.....                                | 27 |
| 7.1.1 COLOQUIAL (VERBAL).....                        | 27 |
| 7.1.2 GRÁFICO.....                                   | 27 |
| 7.1.3 TABULAR.....                                   | 28 |
| 7.1.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO.....                      | 28 |
| 7.1.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                      | 30 |
| 7.2 Ejercicio # 2.....                               | 30 |
| 7.2.1 COLOQUIAL (VERBAL).....                        | 30 |
| 7.2.2 GRÁFICO.....                                   | 30 |
| 7.2.3 TABULAR.....                                   | 31 |
| 7.2.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO.....                      | 31 |
| 7.2.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                      | 32 |
| 7.3 Ejercicio # 3.....                               | 32 |
| 7.3.1 COLOQUIAL (VERBAL).....                        | 32 |
| 7.3.2 GRÁFICO.....                                   | 32 |
| 7.3.3 TABULAR.....                                   | 33 |
| 7.3.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO.....                      | 33 |
| 7.3.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                      | 34 |
| 7.4 Ejercicio # 4.....                               | 34 |
| 7.4.1 COLOQUIAL (VERBAL).....                        | 34 |
| 7.4.2 GRÁFICO.....                                   | 34 |
| 7.4.3 TABULAR.....                                   | 35 |
| 7.4.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO.....                      | 35 |
| 7.4.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                      | 36 |
| 7.5 Ejercicio # 5.....                               | 36 |

---

|  |    |
|--|----|
| 7.5.1 COLOQUIAL (VERBAL) .....                                 | 36 |
| 7.5.2 GRÁFICO .....  | 36 |
| 7.5.3 TABULAR.....   | 37 |
| 7.5.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO .....                               | 37 |
| 7.5.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                                | 38 |
| 7.6 Ejercicio # 6.....   | 38 |
| 7.6.1 COLOQUIAL (VERBAL) .....                                 | 38 |
| 7.6.2 GRÁFICO .....  | 38 |
| 7.6.3 TABULAR.....   | 39 |
| 7.6.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO .....                               | 39 |
| 7.6.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                                | 40 |
| 7.7 Ejercicio # 7.....   | 40 |
| 7.7.1 COLOQUIAL (VERBAL) .....                                 | 40 |
| 7.7.2 GRÁFICO .....  | 40 |
| 7.7.3 TABULAR.....   | 41 |
| 7.7.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO .....                               | 41 |
| 7.7.5 NUMÉRICO VARIACIONAL.....                                | 42 |
| CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES.....                                  | 43 |
| CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA .....                                 | 44 |
| CAPÍTULO 10. ANEXOS.....                                       | 46 |
| GUÍA METODOLÓGICA PARA TRABAJAR CON EL SOFTWARE GEOGEBRA ..... | 46 |
| 1. Descargar e instalar .....                                  | 46 |
| 2. Reconocimiento del programa .....                           | 46 |
| 3. Realización ejercicio movimiento parabólico .....           | 46 |

## Listado de ilustraciones

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1: Estudiantes del clei 5 realizando un reconocimiento del software Geogebra .....                        | 20 |
| Ilustración 2: Estudiantes del clei 5 iniciando el proceso simbólico algebraico con el software Geogebra .....        | 20 |
| Ilustración 3: Estudiantes del clei 5 realizando simulaciones de movimiento parabólico con el software Geogebra ..... | 21 |
| Ilustración 4: Estudiantes del clei 5 trabajando el proceso simbólico algebraico con el software Geogebra .....       | 21 |
| Ilustración 5: Resultados pretest grado décimo .....  | 22 |
| Ilustración 6: Resultados pretest grado undécimo .....  | 22 |
| Ilustración 7: Grafico ejercicio 1 .....  | 27 |
| Ilustración 8: Conversión numérico variacional ejercicio 1.....   | 30 |
| Ilustración 9: Gráfico ejercicio 2 .....  | 30 |
| Ilustración 10: Conversión numérico variacional ejercicio 2.....  | 32 |
| Ilustración 11: Gráfico ejercicio 3 .....   | 32 |
| Ilustración 12: conversión numérico variacional ejercicio 3.....  | 34 |
| Ilustración 13: Gráfico ejercicio 4 .....   | 34 |
| Ilustración 14: Conversión numérico variacional ejercicio 4.....  | 36 |
| Ilustración 15: Gráfico ejercicio 5 .....   | 36 |
| Ilustración 16: Conversión numérico variacional ejercicio 5.....  | 38 |
| Ilustración 17: Gráfico ejercicio 6 .....   | 38 |
| Ilustración 18: Conversión numérico variacional ejercicio 6.....  | 40 |
| Ilustración 19: Gráfico ejercicio 7 .....   | 40 |
| Ilustración 20: Conversión numérico variacional ejercicio 7.....  | 42 |

## RESUMEN

### LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO Y CONVERSIÓN DE SRS EN EL ESTUDIO DE ALGUNOS FENÓMENOS FÍSICOS

Este trabajo de investigación propone la transformación semiótica de tratamiento y conversión SRS (Sistemas de Representación Semiótica), presentes en la resolución de problemas referidos a los procesos físicos de caída libre y movimiento parabólico en algunos libros de texto escolares; el interés de realizar esta investigación refiere a las múltiples quejas de los alumnos por las dificultades que presentan en la resolución de diversos problemas propuestos en los textos.

Este trabajo investigativo se enmarcó en el campo de la investigación en Didáctica de la Matemáticas, desde su línea de análisis de libros de texto; obedece a un enfoque del paradigma cualitativo desde un carácter descriptivo e interpretativo, donde se emplea la técnica del análisis de contenido. Como principal referente teórico para el análisis e interpretación de esta investigación se tuvo en cuenta la teoría de las representaciones semióticas de Duval (1999). Se profundizó en tres categorías:

1. las representaciones semióticas asociadas al objeto matemático.
2. las representaciones semióticas asociadas a progresiones aritméticas
3. las representaciones semióticas asociadas a las geométricas

las actividades cognitivas de tratamiento y conversión están presentes en la resolución de problemas de los textos.

Se realizó un pretest con los estudiantes, para posteriormente ejecutar una experimentación con la metodología planteada, pero dada la compleja situación actual, se realizará una propuesta de trabajo con una guía metodológica para la manipulación del Software Geogebra, donde los estudiantes podrán formalizar una transformación semiótica de dichos problemas.

De esta propuesta metodológica, se obtuvo como resultado que los estudiantes con los que se trabajó tuvieron una mejor interpretación y recepción de este conocimiento, puesto que se les hacía más fácil asimilar el conocimiento impartido cuando veían los cambios en la variación Numérico Variacional.

Finalmente, como principal conclusión podemos decir que los estudiantes se apropian mejor de estos temas y aprenden de forma más sencilla cuando se trabaja desde la parte de conversión y tratamiento semiótico.

Palabras clave: transformación semiótica, Sistemas de Representación Semiótica (SRS), Geogebra

## ABSTRACT

### THE PROPOSE OF TREATMENT AND CONVERSION OF SRS IN THE STUDY OF SOME PHYSICAL PROCESSES

This research project propose the semiotic transformation of treatment and conversion SRS (Systems of Semiotic Representation), on the resolution of problems related to the physical processes of free fall and parabolic movement referred in some school textbooks; the interest in carrying out this research refers to the multiple complaints of the students for the difficulties they present in the resolution of some problems exposed in the texts.

This research project was classified in the field of research in Didactics of Mathematics, from the line of textbook analysis; It comply to an approach of the qualitative paradigm from a descriptive and interpretative character, where the technique of content analysis is used. The theory of semiotic representations of Duval (1999) was used as the main theoretical reference for the analysis and interpretation of this research. Analyzed more in three categories:

1. The semiotic representations associated with the mathematical object.
2. The semiotic representations associated with arithmetic progressions.
3. The semiotic representations associated with the geometrics.

The cognitive activities of treatment and conversion are present in the problem solving of the texts.

A pretest was made with the students, looking to achieve the experimentation with the proposed methodology, but due to the current situation, a work proposal will be made with a methodological guide for the manipulation of Geogebra Software, where students can formalize a semiotic transformation of these problems.

From this methodological proposal, the result was that the students with whom we worked had a better interpretation and reception of this knowledge, since it was easier for them to assimilate the knowledge imparted when they saw the changes in the Variational Numerical variation.

As a main conclusion, we can say that students appropriate about these topics, and they learn more easily when working from the part of conversion and semiotic treatment.

Keywords: semiotic transformation, Systems of Semiotic Representation (SRS), Geogebra.

## 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, además, para poder enfrentar estos y otros obstáculos en la enseñanza, se requiere 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, uno rectilíneo uniforme y otro rectilíneo uniformemente acelerado, 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 estudiantes, 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, en particular del movimiento parabólico y caída libre, 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 con los alumnos de la Institución Educativa Llanadas, de los grados décimo y undécimo, además de los alumnos de la educación continua para adultos del Clei 5 (nocturna) de la Institución Educativa Llanadas.

## JUSTIFICACIÓN

Se ha encontrado que los procesos físicos como lo son el movimiento parabólico y caída libre, son de suma complejidad para los estudiantes de la Institución Educativa Llanadas de la merced (Caldas), por lo que se hace necesaria una metodología diferente a la clásica o magistral, donde el estudiante logre comprender los diferentes fenómenos físicos.

Es claro que, de las TIC como herramientas, generan unas importantes ventajas para la enseñanza de la física y en particular para la enseñanza del movimiento parabólico y caída libre 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 exploren y sean capaces de realizar un tratamiento y conversión semántica de los mismos.

los aportes didácticos obtenidos en esta investigación ayudaran a complementar trabajos de investigaciones relacionadas; y para los docentes de física con el fin de complementar su quehacer en el aula y poder dejar un poco al lado las clases magistrales ya que, como lo plantea Duval (1999) y otros estudios, las representaciones semióticas favorecen la conceptualización de los objetos físicos; en este caso, se analizan transversalmente desde la resolución de problemas.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo a través de los procesos de tratamiento y conversión SRS y con la ayuda del software libre Geogebra se puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a los fenómenos físicos como el movimiento parabólico y el movimiento de caída libre?

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar una estrategia didáctica para el aprendizaje de los movimientos parabólico y caída libre, de acuerdo a los procesos de tratamiento y conversión de SRS.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Planificar y diseñar actividades desde el software libre Geogebra que faciliten la comprensión del aprendizaje de los estudiantes.
- Aplicar las actividades planeadas con los estudiantes del grado decimo y/o undécimo.
- Evaluar el impacto que causa en los estudiantes la utilización de las estrategias planteadas.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Uno de los mayores investigadores que ha indagado en las transformaciones semióticas (tratamiento y conversión) es Duval (1995/1999, 1999/2004, 2006); pero no es el único que ha realizado aportes significativos en esta investigación, también tenemos a D'Amore (2006); Godino, Batanero & Font (2007); Font, Godino & D'Amore (2007); y más recientemente la de D'Amore & Fandiño (2008).

Morales (2013) plantea, que a resolución de problemas demanda de la aplicación de procedimientos (acciones heurísticas) y coherentes operaciones matemáticas; explora en el marco teórico los aportes de los diversos investigadores que intentan alcanzar un método eficaz para lograr la resolución de problemas, en ellos a Polya (1945), de igual manera Schoenfeld (1985), y De Guzmán (1993), entre otros; sin embargo, ampara el que procede del enfoque cognitivo de la teoría de Duval (1995), esta enfoque propone:

-*Fase I*: se parte de problemas del contexto expresados principalmente desde el registro verbal con datos.

-*Fase II*: se procede a la conversión de expresiones simbólicas que favorezcan transformaciones semióticas adecuadas.

-*Fase III*: La solución del problema se obtiene al realizar tratamientos dentro del registro simbólico (algebraico o aritmético).

Con la construcción de este trabajo se plantea tener una opción de cómo abordar la resolución de problemas en cuanto los fenómenos físicos y de acuerdo a lo planteado por Gutiérrez y Parada (2007), en donde desarrollan una tesis de Maestría en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, que titula "*Caracterización de tratamientos y conversiones: El caso de la función afín en el marco de las aplicaciones*". Donde formalizan una caracterización de las transformaciones que propone un grupo de educandos de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Esa investigación está fundamentada por la teoría de registros de representaciones semióticas desarrollada ampliamente por Duval (1995/1999, 1999/2004, 2006), en la cual se aportan aspectos puntuales al marco conceptual.

Igualmente, González (2011) en su tesis de maestría denominada *Tratamiento de las representaciones semióticas de la función cuadrática*, explora y puntualiza el tratamiento de las representaciones semióticas realizado por los estudiantes del grado noveno del Instituto Agropecuario Veracruz al objeto matemático función cuadrática, así como identificar las unidades significantes de dichas representaciones semióticas en los registros algebraico, gráfico y verbal.

