

**SITUACIONES DIDÁCTICAS PARA LA ARTICULACIÓN DE LOS SABERES DE
FÍSICA Y MATEMÁTICAS. CASO ESTUDIANTES DE DÉCIMO GRADO DE UNA
INSTITUCIÓN PÚBLICA DE FLORIDABLANCA.**

HELGA VIVIANA ALMEIDA SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

BUCARAMANGA-SANTANDER

2019

**SITUACIONES DIDÁCTICAS PARA LA ARTICULACIÓN DE LOS SABERES DE
FÍSICA Y MATEMÁTICAS. CASO ESTUDIANTES DE DÉCIMO GRADO DE UNA
INSTITUCIÓN PÚBLICA DE FLORIDABLANCA**

HELGA VIVIANA ALMEIDA SÁNCHEZ

DIRECTORA:

MARIA HELENA QUIJANO HERNÁNDEZ

Magister en Educación.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

BUCARAMANGA-SANTANDER

2019

DEDICATORIA

Con el más profundo amor
A mi madre, hermana y amiga Liliana Almeida
A mi novio Sergio Luis Villegas
A mis sobrinos Steven, Tristán y Mariana
A mis amigos Jose Villamizar y Martha Lozano
Por ser las personas más maravillosas de mi vida y en quienes me reflejo para ser
cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del grupo 10-7 (2018) de la institución pública de Floridablanca por sus aportes, disposición y participación de las actividades propuestas en la presente investigación.

A la docente María Helena Quijano directora de este trabajo, por sus pertinentes observaciones, correcciones y valiosos aportes.

A la Universidad Industrial de Santander y los docentes de la maestría en pedagogía por ayudar a forjar una nueva docente, con más conocimiento y más herramientas de enseñanza.

A Sergio Luis Villegas por su amor y apoyo intelectual e incondicional durante este proceso, por creer siempre en mí, por su presencia maravillosa en mi vida. Te lo agradezco muchísimo, amor.

A Liliana Almeida por ser mi mayor inspiración, a quien debo todo mi ser y amo inmensamente.

RESUMEN

TÍTULO: SITUACIONES DIDÁCTICAS PARA LA ARTICULACIÓN DE LOS SABERES DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS. CASO ESTUDIANTES DE DÉCIMO GRADO DE INSTITUCIÓN EDUCATIVA PÚBLICA DE FLORIDABLANCA*

AUTOR: HELGA VIVIANA ALMEIDA SÁNCHEZ**

PALABRAS CLAVE: Situaciones didácticas, movimiento parabólico, articulación de saberes, dificultades de aprendizaje, competencias científicas y matemáticas.

DESCRIPCIÓN:

La presente investigación tiene como objetivo general intervenir en el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de las situaciones didácticas con la finalidad de articular los saberes de física y matemáticas, en estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Floridablanca. La metodología utilizada fue de enfoque mixto el cual tuvo una primera etapa en la que se indagan e identifican las principales falencias conceptuales y procedimentales a través de una prueba pre-test fundamentada en las competencias científicas, por medio de una metodología cuantitativa, con dos grupos, control y experimental. Tuvo como variable independiente la implementación de la propuesta didáctica que articula los saberes de física y matemáticas y como variable dependiente las competencias científicas. La herramienta estadística utilizada para el análisis de datos fue la prueba t student para grupos independientes. Posteriormente en la segunda etapa se diseñan e implementan tres secuencias didácticas y se realiza una actividad de refuerzo intermedia por medio de una metodología cualitativa, la cual se fundamentó en el análisis del taller investigativo y la observación; las actividades estuvieron distribuidas en: introducción conceptual y desarrollo procedimental, modelo matemático del movimiento parabólico y situaciones problema para simular con el software Phet, permitiendo el análisis de las observaciones realizadas durante la intervención donde se buscó por medio del diagnóstico, diseño e intervención lograr que los estudiantes superaran las dificultades de aprendizaje presentadas.