Del mismo modo, trespalacios (2015) en su tesis de maestría denominada *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*, muestra de forma positiva como los estudiantes son más receptivos con una metodología de aprendizaje diferente y significativa a través del software Modellus, ya que les da la posibilidad de observar, interpretar, analizar y concluir sobre dicho fenómeno.

Por otra parte, los conceptos de *progresiones* y sus respectivas series están formulados implícitamente en los Estándares Básicos de Competencias propuesto por (MEN, 2006), en los que:

En el *Pensamiento Variacional y los sistemas algebraicos y analíticos*

- Describir cualitativamente situaciones de cambio y variación utilizando el lenguaje natural, dibujos y gráficas.
- Reconocer y generar equivalencias entre expresiones numéricas. *Pensamiento Numérico y sistemas numéricos*
- Reconoce progresiones aritméticas y sus propiedades.
- Deduce fórmulas para un término cualquiera, así como la suma de los términos de una progresión aritmética.
- Deduce fórmulas para un término cualquiera, así como la suma de los términos de una progresión geométrica.
- Identifica fenómenos en la física, la ingeniería, la economía u otras ciencias que pueden modelarse mediante progresiones aritméticas y geométricas.
- Reconocer y describir regularidades y patrones en distintos contextos (numérico, geométrico, musical, entre otros).

*Pensamiento Aleatorio y sistemas de datos*

- Clasificar y organizar la presentación de datos (relativos a objetos reales o eventos escolares) de acuerdo con cualidades o atributos.
- Identificar regularidades y tendencias en un conjunto de datos.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

En términos generales, esta investigación se enmarca en el campo de la investigación de la didáctica de la física, donde se coloca en práctica las conversiones semióticas descritas por Duval (2004), desde un carácter descriptivo e interpretativo, ayudando así a los alumnos en una mejor comprensión de estos fenómenos físicos.

### 3.2 DESARROLLO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA PROPUESTA

Apropiarse de los conceptos de los fenómenos físicos causa gran dificultad para los estudiantes de secundaria. La resolución de problemas de los fenómenos físicos, además de la parte conceptual, tiene componentes como la competencia lectora que permite la comprensión de la situación, el procedimiento matemático, operativo y la interpretación de los resultados.

Se manifiesta entonces la necesidad de enfrentarlos a este tipo de escenario, por lo cual, este trabajo busca indagar sobre la metodología propuesta por Duval (2004), donde se realice la conversión y el tratamiento semiótico para algunos ejercicios propuestos junto a la resolución de problemas en relación a la misma.

Las actividades que se presentan, se desarrollaron en 3 etapas, las cuales serán descritas a continuación:

#### 3.2.1 ETAPA 1

La metodología que se utilizó para el grupo experimental comienza con el conocimiento de los fenómenos físicos. Luego, por medio de un pretest que consta de 10 preguntas de selección múltiple con única respuesta, se busca explorar los conceptos básicos que tienen los estudiantes de estos fenómenos físicos y si fueron bien apropiados por parte de los mismo. Esta primera etapa requiere, además, de una socialización y discusión de conceptos previos para inducir en los alumnos una reflexión crítica de los fenómenos presentes.

#### 3.2.2 ETAPA 2

Se realiza a través de clases magistrales, donde se lleva a cabo la conversión y transición semiótica de cada ejercicio planteado. Los estudiantes conocen las ecuaciones que relacionan las variables involucradas y abordan una serie de situaciones problema a partir de experiencias vividas. En esta etapa se les hace una presentación del Software libre Geogebra, de cómo se utiliza, cuáles son sus funciones y como se puede utilizar para dar solución a estos fenómenos físicos.

#### 3.2.3 ETAPA 3

En esta última etapa se les enseña la guía metodológica realizada previamente para que ellos trabajen con el programa. Los alumnos van a realizar la conversión y tratamiento semiótica para cada uno de los ejercicios, pasando de lo verbal hasta lo variacional que sería la última conversión lograda con la ayuda del programa de Geogebra.

**CAPÍTULO 4. PRETEST**

**4.1 ETAPA 1**

Encierra con un círculo y con lapicero la opción que considere correcta de acuerdo a sus conocimientos.

1- ¿Cómo le ha parecido el aprendizaje del tema caída libre?

- a- Fácil
- b- Moderado
- c- Difícil

Explique cuál es la parte más compleja:

---



---



---

2- Si se dejan caer dos objetos, uno con masa A y otro con masa B, donde B es el doble de A, cuál llegará primero al suelo (no tener en cuenta la fuerza de fricción)

- a- El objeto con masa A
- b- El objeto con masa B
- c- Llegan al mismo tiempo

Explique cómo influiría la fuerza de fricción si estaría presente: \_\_\_\_\_

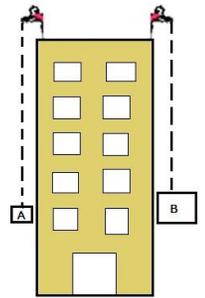
---



---



---



Responda las preguntas 3 y 4 con el siguiente enunciado: Si se dejan caer dos objetos A y B, donde el objeto A se deja caer en la tierra y el objeto B en la luna.

3- el tiempo que tardan es:

- a- El mismo
- b- Tarda más en caer el objeto A.
- c- Tarda más en caer el objeto B

Explique cómo influye la gravedad en el tiempo de caída:

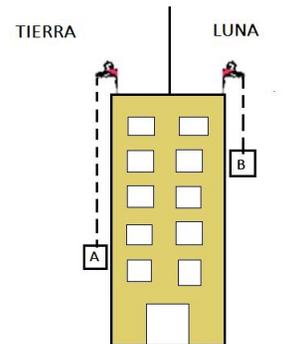
---



---



---



4- cual tendrá mayor velocidad al llegar al suelo:

- a- El objeto A tiene mayor velocidad.
- b- El objeto B tiene mayor velocidad.
- c- Tienen la misma velocidad.

Explique cómo influye la gravedad en la velocidad de caída:

---



---



---

5- ¿Cómo le ha parecido el aprendizaje del tema movimiento parabólico?

- d- Fácil
- e- Moderado
- f- Difícil

Explique cuál es la parte más complicada para usted:

---



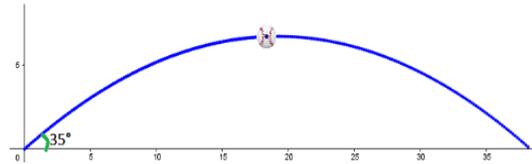
---



---

6- En un tiro parabólico la mínima velocidad en el eje y se obtiene:

- a- Cuando se lanza el objeto.
- b- Se alcanza la altura máxima.
- c- El objeto llega a punto final.



Explica cómo actúa la velocidad en el eje X y en el eje Y:

---



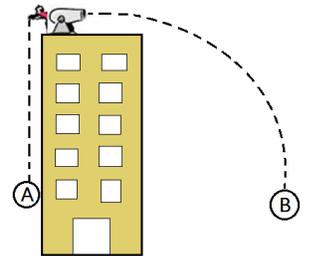
---



---

7- Si desde una misma altura se deja caer un objeto A y al mismo tiempo se lanza horizontalmente un objeto B, cuál llega primero al suelo.

- a- El objeto A llega primero al suelo.
- b- El objeto B llega primero al suelo.
- c- Llegan al mismo tiempo.
- d- Depende de la velocidad con la que se lance el objeto B



Explica él porque de cada tiempo:

---



---



---

8- Si se lanza un balón en dos oportunidades, la primera con un ángulo de  $15^\circ$  y la segunda con un ángulo de  $75^\circ$  ambas con la misma velocidad inicial. ¿Cuál llegará más lejos?

- a- El lanzamiento 1 que tiene el ángulo de  $15^\circ$
- b- El lanzamiento 2 que tiene el ángulo de  $75^\circ$
- c- Ambos recorren la misma distancia

Explica cómo influye en ángulo inicial en el alcance:

---



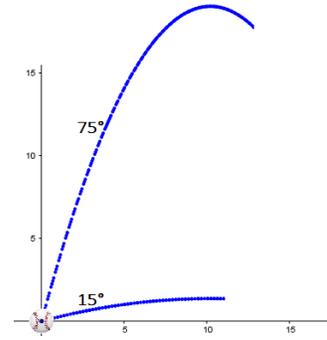
---



---



---



Responde la pregunta 9 y 10 de acuerdo a este enunciado: Si se realiza el mismo lanzamiento parabólico de un balón, pero uno se hace en la Tierra y otro en la luna.

9- ¿Cuál recorrerá mayor distancia?

- a- EL balón lanzado en la luna.
- b- El balón lanzado en la tierra.
- c- Ambos recorren la misma distancia.

Explica cómo influye la gravedad en el alcance:

---



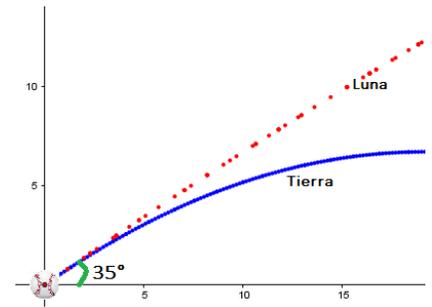
---



---



---



10- ¿Cuál dura más tiempo en el aire?

- a- EL balón lanzado en la luna.
- b- El balón lanzado en la tierra.
- c- Ambos permanecen el mismo tiempo en el aire.

Explica cómo influye la gravedad en el tiempo que permanece en el aire:

---



---



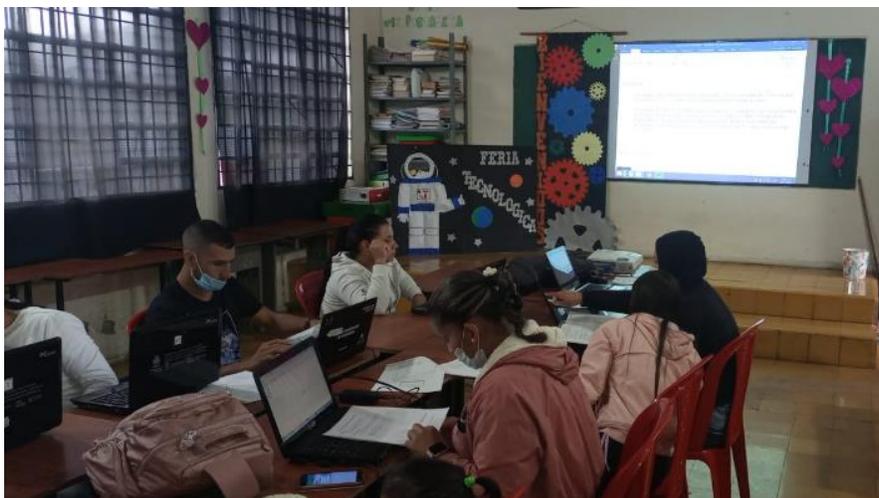
---



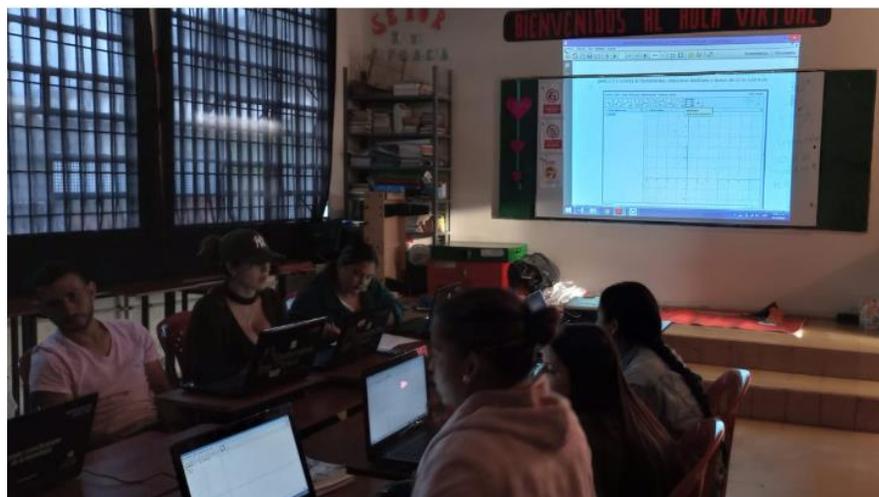
---

## 4,2 ETAPA 2

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, la misma se realiza con clases magistrales y modelación desde Geogebra.



*Ilustración 1: Estudiantes del clei 5 realizando un reconocimiento del software Geogebra*



*Ilustración 2: Estudiantes del clei 5 iniciando el proceso simbólico algebraico con el software Geogebra*

### 4,3 ETAPA 3

En esta última etapa se les enseñó a los estudiantes la guía con las instrucciones para la manipulación del software Geogebra, para que ellos experimenten e interactúen con el programa.



*Ilustración 3: Estudiantes del clei 5 realizando simulaciones de movimiento parabólico con el software Geogebra*



*Ilustración 4: Estudiantes del clei 5 trabajando el proceso simbólico algebraico con el software Geogebra*

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

### 5,1 ANÁLISIS DE LOS GRÁFICOS DEL PRETEST

El test consistió en 10 preguntas de selección múltiple, que respondieron los estudiantes de dos grupos, al que se conoce como pretest. Aquí se presenta el análisis de los resultados obtenidos en la totalidad de las preguntas en ambos grupos.

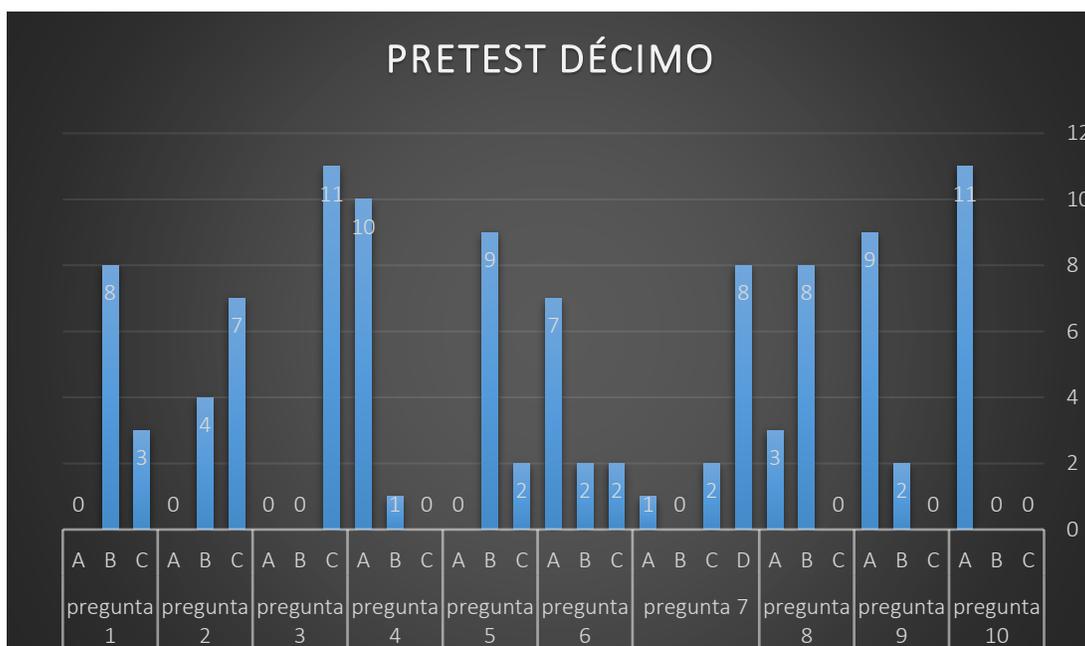


Ilustración 5: Resultados pretest grado decimo

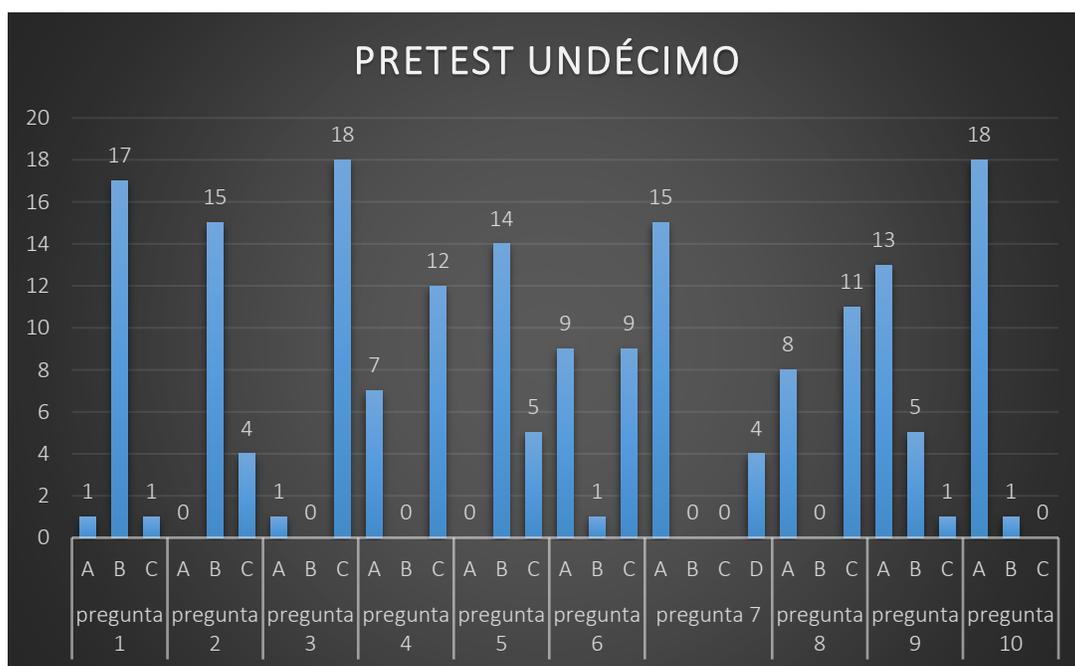


Ilustración 6: Resultados pretest grado undécimo

## 5,2 ANÁLISIS DE CADA PREGUNTA DEL PRETEST

A continuación, se realizará un análisis de cada pregunta realizada en el pretest ejecutado a los 30 estudiantes de la Institución Educativa Llanadas de la Merced (Caldas).

Pregunta # 1

1- ¿Cómo le ha parecido el aprendizaje del tema caída libre?

- a- Fácil
- b- Moderado
- c- Difícil

Los estudiantes muestran una clara tendencia a pensar que el aprendizaje de los fenómenos físicos es de moderado a difícil su aprendizaje, puesto que la misma comunidad estudiantil tiene sus mitos acerca de la complejidad de los mismos. El 3,3% considera que es fácil, el 83,3% que es moderado y el 13,4% que es difícil. Siendo este el 100% de la comunidad estudiantil analizada.

Pregunta # 2

2- Si se dejan caer dos objetos, uno con masa A y otro con masa B, donde B es el doble de A, cuál llegará primero al suelo (no tener en cuenta la fuerza de fricción)

- a- El objeto con masa A
- b- El objeto con masa B
- c- Llegan al mismo tiempo

De acuerdo a las respuestas dadas por los estudiantes se puede observar que no tiene claro el concepto de caída libre, donde la masa de los objetos no afecta y por esta razón se ve que el 63% escogieron la respuesta b y el 36,7% la respuesta c siendo esta última la correcta.

Responda las preguntas 3 y 4 con el siguiente enunciado: Si se dejan caer dos objetos A y B, donde el objeto A se deja caer en la tierra y el objeto B en la luna.

Pregunta # 3

3- el tiempo que tardan es:

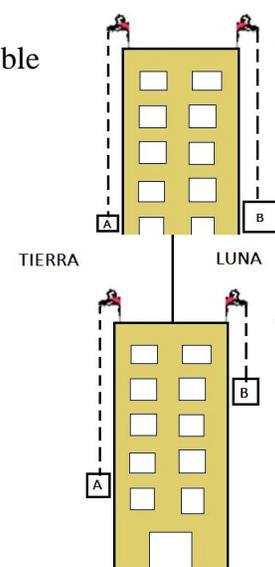
- a- El mismo
- b- Tarda más en caer el objeto A.
- c- Tarda más en caer el objeto B

La gran mayoría de los estudiantes tienen claro que el valor de la gravedad afecta el tiempo de caída de un objeto, es por esto que un 3,3% escogieron la respuesta a y el 96,7% la respuesta c, siendo esta la respuesta correcta.

Pregunta # 4

4-Cuál tendrá mayor velocidad al llegar al suelo:

- a- El objeto A tiene mayor velocidad.
- b- El objeto B tiene mayor velocidad.
- c- Tienen la misma velocidad.



De acuerdo a las respuestas dadas por los estudiantes se puede observar que no tienen claro los conceptos de caída libre, donde no se tiene claro cómo afecta la gravedad a la velocidad de los objetos y por esta razón se ve que un 56,7% escogieron la respuesta a, un 3,3% la respuesta b y un 40% la respuesta c, siendo la respuesta correcta a

Pregunta # 5

5- ¿Cómo le ha parecido el aprendizaje del tema movimiento parabólico?

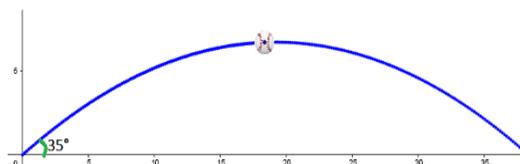
- a- Fácil
- b- Moderado
- c- Difícil

Nuevamente se muestra una clara tendencia a pensar que el aprendizaje de los fenómenos físicos es de moderado a difícil su aprendizaje, puesto que la misma comunidad estudiantil tiene sus mitos acerca de la complejidad de los mismos. El 76,7% escogieron la opción que es moderado y el 23,3% que es difícil. Siendo este el 100% de la comunidad estudiantil que realizó el pretest.

Pregunta # 6

6- En un tiro parabólico la mínima velocidad en el eje (y) se obtiene:

- a- Cuando se lanza el objeto.
- b- Se alcanza la altura máxima.
- c- El objeto llega a punto final.

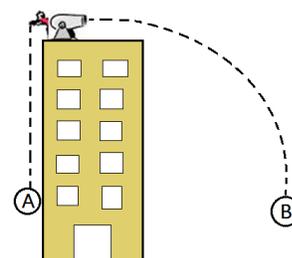


Se observa que los estudiantes tienen múltiples dificultades al interpretar los conceptos del movimiento parabólico de acuerdo a las respuestas escogidas por ellas, un 53,3% escogieron la respuesta a, un 10% la respuesta b y un 36,7% escogieron la respuesta c, siendo la respuesta correcta la opción b.

Pregunta # 7

7- Si desde una misma altura se deja caer un objeto A y al mismo tiempo se lanza horizontalmente un objeto B, cual llega primero al suelo.

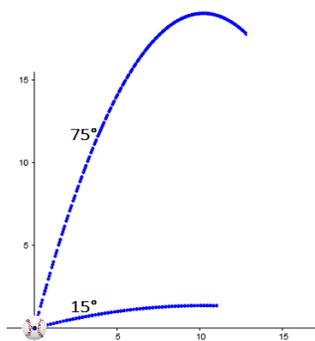
- a- El objeto A llega primero al suelo.
- b- El objeto B llega primero al suelo.
- c- Llegan al mismo tiempo.
- d- Depende de la velocidad con la que se lance el objeto B



La gran mayoría de los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje y la interpretación de conceptos como lo son los movimientos parabólicos, por esta razón vemos una gran variedad de respuestas escogidas por los mismos, el 53,3% escogió la respuesta a, el 6,7% la respuesta c y el 40% la respuesta d siendo la respuesta c la correcta.

Pregunta # 8

- 8- Si se lanza un balón en dos oportunidades, la primera con un ángulo de  $15^\circ$  y la segunda con un ángulo de  $75^\circ$  ambas con la misma velocidad inicial. ¿Cuál llegará más lejos?
- El lanzamiento 1 que tiene el ángulo de  $15^\circ$
  - El lanzamiento 2 que tiene el ángulo de  $75^\circ$
  - Ambos recorren la misma distancia

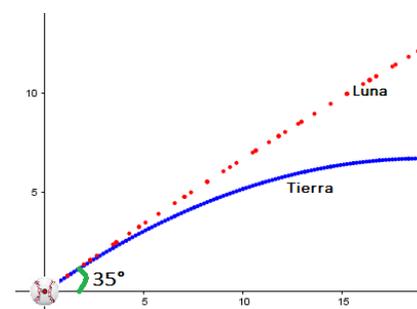


Nuevamente se observa que una confusión de conceptos por parte de los estudiantes, donde las respuestas dadas en el pretest son variables obteniendo así que el 36,7% escogieron la respuesta a, el 26,6% la respuesta b y el 38,7% la respuesta c, siendo esta última la respuesta correcta.

Responde las preguntas 9 y 10 de acuerdo a este enunciado: Si se realiza el mismo lanzamiento parabólico de un balón, pero uno se hace en la Tierra y otro en la luna.