El impacto de esta investigación, permite orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de aprendizajes significativos de la matemática y la física de forma integral.

*Proyecto de grado

** Facultad de ciencias humanas, Escuela de educación, Maestría en pedagogía. Director María Helena Quijano Hernández.

ABSTRACT

TITLE: DIDACTIC SITUATIONS FOR THE ARTICULATION OF KNOWLEDGE IN PHYSICS AND MATHEMATICS. CASE, TENTH-GRADE STUDENTS FROM A PUBLIC SCHOOL IN FLORIDABLANCA.

AUTHOR: HELGA VIVIANA ALMEIDA SÁNCHEZ

KEY WORDS: didactic situations, parabolic movement, knowledge articulation, learning difficulties, scientific and mathematics competences.

DESCRIPTION:

This research work aims to intervene the teaching and learning process through didactic situations in order to articulate knowledge of physics and mathematics in a group of tenth-grade students from a public school in Floridablanca. A mixed approach methodology was used, which had an initial phase of enquiry and identification of the main knowledge and procedural difficulties through a pre-test based on scientific competences, using a quantitative methodology with two groups, a control and a pilot group. It had as an independent variable the implementation of a didactic proposal that articulates physics and mathematics and as a dependent variable the scientific competences.

The statistical tool used for data analysis was the test 'T-student' for independent groups. In the second phase, three didactic sequences were designed and implemented. A school reinforcement activity was done through a qualitative methodology, which was based on the investigative workshop analysis and the observation; the activities were distributed in: conceptual introduction and procedural development, mathematical model of the parabolic movement and problematic situations to simulate with the software Phet, allowing the analysis of the observations carried out during the intervention. The learning difficulties observed were improved by means of the diagnosis, design and implementation.

The impact of this research permits to guide the teaching and learning process through meaningful knowledge in mathematics and physics in an integral way.

*Research project

**Human Science Faculty, School of Education, Master's degree.

Directora: María Helena Quijano Hernández

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	35
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	38
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	38
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	38
2. MARCO TEÓRICO	39
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	39
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	39
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	41
2.1.3 Antecedentes Locales.....	43
2.2 REFERENTES TEÓRICOS	45
2.2.1 Enseñanza y aprendizaje de la física y la matemática.....	47
2.2.2 Teoría de las situaciones didácticas de Guy Brousseau.....	47
2.2.3 Herramienta Educativa Plickers	49
2.2.4 Simulador PhET.....	50
3. DISEÑO METODOLÓGICO	52
3.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	55

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	56
3.3 Diseño	60
3.4 Sistema de variables	61
3.5 Hipótesis del trabajo.	62
3.6 Diagrama de ejecución de la investigación.	63
3.7 Descripción del proceso metodológico.	64
3.7.1 Fase diagnóstica.....	64
3.7.2 Fase de intervención	70
3.7.3 Fase de evaluación y reflexión.....	78
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	81
4.1 Estadística descriptiva pretest.....	81
4.2 Estadística descriptiva post-test.....	86
4.3 Estadística inferencial. Prueba t student	90
4.4 Efectos del tratamiento experimental por competencias	97
4.4.1 Competencia indagar	95
4.4.2 Competencia explicación de fenómenos	99
4.4.3 Competencia uso de conocimiento científico	101
4.5 Comparación entre pretest y postest grupo experimental.....	102
4.6 Comparación entre pretest y postest por competencias	104
4.7 Etapa de tratamiento e intervención.....	106
5. HALLAZGOS	119
6. CONCLUSIONES	121

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
ANEXOS	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de respuestas incorrectas en cada aprendizaje de una institución pública de Floridablanca 2017-2.	26
Tabla 2. Porcentaje promedio de respuestas incorrectas en cada aprendizaje evaluado en ciencias naturales	27
Tabla 3. Competencias científicas según SABER.	28
Tabla 4. Competencias matemáticas según SABER.	29
Tabla 5. Puntajes promedio y desviación estándar en matemáticas, lectura y ciencias 2015.	31
Tabla 6. Relación ejes temáticos y área de estudio.	63
Tabla 7. Clasificación de preguntas pretest individual.	66
Tabla 8. Clasificación de preguntas por competencias pretest grupal.	67
Tabla 9. Situaciones didácticas en el pretest.	69
Tabla 10. Situaciones didácticas en la primera secuencia didáctica.	71
Tabla 11. Situaciones didácticas en la segunda secuencia didáctica	73
Tabla 12. Situaciones didácticas en la actividad de refuerzo	75
Tabla 13. Situaciones didácticas en la tercera secuencia didáctica.	77
Tabla 14. Situaciones didácticas en el pos-test.	79
Tabla 15. Pretest individual. Grupo control y experimental.	82

Tabla 16. Pretest grupal. Grupo control y experimental	83
Tabla 17. Resultados post-test. Grupo control y experimental.	83
Tabla 18. Datos obtenidos en el post-test.	84
Tabla 19. Resumen de procesamiento de datos.....	84
Tabla 20. Estadística descriptiva de los grupos experimental y control.....	85
Tabla 21. Prueba de normalidad	86
Tabla 22. Igualdad de varianza.	87
Tabla 23. Prueba de muestras independientes.....	88
Tabla 24. Competencia indagar.	89
Tabla 25. Prueba t student- competencia indagar.	90
Tabla 26. Estadística post-test – explicación de fenómenos	92
Tabla 27. Prueba t student – competencia explicación de fenómenos	93
Tabla 28. Estadística de grupo- competencia uso de conocimientos científicos. ..	94
Tabla 29. Prueba t student- competencia uso de conocimientos científicos.....	95
Tabla 30. Prueba de normalidad pretest y post-test.....	96
Tabla 31. Dificultades presentes en las diferentes etapas de la investigación evidenciadas en el diario de campo.	97
Tabla 32. Comparacion grupo control y experimental por competencias.	98
Tabla 33. Prueba t student- competencia indagar	99
Tabla 34. Explicación de fenómenos	100

Tabla 35. Prueba t student competencia explicación de fenómenos	100
Tabla 36. Uso del conocimiento científico	101
Tabla 37. Prueba t student- uso del conocimiento científico	101
Tabla 38. Prueba de normalidad pre-test y pos-test.	103
Tabla 39. Dificultades presentes en las diferentes etapas de la investigación evidenciadas en el diario de campo	104
Tabla 40. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica 1- problema 1.	108
Tabla 41. I Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica 1- problema 2.	109
Tabla 42. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica 1. Situación 3.	110
Tabla 43. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica2..	112
Tabla 44. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica2.Actividad 2.....	113
Tabla 45. Comportamiento de los estudiantes frente a la situación problema 1- Refuerzo.....	115
Tabla 46. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica 2. Problema 2	118
Tabla 47. Comparación grupo control y experimental por competencias.	119

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resultados área de matemáticas grado noveno .	23
Gráfica 2. Resultados área de ciencias naturales grado noveno	24
Gráfica 3. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en matemáticas 2017-2	25
Gráfica 4. Porcentaje de estudiantes con el desempeño mas alto y bajo	32
Gráfica 5. Teoría de las situaciones didácticas Guy Brosseau .	48
Gráfica 6. Métodos mixtos	53
Gráfica 7. Etapas del diseño explicativo secuencial (DEXPLIS)	54
Gráfica 8. Etapas del proyecto de investigación	62
Gráfica 9. Proceso del método mixto	63
Gráfica 10. Comparación pretest y post-test Grupo control	104
Gráfica 11. Comparación pretest y post-test Grupo experimental	105