Pregunta # 9

- 9- ¿Cuál recorrerá mayor distancia?
- EL balón lanzado en la luna.
  - El balón lanzado en la tierra.
  - Ambos recorren la misma distancia.



Los estudiantes muestran en su mayoría tener claro que la gravedad afecta de manera significativa la distancia que recorre el balón, lo cual se evidencia en las respuestas obtenidas, un 73,4% escogieron la respuesta a, un 23,3% la respuesta b y un 3,3% la respuesta c, siendo la respuesta a la correcta.

Pregunta # 10

- 10- ¿Cuál dura más tiempo en el aire?
- EL balón lanzado en la luna.
  - El balón lanzado en la tierra.
  - Ambos permanecen el mismo tiempo en el aire.

Se ve una clara tendencia que los estudiantes comprenden que el valor de la gravedad es inversamente proporcional al tiempo que permanece un objeto en el aire de acuerdo a las respuestas obtenidas en el pretest, donde el 96,7% escogió la respuesta a y el 3,3% la respuesta b donde se tiene que la respuesta correcta es la a.

## CAPÍTULO 6. EJERCICIOS PROPUESTOS:

### 6.1 CAÍDA LIBRE

#### 6.1.1 HIPERTEXTO

- 1- Un niño, de pie en el rodadero de un parque de 2,5 m de altura, deja caer una pelota de caucho, ¿Qué velocidad alcanza al llegar al suelo y cuánto tarda?
- 2- Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba y alcanza una altura de 2,5m.
  - a. ¿Con qué velocidad fue lanzada?
  - b. ¿Cuánto tiempo tarda en regresar al punto de donde fue lanzada?

#### 6.1.2 INVESTIGUEMOS

- 1- ¿Qué velocidad alcanza un cuerpo al cabo de 5 segundos de caída?
- 2- Un cuerpo se lanza verticalmente hacia arriba y alcanza una altura de 100m. ¿Con qué velocidad se lanzó?

#### 6.1.3 MC GRAN HILL

- 1- Una piedra cae libremente desde el reposo durante 8.0 s.
  - a- Calcule la velocidad de la piedra a los 8,0 s.
  - b- ¿Cuál es el desplazamiento de la piedra durante este tiempo?
- 2- Una pelota de tenis que se deja caer al piso desde una altura de 1,20 m, rebota hasta una altura de 1,00 m.
  - a- ¿Con qué velocidad llega al piso?
  - b- ¿Con qué velocidad deja el piso al rebotar?
  - c- Si la pelota de tenis está en contacto con el piso durante 0,010 s, halle su aceleración durante este tiempo.

### 6.2 MOVIMIENTO PARABÓLICO

#### 6.2.1 HIPERTEXTO

- 1- Un arquero lanza desde el suelo una pelota con una velocidad de 20 m/s a una elevación de  $50^\circ$ . ¿Cuánto tiempo tarda la pelota en llegar al suelo?
- 2- Un jugador de baloncesto debe hacer un pase a un compañero que se encuentra al otro lado de la cancha. Si lanza el balón con una velocidad  $v$  formando un ángulo de  $60^\circ$  con la horizontal, ¿obtendrá mayor alcance horizontal que lanzándolo a la misma velocidad  $v$  pero a un ángulo de  $30^\circ$  sobre la horizontal? ¿Por qué?

En la siguiente tabla se puede observar las ecuaciones matemáticas a utilizar en los fenómenos físicos de caída libre y movimiento vertical, donde en este último se realiza la aclaración del signo que se debe de utilizar en cada momento para la gravedad, puesto que los estudiantes tienen a confundirse frecuentemente con este.

|   | <b>Movimiento vertical hacia Abajo (+g)</b> | <b>Movimiento vertical hacia Arriba (-g)</b> | <b>Formulas de caída libre</b>    |
|---|---|--|-----------------------------------|
| 1 | $V_f = V_o + gt$                            | $V_f = V_o - gt$                             | $V_i = 0$                         |
| 2 | $V_f^2 = V_o^2 + 2gh$                       | $V_f^2 = V_o^2 - 2gh$                        | $h = \frac{V_f}{2}t$              |
| 3 | $h = V_o t + \frac{1}{2}gt^2$               | $h = V_o t - \frac{1}{2}gt^2$                | $V_f = gt$                        |
|   |   |  | $h = \frac{1}{2}gt^2$             |
|   |   |  | $V_f = \sqrt{2gh}$                |
| 4 | $h_n = V_o + \frac{1}{2}a(2n - 1)$          | $h_n = V_o + \frac{1}{2}g(2n - 1)$           | $t_{caida} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ |

## CAPÍTULO 7. RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS PLANTEADOS

En este capítulo se realizará la resolución de los ejercicios planteados empezando desde lo coloquial (verbal) y llegando hasta lo numérico variacional, en este último se realizarán las simulaciones desde el software libre Geogebra con la ayuda de la guía metodológica realizada en los anexos.

### 7.1 Ejercicio #1

#### 7.1.1 COLOQUIAL (VERBAL)

Un niño, de pie en el rodadero de un parque de 2,5 m de altura, deja caer una pelota de caucho, ¿Qué velocidad alcanza al llegar al suelo y cuánto tarda?

#### 7.1.2 GRÁFICO

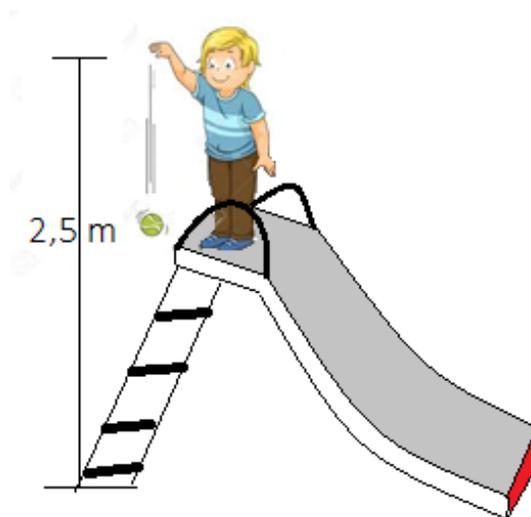


Ilustración 7: Gráfico ejercicio 1

## 7.1.3 TABULAR

| Intento N° | Altura (metros) | Tiempo en el aire teórico | Tiempo en el aire practica | Velocidad final (m/s) teórica | Velocidad final (m/s) practica |
|------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1          | 2,5 m           | 0,71 s                    |                            | 7 m/s                         |                                |
| 2          |                 |                           |                            |                               |                                |
| 3          |                 |                           |                            |                               |                                |
| 4          | 2 m             | 0,64 s                    |                            | 6,3 m/s                       |                                |
| 5          |                 |                           |                            |                               |                                |
| 6          |                 |                           |                            |                               |                                |
| 7          | 1,5 m           | 0,55 s                    |                            | 5,4 m/s                       |                                |
| 8          |                 |                           |                            |                               |                                |
| 9          |                 |                           |                            |                               |                                |

## 7.1.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallamos el tiempo que dura la pelota en el aire, antes de tocar el suelo a una altura de 2,5 metros.

$$t = \sqrt{\frac{2 * h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * 2,5m}{9,8m/s^2}}$$

$$t = \sqrt{0,51m^2/s^2}$$

$$t = \sqrt{0,51s^2}$$

$$t = 0,71s$$

Una vez hallado el tiempo podemos encontrar la velocidad con la que llega la pelota al piso.

$$V_f = g * t$$

$$V_f = 9,8m/s^2 * 0,71s$$

$$V_f = 7m/s$$

Hallamos el tiempo que dura la pelota en el aire, antes de tocar el suelo a una altura de 2 metros.

$$t = \sqrt{\frac{2 * h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * 2m}{9,8m/s^2}}$$

$$t = \sqrt{0,41s^2}$$

$$\boxed{t = 0,64s}$$

Una vez hallado el tiempo podemos encontrar la velocidad con la que llega la pelota al piso.

$$V_f = g * t$$

$$V_f = 9,8m/s^2 * 0,64s$$

$$\boxed{V_f = 6,3m/s}$$

Hallamos el tiempo que dura la pelota en el aire, antes de tocar el suelo a una altura de 1,5 metros.

$$t = \sqrt{\frac{2 * h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * 1,5m}{9,8m/s^2}}$$

$$t = \sqrt{0,31s^2}$$

$$\boxed{t = 0,55s}$$

Una vez hallado el tiempo podemos encontrar la velocidad con la que llega la pelota al piso.

$$V_f = g * t$$

$$V_f = 9,8m/s^2 * 0,55s$$

$$\boxed{V_f = 5,4m/s}$$

7.1.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

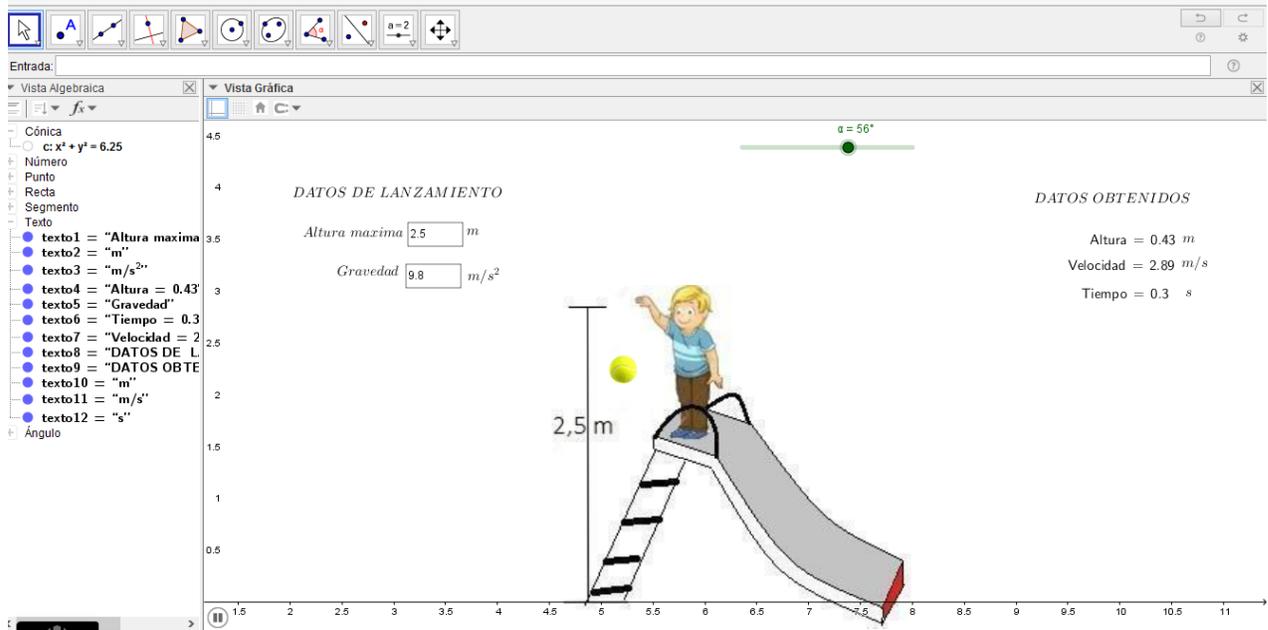


Ilustración 8: Conversión numérico variacional ejercicio 1

7.2 Ejercicio # 2

7.2.1 COLOQUIAL (VERBAL)

Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba y alcanza una altura de 2,5 m.

- a- ¿Con qué velocidad fue lanzada?
- b- ¿Cuánto tiempo tarda en regresar al punto de donde fue lanzada?

7.2.2 GRÁFICO

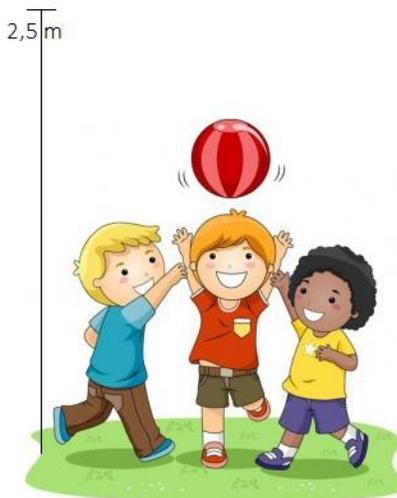


Ilustración 9: Gráfico ejercicio 2

## 7.2.3 TABULAR

| Intento N° | Altura (metros) | Tiempo en el aire teórico, tanto de subida y bajada | Tiempo en el aire práctica | Velocidad inicial (m/s) teórica | Velocidad inicial (m/s) práctica |
|------------|-----------------|---|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1          | 2,5 m           | 1,4 s   |                            | 7m/s                            |                                  |
| 2          |                 |   |                            |                                 |                                  |
| 3          |                 |   |                            |                                 |                                  |
| 4          | 2 m             |   |                            |                                 |                                  |
| 5          |                 |   |                            |                                 |                                  |
| 6          |                 |   |                            |                                 |                                  |
| 7          | 1,5 m           |   |                            |                                 |                                  |
| 8          |                 |   |                            |                                 |                                  |
| 9          |                 |   |                            |                                 |                                  |

## 7.2.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallamos la velocidad inicial con la cual fue lanzada la pelota.

$$V_o = \sqrt{2 * g * h}$$

$$V_o = \sqrt{2 * 9,8m/s^2 * 2,5m}$$

$$V_o = \sqrt{49m^2/s^2}$$

$$\boxed{V_o = 7m/s}$$

Hallamos el tiempo que dura la pelota en el aire, antes de que llegue a una velocidad iguala cero y empiece a caer nuevamente.

$$t = V_o/g$$

$$t = \frac{7m/s}{9,8m/s^2}$$

$$\boxed{t = 0,71s}$$
 tiempo que tarda la pelota en llegar al punto más alto.