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Resultados área de matemáticas grado noveno .	129
Anexo B. Resultados área de ciencias naturales grado noveno	133
Anexo C. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en matemáticas 2017-2	138
Anexo D. Porcentaje de estudiantes con el desempeño mas alto y bajo	139
Anexo E. Teoría de las situaciones didácticas Guy Brosseau	140
Anexo F. Métodos mixtos	146
Anexo G. Etapas del diseño explicativo secuencial (DEXPLIS)	158
Anexo H. Etapas del proyecto de investigación	159
Anexo I. Proceso del método mixto	164
Anexo J. Comparación pretest y post-test Grupo control	167
Anexo K. Comparación pretest y post-test Grupo control	172

INTRODUCCIÓN

Los componentes curriculares de física y de matemáticas a nivel de la educación básica y secundaria tradicionalmente se han asumido de manera fragmentada; en la actualidad, la enseñanza de la física es componente del área de ciencia naturales, sin embargo, en la práctica no existe tal concepción, a pesar de plantear y planear una organización curricular bajo la denominación de área, por el contrario, las matemáticas constituyen en sí misma otra área.

La fragmentación en la enseñanza de las ciencias naturales y la desarticulación de saberes matemáticos, tiene un costo para los estudiantes, evidenciado en el aprendizaje de la física en vacíos, y debilidad en cuanto a razonamientos matemáticos. Lo anterior conlleva a la formulación de la pregunta investigativa: *¿Cómo intervenir en el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de las situaciones didácticas con la finalidad de articular los saberes matemáticos en los saberes de la física, en estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de un municipio del área metropolitana?*, con el objetivo, de intervenir en el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de las situaciones didácticas, y con la finalidad de articular los saberes matemáticos en los saberes de la física, en estudiantes de décimo grado de una institución pública, además, identificar las dificultades conceptuales y procedimentales que presentan los estudiantes en la solución de problemas físicos e indagar cómo los estudiantes interpretan los problemas que contienen fenómenos físicos e involucran procedimientos matemáticos.

El aprendizaje de las matemáticas tiene una influencia en todas las áreas, bien sea en ciencias naturales, ciencias sociales, ciencias humanas, ciencias de la salud, ciencias económicas y administrativas; los estudiantes deben encontrarle sentido y aplicabilidad a los contenidos que cursan, corresponde entonces al

docente, mostrar las diferentes relaciones entre las áreas o disciplinas curriculares y de estas con situaciones cotidianas, dejar de lado el impartir la materia a grandes ritmos, el aprendizaje mecánico, que solo sirve para que los estudiantes aprueben los exámenes y los docentes queden satisfechos de haber dado todo el temario que plantea el libro de texto.

En el primer capítulo se realiza un planteamiento y descripción del problema a partir de las dificultades evidencias en el aula de clase, las políticas de los Estándares Básicos de competencias en ciencias naturales y la necesidad de desarrollar el pensamiento matemático en el entorno físico a través de la articulación de estos saberes.

En el segundo capítulo se elabora el marco teórico que sustenta la propuesta de investigación; plantea como estrategia de articulación las Situaciones Didácticas, propuesta por Guy Brousseau y se incorpora el uso de la herramienta educativa Plickers y el simulador PhET.

En el capítulo tercero se presenta el diseño y descripción de la metodología de investigación, las etapas, contextualización, hipótesis de trabajo y las técnicas e instrumentos implementados para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

El capítulo cuarto se realiza un análisis de resultados a partir de las estadísticas descriptivas e inferencial por medio de la prueba t student para muestra de grupos independientes en el programa estadístico informático IBM SPSS versión 20.

En el último capítulo se realiza la comparación de los grupos control y experimental por competencias científicas y su relación con las competencias matemáticas

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Tradicionalmente el aprendizaje de la matemática y la física se da en caminos separados, sin embargo, cuando se trata de competencias científicas se requieren conocimientos matemáticos, en especial en la interpretación de datos, gráficas y el planteamiento de problemas; es en este último donde se presentan las principales falencias por el deficiente desarrollo de las habilidades comunicativas propias de las matemáticas requeridas en la física¹; además se han observado algunas dificultades específicas en los estudiantes a partir de la práctica docente como:

- Dificultad para identificar datos relevantes del problema.
- Dificultad para comprender los significados de los datos.
- Dificultad para contextualizar los conceptos de la física
- Dificultad para transcribir al lenguaje matemático los datos del problema.

Los anteriores problemas se evidencian en la asignatura componente del área de ciencias naturales y en matemáticas en el grado décimo de una institución educativa pública de Floridablanca Santander.

En la política de los Estándares Básicos de Competencias en ciencias en los niveles 10 y 11, los estudiantes deben ser capaces de modelar matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos, solucionar problemas que implican el establecimiento del estado de movimiento de un cuerpo, establecer relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, explicar y relacionar los

¹ QUINTERO GARCIA, Erika. Dificultades que identifican los estudiantes a través de la metacognición en el aprendizaje de las matemáticas en educación secundaria. Universidad autónoma de Manizales. 2014. p. 22

conceptos de masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos y establecer relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal; todo lo anterior requiere una amplia comprensión y modelación matemática por lo cual, se necesitan análisis de situaciones; identificación de lo relevante en ellas; establecimiento de relaciones entre sus componentes y con situaciones semejantes; formación de modelos mentales, formulación de distintos problemas, posibles preguntas y posibles respuestas que surjan a partir de la misma; este proceso requiere del uso flexible de conceptos, procedimientos y diversos lenguajes para expresar las ideas matemáticas pertinentes y para formular, reformular, tratar y resolver los problemas asociados a dicha situación. Estas habilidades también integran el razonamiento, en tanto exigen formular argumentos que justifiquen los análisis y procedimientos realizados y la validez de las soluciones propuestas; por tal razón, en cualquiera de las áreas curriculares o de los ejes transversales del trabajo escolar se puede y se debe desarrollar el pensamiento matemático².

Para desarrollar el pensamiento matemático en el entorno físico se necesita la articulación, asumiendo esta como la necesaria continuidad, coherencia, secuenciación y gradualidad que debe existir en el proceso de enseñanza y aprendizaje para dar una mirada en conjunto e integral de las competencias matemáticas y científicas. La utilización del lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos físicos y para expresar datos e ideas sobre la naturaleza, proporciona contextos variados para poner en juego los contenidos asociados a estas competencias y, con ello, dar sentido a los aprendizajes.

En el proceso de articulación se debe tener en cuenta los pensamientos matemáticos aplicados a las ciencias naturales:

² MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares Básicos de competencia en matemática. Revolución educativa aprende. Enlace Editores Ltda. Bogotá. p. 86. 2006

- Métrico: Las nociones métricas no se aplican sólo a lo espacial (como en el caso de longitud, área y volumen) sino también a lo temporal (duración y frecuencia) y a otras muchas disciplinas, especialmente la física y la química (fuerza, peso, masa, densidad, temperatura, presión, velocidad, aceleración, etc.)
- Variacional: Se desarrolla a través de modelación de procesos y situaciones naturales; está dirigido al análisis de la covariación de un sistema, de una situación o de un fenómeno, orientado a reconocer qué, cómo y cuánto cambia, con el fin de lograr su comprensión, descripción, representación y modelación en distintos sistemas.
- Numérico: Detección de esquemas que se repiten en las situaciones cotidianas, científicas y matemáticas para reconstruirlas mentalmente
- Espacial: Uso de argumentos geométricos para resolver y formular problemas en contextos de matemáticas y ciencias naturales, por medio de la descripción y modelación de fenómenos.³

Lo anteriormente mencionado se espera que sea aprendido, comprendido y demostrado en las evaluaciones académicas a nivel institucional y pruebas estandarizadas caso SABER, así como en las diferentes situaciones que le plantee la vida diaria, como ciudadano, persona en formación personal, y más adelante, profesional.