El tiempo total en el aire es 2 veces el tiempo hallado.

$$t = 2 * 0,71s$$

$$\boxed{t = 1,4s}$$

7.2.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

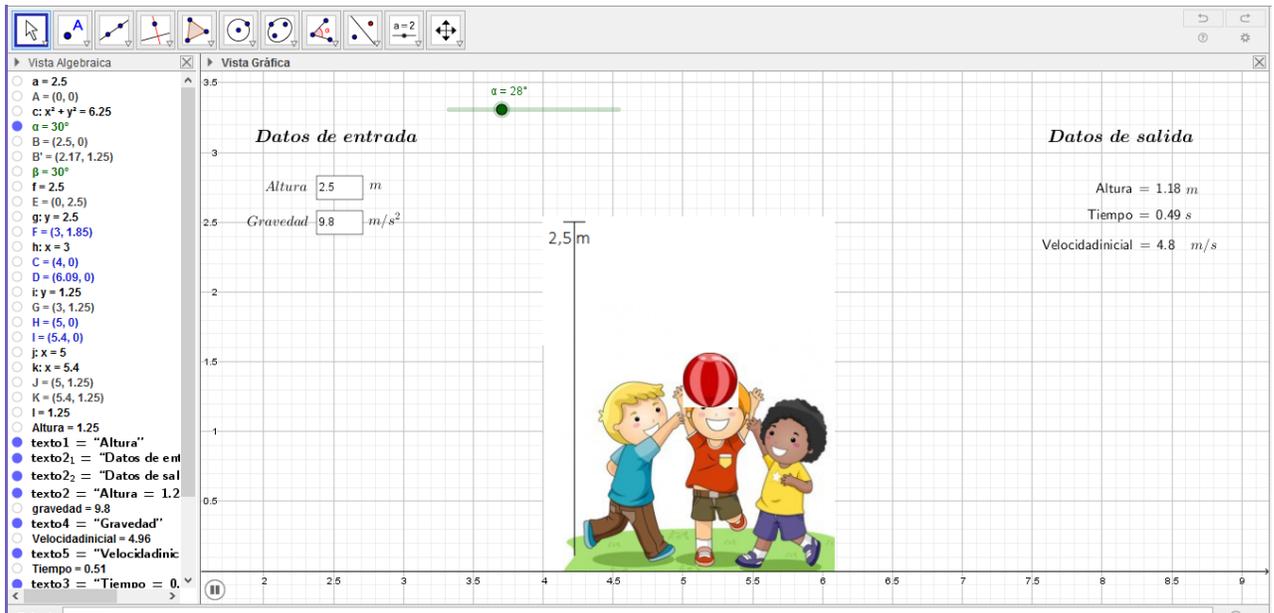


Ilustración 10: Conversión numérico variacional ejercicio 2

7.3 Ejercicio # 3

7.3.1 COLOQUIAL (VERBAL)

¿Qué velocidad alcanza un cuerpo al cabo de 5 segundos de caída?

7.3.2 GRÁFICO

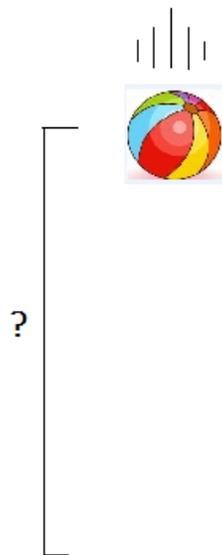


Ilustración 11: Gráfico ejercicio 3

## 7.3.3 TABULAR

| Intento N° | Altura (metros) | Tiempo en el aire teórico, de bajada. | Tiempo en el aire práctica | Velocidad inicial (m/s) teórica | Velocidad inicial (m/s) práctica |
|------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1          |                 | 5 s                                   | 5 s                        |                                 |                                  |
| 2          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 3          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 4          |                 | 10 s                                  |                            |                                 |                                  |
| 5          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 6          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 7          |                 | 15 s                                  |                            |                                 |                                  |
| 8          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 9          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |

## 7.3.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallamos la altura de la cual fue lanzada la pelota.

$$h = \frac{1}{2} * g * t^2$$

$$h = \frac{1}{2} * 9,8m/s^2 * (5s)^2$$

$$h = 4,9m/s^2 * 25s^2$$

|              |
|--------------|
| $h = 122,5m$ |
|--------------|

7.3.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

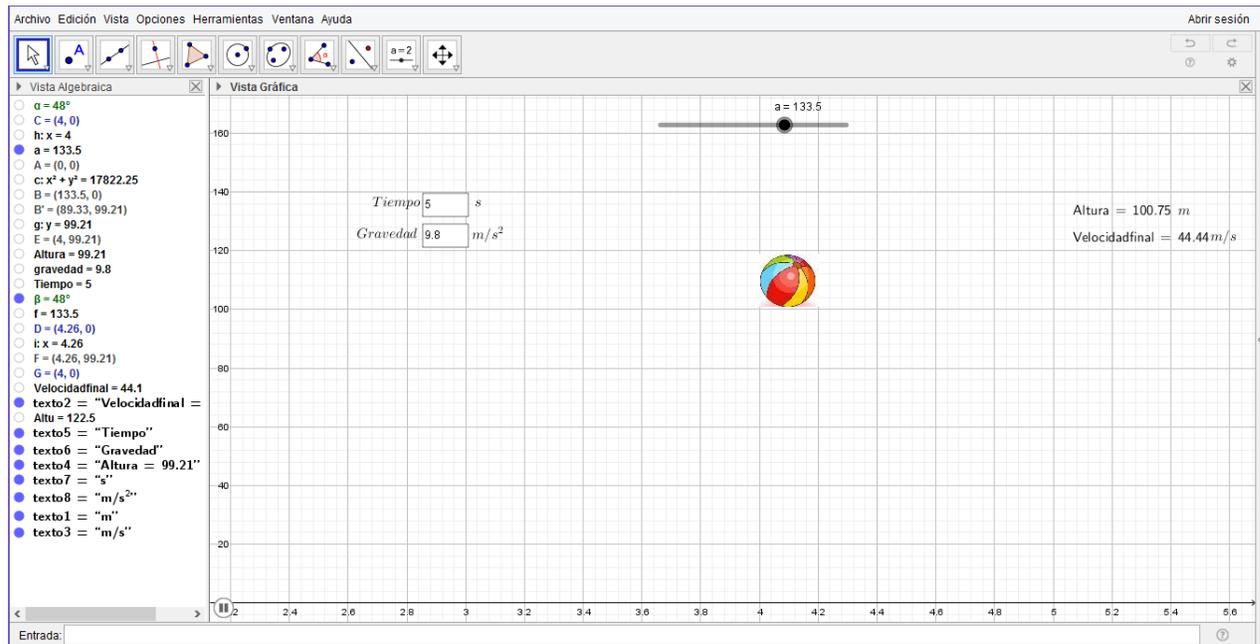


Ilustración 12: conversión numérico variacional ejercicio 3

7.4 Ejercicio # 4

7.4.1 COLOQUIAL (VERBAL)

Un cuerpo se lanza verticalmente hacia arriba y alcanza una altura de 100 m. ¿Con qué velocidad se lanzó?

7.4.2 GRÁFICO



Ilustración 13: Gráfico ejercicio 4

## 7.4.3 TABULAR

| Intento N° | Altura (metros) | Tiempo en el aire teórico, de bajada. | Tiempo en el aire práctica | Velocidad inicial (m/s) teórica | Velocidad inicial (m/s) práctica |
|------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1          | 100 m           |                                       |                            |                                 |                                  |
| 2          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 3          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 4          | 80 m            |                                       |                            |                                 |                                  |
| 5          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 6          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 7          | 50 m            |                                       |                            |                                 |                                  |
| 8          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 9          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |

## 7.4.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallamos la velocidad con que fue lanzada la roca.

$$V_o = \sqrt{2 * g * h}$$

$$V_o = \sqrt{2 * 9,8m/s^2 * 100m}$$

$$V_o = \sqrt{1960m^2/s^2}$$

$$V_o = 44,27m/s$$

7.4.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

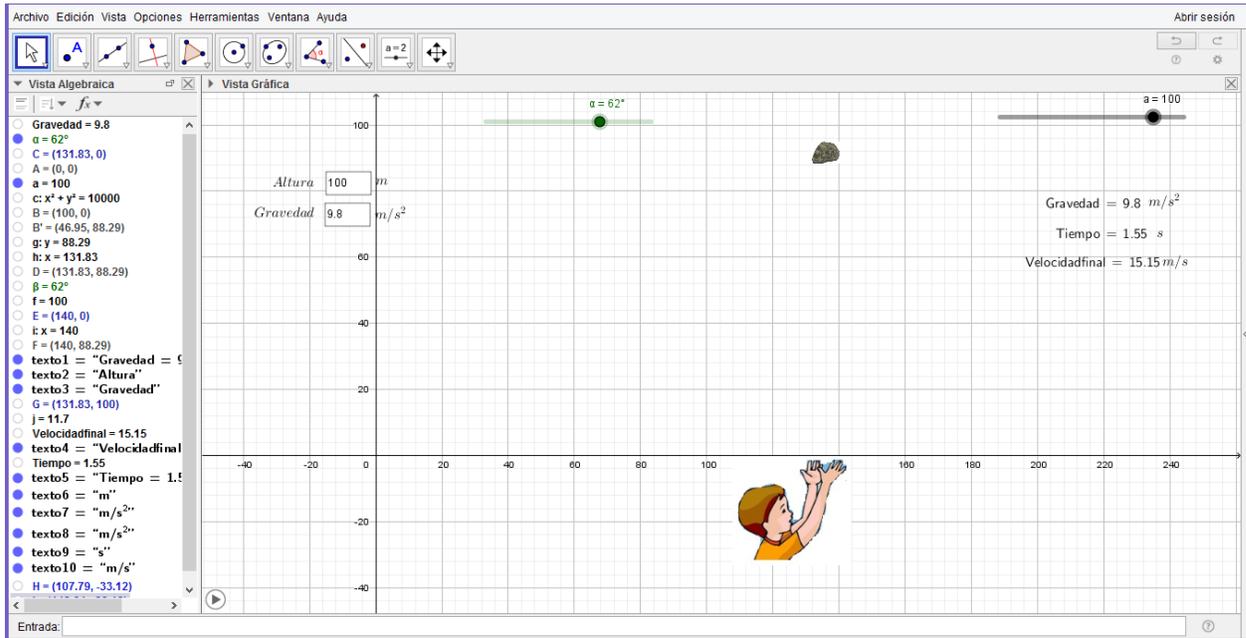


Ilustración 14: Conversión numérico variacional ejercicio 4

7.5 Ejercicio # 5

7.5.1 COLOQUIAL (VERBAL)

Una piedra cae libremente desde el reposo durante 8,0 s.

- a- Calcule la velocidad de la piedra a los 8,0 s.
- b- ¿Cuál es el desplazamiento de la piedra durante este tiempo?