En el contexto nacional un instrumento para informar que tan competentes son los jóvenes y hacer un análisis de la calidad es el examen SABER, para esta investigación es necesario analizar las pruebas SABER 9 y SABER 11 las cuales permiten conocer las competencias que poseen los estudiantes y con ello, determinar en el grado noveno las falencias presentes en las áreas de ciencias naturales y matemáticas con las cuales inician los estudiantes el grado décimo y

³ CAICEDO ZAMBRANO, Javier. Pensamiento matemático en relación con las pruebas PISA. XII Coloquio Regional de Matemáticas y II Simposio de Estadística. Universidad de Nariño. Pasto. 2014.

las pruebas SABER 11 para determinar el nivel con el cual finalizan la educación secundaria.

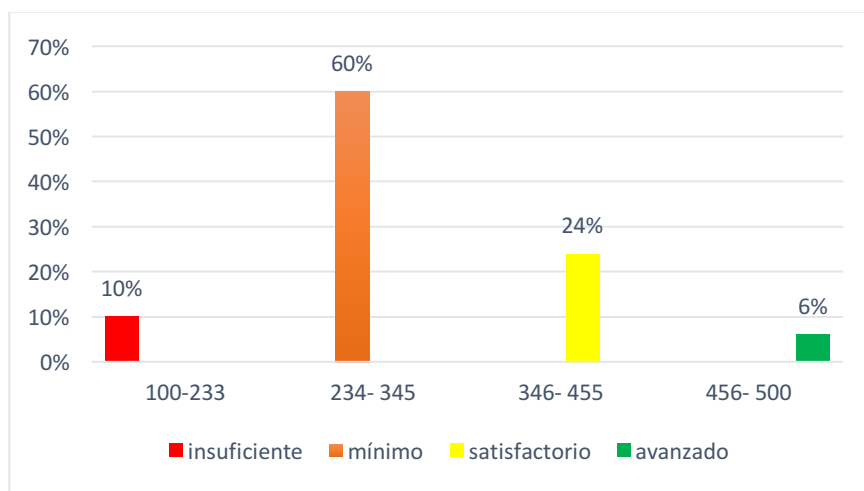
A partir del segundo semestre de 2014, el ICFES evalúa las competencias de i) interpretación y representación, ii) formulación y ejecución, y iii) argumentación. Un estudiante desarrolla la competencia de interpretación y representación cuando puede comprender y transformar información contenida en tablas, gráficos y demás formatos; la competencia de formulación cuando posee la capacidad para plantear y diseñar estrategias que permitan solucionar problemas provenientes de diversos contextos y argumenta al validar o refutar conclusiones, estrategias, soluciones, interpretaciones y representaciones en situaciones problemáticas⁴.

En el área de ciencias naturales esencialmente en el entorno físico, el estudiante está en la capacidad de representar, a través de modelos sencillos, algunos eventos naturales e identificar las relaciones de fuerza y movimiento. Las principales dificultades de los estudiantes radican al modelar matemáticamente fenómenos físicos ya que por lo general se dan fórmulas terminadas generando un tratamiento puramente operativo y sin significado, presentando dificultades en la comprensión e interiorización de los conceptos físicos que requieren de un tratamiento matemático, teniendo en cuenta estas habilidades en las Gráficas 1 y 2 se observan los resultados obtenidos en las pruebas SABER del año 2017 en una institución pública de Floridablanca por los estudiantes de noveno grado distribuidos según los niveles de desempeño en matemáticas y ciencias.

⁴ OCDE. Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2015: Ciencias, Matemáticas, Lectura y Competencia financiera. ISBN 978-98-64-25542-8. 2016.

La Gráfica 1 corresponde a los resultados obtenidos en la prueba saber noveno en el área de matemáticas distribuidos en diferentes niveles de desempeño.

Gráfica 1. Resultados grado noveno. Matemática



Fuente: SABER noveno. ICFES interactivo. 2017