7.5.2 GRÁFICO



Ilustración 15: Gráfico ejercicio 5

## 7.5.3 TABULAR

| Intento N° | Altura (metros) | Tiempo en el aire teórico, de bajada. | Tiempo en el aire práctica | Velocidad inicial (m/s) teórica | Velocidad inicial (m/s) práctica |
|------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1          |                 | 8 s                                   |                            |                                 |                                  |
| 2          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 3          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 4          |                 | 15 s                                  |                            |                                 |                                  |
| 5          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 6          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 7          |                 | 20 s                                  |                            |                                 |                                  |
| 8          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 9          |                 |                                       |                            |                                 |                                  |

## 7.5.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallamos la velocidad de la roca a los 8 s.

$$V_f = g * t$$

$$V_f = 9,8m/s^2 * 8s$$

$$\boxed{V_f = 78,4m/s}$$

Hallamos el desplazamiento de la roca en este tiempo

$$h = \frac{1}{2} * g * t^2$$

$$h = \frac{1}{2} * 9,8m/s^2 * (8s)^2$$

$$h = 4,9m/s^2 * 64s^2$$

$$\boxed{h = 313,6m}$$

7.5.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

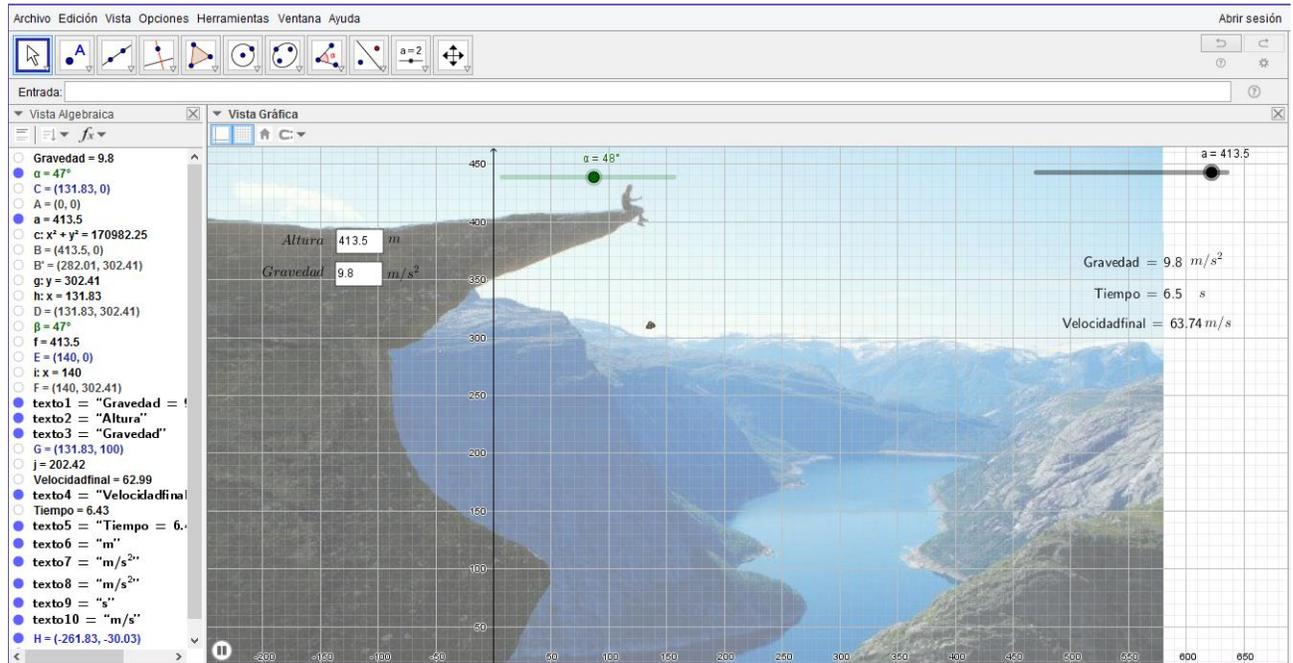


Ilustración 16: Conversión numérico variacional ejercicio 5

7.6 Ejercicio # 6

7.6.1 COLOQUIAL (VERBAL)

Un arquero lanza desde el suelo una pelota con una velocidad de 20 m/s a una elevación de 50°. ¿Cuánto tiempo tarda la pelota en llegar al suelo?

7.6.2 GRÁFICO



Ilustración 17: Gráfico ejercicio 6

## 7.6.3 TABULAR

| Intento N° | Angulo de elevación | Tiempo en el aire teórico, de bajada. | Tiempo en el aire práctica | Velocidad inicial (m/s) teórica | Velocidad inicial (m/s) práctica |
|------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1          | 50°                 |                                       |                            | 20m/s                           |                                  |
| 2          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 3          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 4          | 35°                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 5          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 6          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 7          | 65°                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 8          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 9          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |

## 7.6.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallar el tiempo que tarda la pelota en caer al suelo

$$T_v = \frac{2 * V_o * \text{sen}\theta}{g}$$

$$T_v = \frac{2 * 20\text{m/s} * \text{sen}50^\circ}{9,8\text{m/s}^2}$$

$$T_v = \frac{30,64\cancel{\text{m/s}}}{9,8\cancel{\text{m/s}^2}}$$

$$\boxed{T_v = 3,13\text{s}}$$

7.6.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

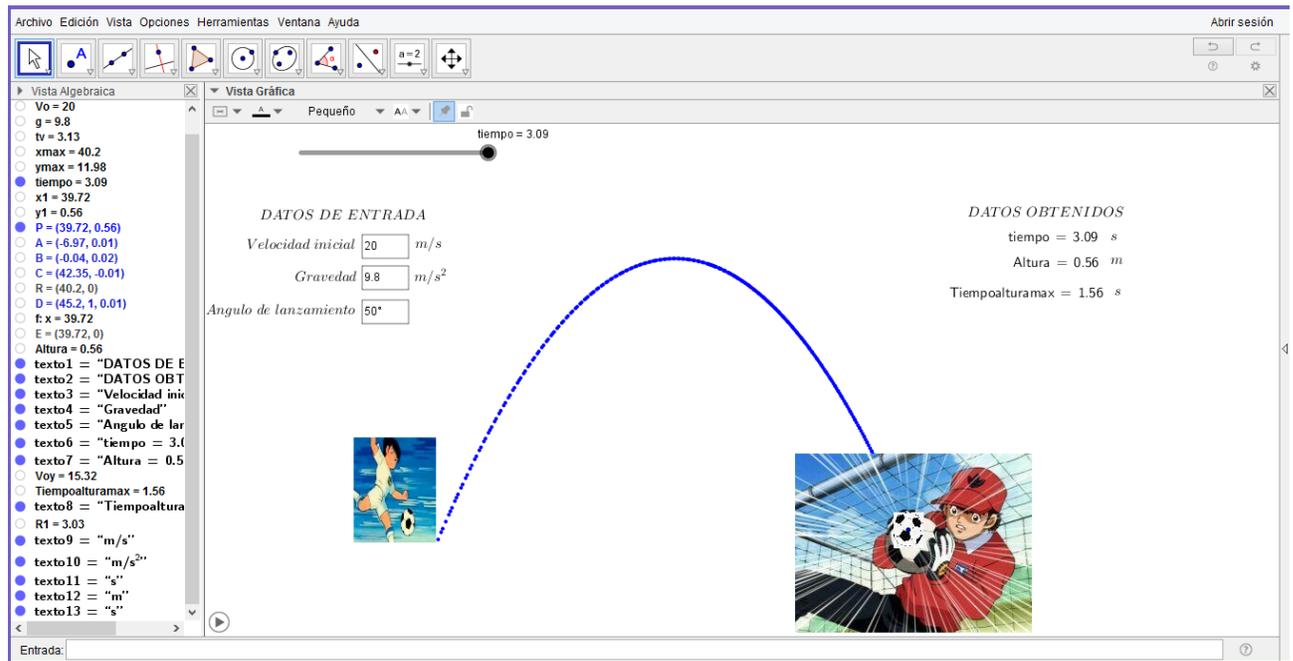


Ilustración 18: Conversión numérico variacional ejercicio 6

7.7 Ejercicio # 7

7.71 COLOQUIAL (VERBAL)

Un jugador de baloncesto debe hacer un pase a un compañero que se encuentra al otro lado de la cancha. Si lanza el balón con una velocidad  $v$  formando un ángulo de  $60^\circ$  con la horizontal, ¿obtendrá mayor alcance horizontal que lanzándolo a la misma velocidad ( $v$ ) pero a un ángulo de  $30^\circ$  sobre la horizontal? ¿Por qué?

7.7.2 GRÁFICO



Ilustración 19: Gráfico ejercicio 7

7.7.3 TABULAR

| Intento N° | Angulo de elevación | Tiempo en el aire teórico, de bajada. | Tiempo en el aire práctica | Velocidad inicial (m/s) teórica | Velocidad inicial (m/s) práctica |
|------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1          | 30°                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 2          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 3          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 4          | 60°                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 5          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 6          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 7          | 85°                 |                                       |                            |                                 |                                  |
| 8          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |
| 9          |                     |                                       |                            |                                 |                                  |

7.7.4 SIMBÓLICO ALGEBRAICO

Hallar la distancia máxima alcanzada con un ángulo de 60°

$$X_{\max} = \frac{Vo^2 * \text{sen}2\theta}{g}$$

$$X_{\max} = \frac{(20m/s)^2 * \text{sen}(2 * 60^\circ)}{9,8m/s^2}$$

$$X_{\max} = \frac{346,41\cancel{m^2/s^2}}{9,8\cancel{m/s^2}}$$

$$X_{\max} = 35,35m$$

Hallar la distancia máxima alcanzada con un ángulo de 30°

$$X_{\max} = \frac{Vo^2 * \text{sen}2\theta}{g}$$

$$X_{\max} = \frac{(20m/s)^2 * \text{sen}(2 * 30^\circ)}{9,8m/s^2}$$

$$X_{\max} = \frac{346,41\cancel{m^2/s^2}}{9,8\cancel{m/s^2}}$$

$$X_{\max} = 35,35m$$

7.7.5 NUMÉRICO VARIACIONAL

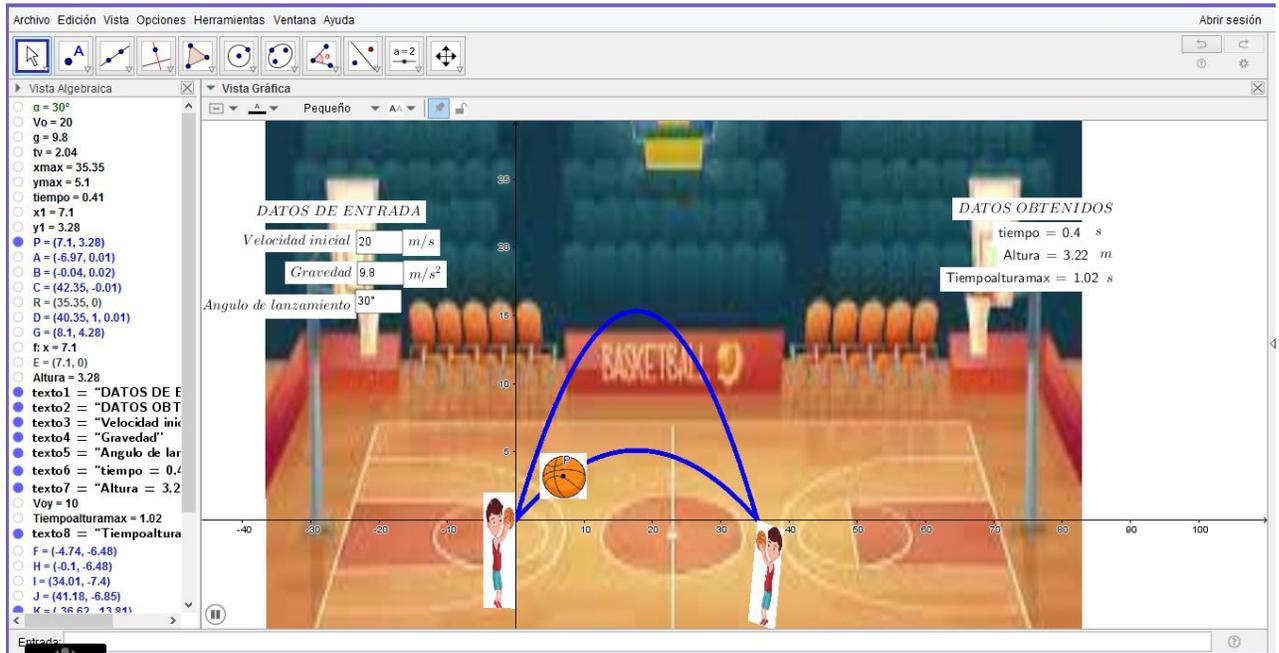


Ilustración 20: Conversión numérico variacional ejercicio 7

## CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

Con respecto a la pregunta central de este proyecto, se puede concluir que los alumnos tienen una mejor interpretación de los fenómenos físicos estudiados (caída libre y el movimiento parabólico), ya que se lleva una secuencia en su aprendizaje donde ellos solos parten desde una información coloquial o verbal, a la cual le hacen interpretación y así se puede graficar la misma; seguidamente se realiza una tabulación con los datos tanto los dados como los obtenidos, luego se realiza una transformación simbólico algebraica donde los estudiantes comprueban a través de cálculos matemáticos las incógnitas plateadas y por ultimo realizan una conversión hacia lo numérico variacional, que se obtiene con la ayuda de un software libre (Geogebra).

Cada tratamiento o conversión SRS (Sistema de Representación Semiótica) es de suma importancia para el estudiante, pues al iniciar con lo coloquial o verbal el mismo tras una lectura previa, aprende a separar los datos iniciales, obteniendo así unos valores dados y las incógnitas dadas.

Se evidencia de igual forma que a los estudiantes les genera la necesidad de plantearse incógnitas, realizar proyecciones y proyectar hipótesis de lo que sucederá con la transformación numérico variacional, que quizás en una clase magistral se pasaría por alto.

También se pudo observar que a los estudiantes les genera mayor interés trabajar los fenómenos físicos desde otros puntos de vista y con otras metodologías diferentes a la clásica o la llamada clase magistral.

## CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA

Azcárate, P. y Serradó, A. (2006). Tendencias didácticas en los libros de texto de matemáticas para la ESO. *Revista de Educación*, 340, 341-378.

De Guzmán, M. (1993). *Tendencias Innovadoras en Educación Matemática*. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Editorial Popular.

D'Amore, B. (2006). *Objetos, significados, representaciones semióticas y sentido* (pp. 177-196). Radford, L. & D'Amore (Eds.). *Semiótica, Cultura y Pensamiento Matemático*. Relime. Número especial.

D'Amore, B. & Fandiño (2008). *Change of the meaning of mathematical objects due to the passage between their different representations. How other disciplines can be useful to the analysis of this phenomenon*. ICMI, Rome, Symposium on the occasion of the 100th anniversary of ICMI, March 2008. WG5: The evolution of theoretical framework in mathematics education, organizers: Gilah Leder and Luis Radford. Disponible en: [www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008](http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008).

Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales* (M. Vega, Trad.). Cali: Universidad del Valle (Original publicado en 1995).

Duval, R. (2004). *Los problemas Fundamentales en el Aprendizaje de la Matemáticas y las Formas Superiores del Desarrollo Cognitivo* (M. Vega, Trad.). Cali: Universidad del Valle (Original de 1999).

Duval, R. (2004). *Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas*. Cali: Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía.

Duval, R. (2005). *Transformations de representations semiotiques et demarche de pensée*.

Duval, R. (2006). *Un tema Crucial en la Educación Matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación*. *La gaceta del RSME*, 143-168.

Duval, R. (2006). *Transformations de representation semiotiques et demarches de pensee en mathematiques*. In: J-C. Rauscher (Ed.). *Actes du XXXIle Colloque COPIRELEM* (pp.67-89). Strasbourg: IREM.

Duval, R. (2016a). *Las condiciones cognitivas del aprendizaje de la geometría. Desarrollo de la visualización, diferenciaciones de los razonamientos, coordinación de sus funcionamientos*. En A. Sáenz-Ludlow. (Ed.), *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas* (pp. 13-60) Bogotá: Colombia: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Duval, R. (2016b). *Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas*. En A. Sáenz-Ludlow. (Ed.), *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas* (pp. 61-94) Bogotá: Colombia: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Duval, R. (2016c). *El funcionamiento cognitivo y la comprensión de los procesos matemáticos de la prueba*. En A. Sáenz-Ludlow. (Ed.), *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas* (pp. 95-125) Bogotá: Colombia: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

García, L. I., & Campuzano, C. M. (2015). *Representaciones semióticas sobre el número racional*. *Magistro*, 8(15).

González Chica, G. (2011). *Tratamiento de las representaciones semióticas de las funciones cuadráticas* (Tesis de maestría), Universidad Autónoma de Manizales, Colombia. recuperada de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/860>.

Gutiérrez, S. I., Parada, D. A. (2007). *Caracterización de tratamientos y conversiones: el caso de la función afín en el marco de las aplicaciones*. Bogotá (Colombia): Universidad Pedagógica Nacional.

Herdeiro, C. (2010). *A resolução de problemas nos mausais escolares de matemática do 9º ano de escolaridade*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva.

Monterrubio, M.C. y Ortega, T. (2012). *Creación y aplicación de un modelo de valoración de textos escolares matemáticos en Educación Secundaria*. Revista de Educación, 358, 471-496.

Morales, Z. E. (2013). *Análisis de las transformaciones de las representaciones semióticas en el estudio de la función logarítmica en la educación escolar* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

Morales, Z. E. (2013). *Resolución de problemas: una mirada a través de los registros de representación semiótica*. Actas del VII CIBEM ISSN, 2301(0797), 770.

Ortega, M. (2012). Unidad didáctica. Sucesiones matemáticas. Progresiones aritméticas y geométricas (Trabajo de fin de Máster). Universidad de Granada, España. Recuperada de [http://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/TFM\\_Ortega\\_Manuel\\_2012.pdf](http://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/TFM_Ortega_Manuel_2012.pdf).

Osorio, L. E., y García, L. I. (2011). *Representaciones semióticas en el aprendizaje del teorema de Pitágoras* (tesis de maestría), Universidad Autónoma de Manizales, Colombia. recuperada de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/257>

Ospina, D., y García, L. I. (2012). *Las representaciones semióticas en el aprendizaje del concepto funcional lineal* (Tesis de maestría), Universidad Autónoma de Manizales, Colombia. Recuperada de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/245>.

Parcerisa, A. (1996). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona, España: Grao.

Polya, G. (1965) *Como plantear y resolver problemas*. Título original: "How to solve it". 1ra. Edición inglesa, 1945. Editorial Trillas. México.

Ruesga, P., Valls, F., Rodríguez, T. (2006). *Un instrumento para seleccionar libros de texto de matemáticas*. Aplicación al bloque curricular de Geometría. REIFOP, 9(1), 1-13.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic press.

Serrano, I. (2012). *Análisis de Problemas de libros de texto de Álgebra Lineal*. Trabajo Final de Máster. Universidad de Huelva.

Trespacios Monsalve, C. (2015) *Propuesta metodológica para la enseñanza del movimiento parabólico a través de la modelación y simulación de situaciones problema: estudio de caso en el grado 10 de la institución educativa san Vicente de Paul del municipio de Medellín*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperada de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55480>.

## CAPÍTULO 10. ANEXOS

### GUÍA METODOLÓGICA PARA TRABAJAR CON EL SOFTWARE GEOGEBRA

1. Descargar e instalar

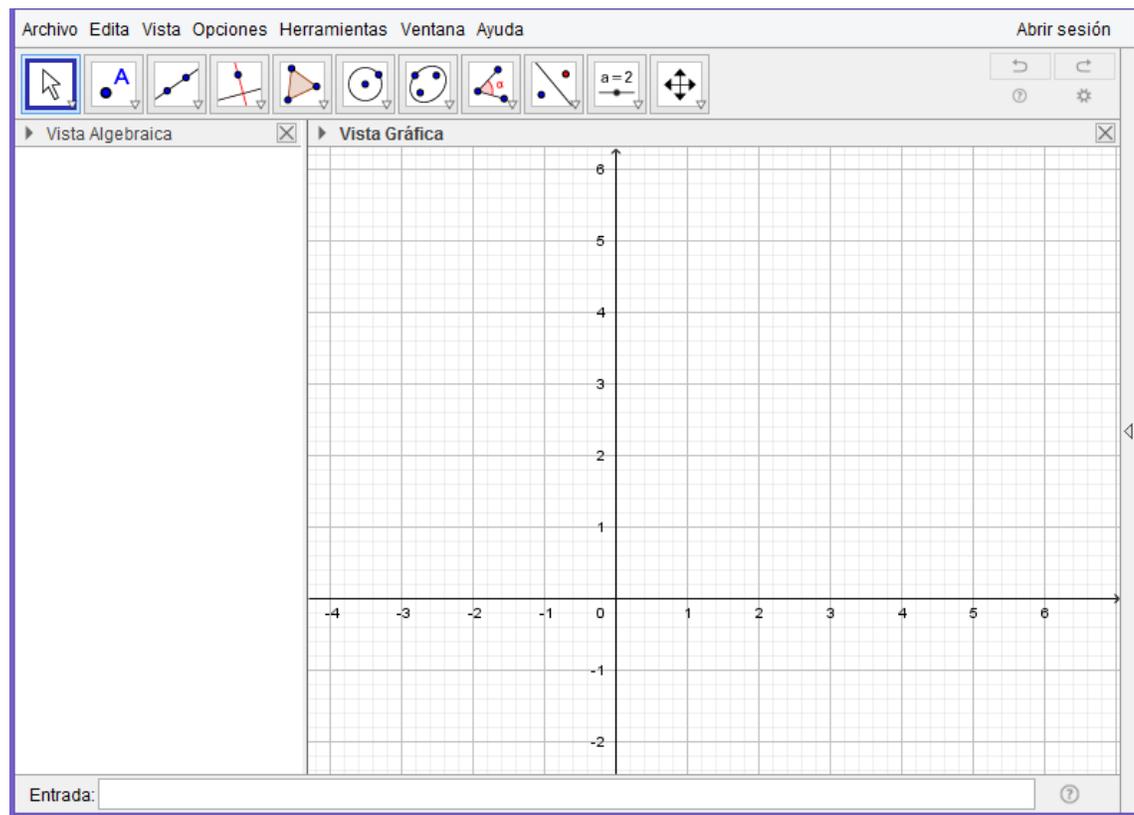
\*Ingrese a la página <https://www.geogebra.org/download?lang=es>

\* De clic en descargar Geogebra clásico 5.

\*Abrirlo y dar clic en ejecutar, siga las instrucciones y por último de clic en terminar.

2. Reconocimiento del programa

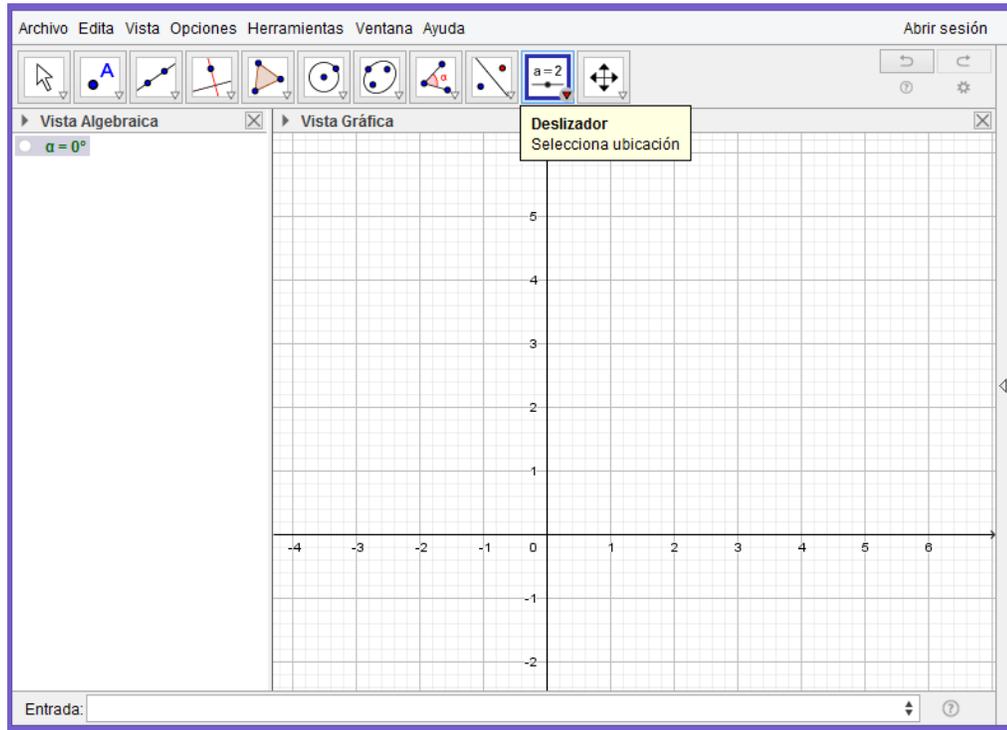
Al ingresar a Geogebra encontraras una pantalla inicial con la vista algebraica a la izquierda de la pantalla, la vista gráfica en la parte derecha de la pantalla, en la parte superior de la misma la barra de herramientas y en la parte inferior la barra de entrada.



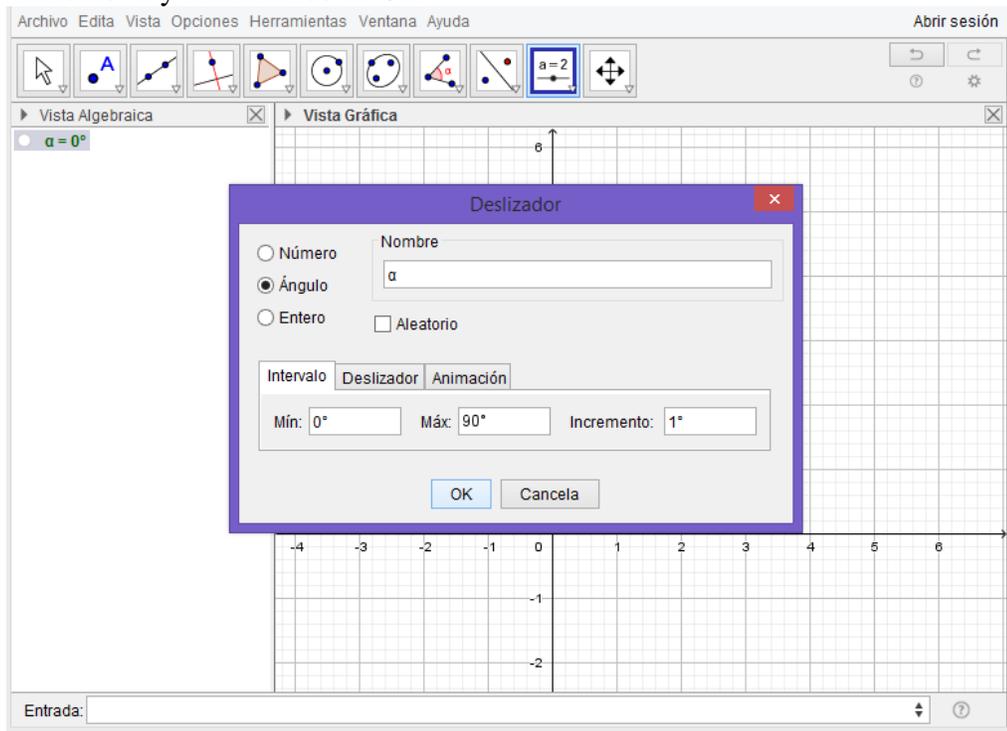
3. Realización ejercicio movimiento parabólico

**Paso 1:** Abrir el programa, ir a la barra de entrada e ingresar los valores de la gravedad ( $g$ ) y velocidad inicial ( $V_0$ ).

**paso 2:** ir a la barra de herramientas, seleccionar deslizador y damos clic en la cuadrícula.



**Paso 3:** En la nueva ventana (Deslizador) seleccionamos la opción Ángulo, colocamos la barra nombre el símbolo ( $\alpha$ ), en intervalo Min:0° Max:90° en Incremento: 1 y finalizamos en OK.

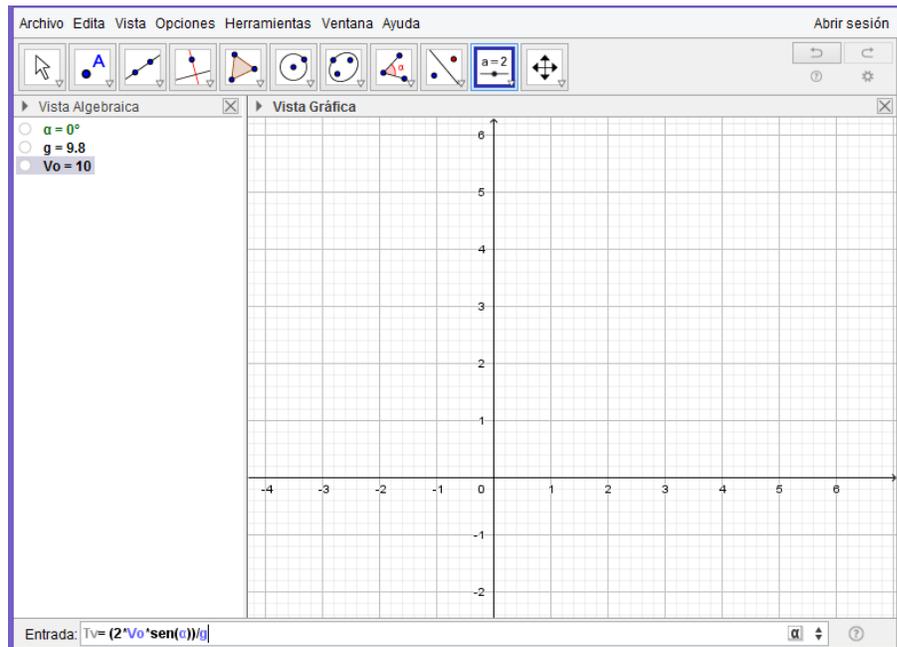


**Paso 4:** En la barra de entrada ingresamos las fórmulas para obtener el Tiempo de vuelo ( $t_v$ ), distancia horizontal máxima ( $X_{max}$ ) y distancia vertical máxima ( $Y_{max}$ ).

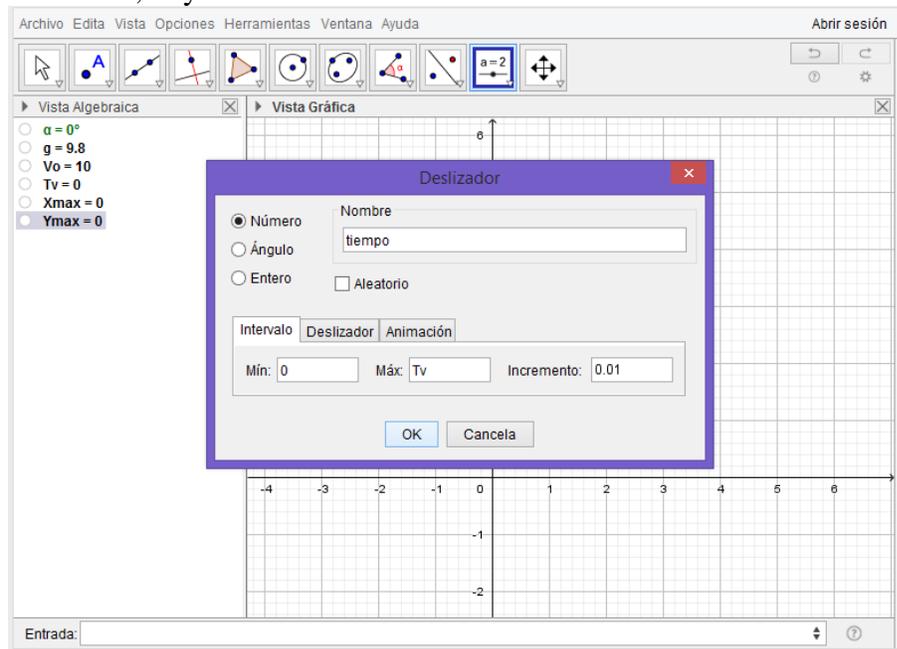
$$T_v = (2 \cdot V_o \cdot \text{sen}(\alpha)) / g$$

$$X_{max} = V_o^2 \cdot \text{sen}(2 \alpha) / g$$

$$Y_{max} = (V_o \cdot \text{sen}(\alpha))^2 / (2g)$$



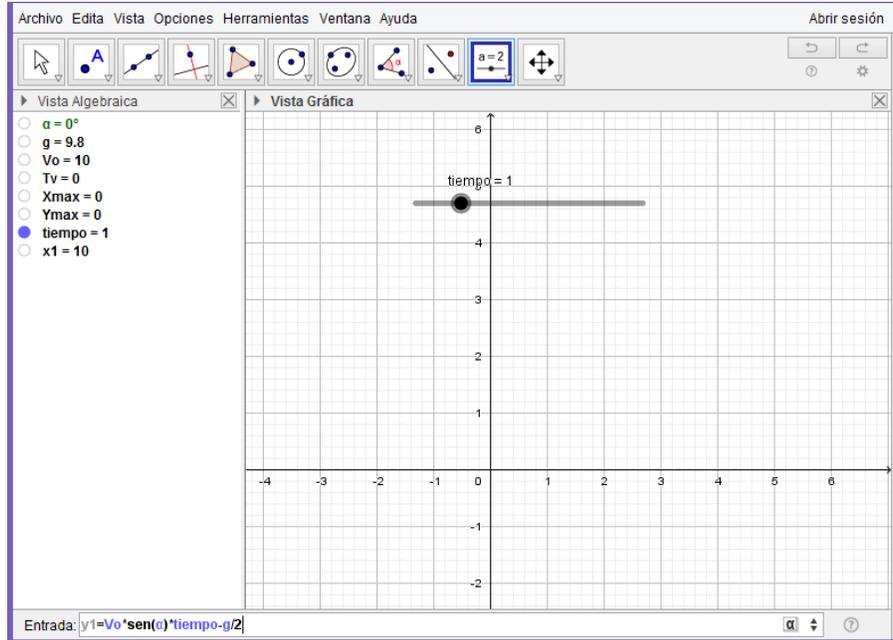
**Paso 5:** creamos nuevamente un deslizador, pero esta vez seleccionamos la opción Número, en la casilla nombre colocamos tiempo, en el intervalo Min: 0 en Max:  $t_v$  y en Incremento: 0,01 y finalizamos en OK.



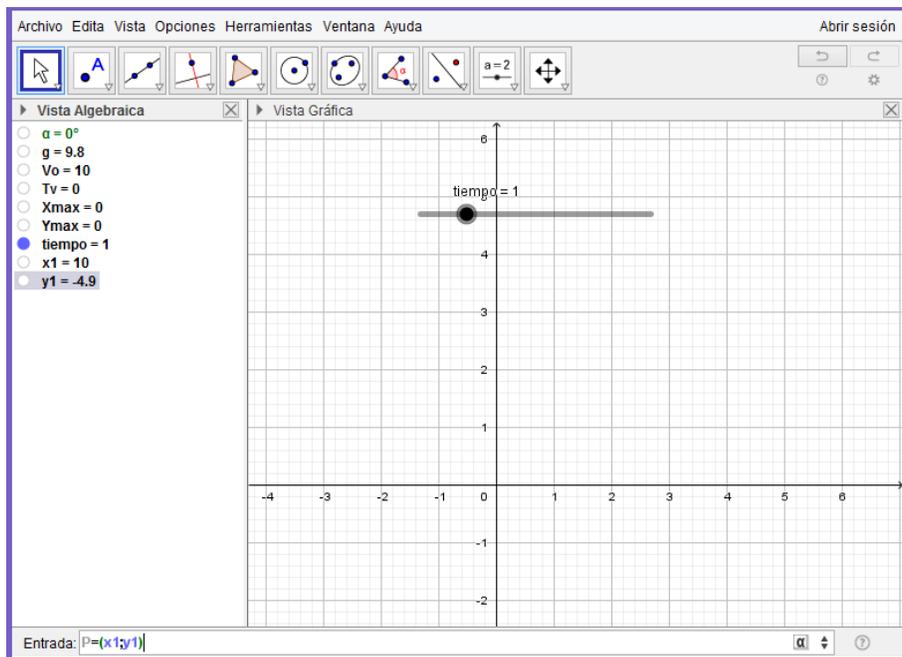
**Paso 6:** Hallamos las componentes de la velocidad en el eje X y Y con las siguientes formulas, las cuales ingresamos por la barra de entrada.

$$x1=Vo*\cos(\alpha)*tiempo$$

$$y1=Vo*\sen(\alpha)*tiempo - [(g/2)*tiempo^2]$$



**Paso 7:** Representamos el objeto que se mueve a lo largo del movimiento parabólico con el punto P, el cual sería los valores que toman  $x1, y1$ . Desde la barra de entrada colocamos  $P=(x1;y1)$



**Paso 8:** Por último podemos darle clic derecho sobre el deslizador del tiempo y seleccionamos animación para ver la trayectoria de ese movimiento.

Nota: los valores de estrada de la velocidad inicial, ángulo y gravedad las podemos variar a gusto nuestro.

Archivo Edita Vista Opciones Herramientas Ventana Ayuda Abrir sesión

**Vista Algebraica**

- $\alpha = 21^\circ$
- $g = 9.8$
- $V_0 = 10$
- $T_v = 0.73$
- $X_{max} = 1.37$
- $Y_{max} = 0.37$
- tiempo = 0
- $x_1 = 0$
- $y_1 = 0$
- $P = (0, 0)$

**Vista Gráfica**

tiempo = 0

$\alpha = 21^\circ$

**Número tiempo**

- Objeto visible
- Etiqueta visible
- Animación
- Objeto fijo
- Posición absoluta en pantalla
- Renombrar
- Borrar
- Propiedades del objeto ...

Entrada: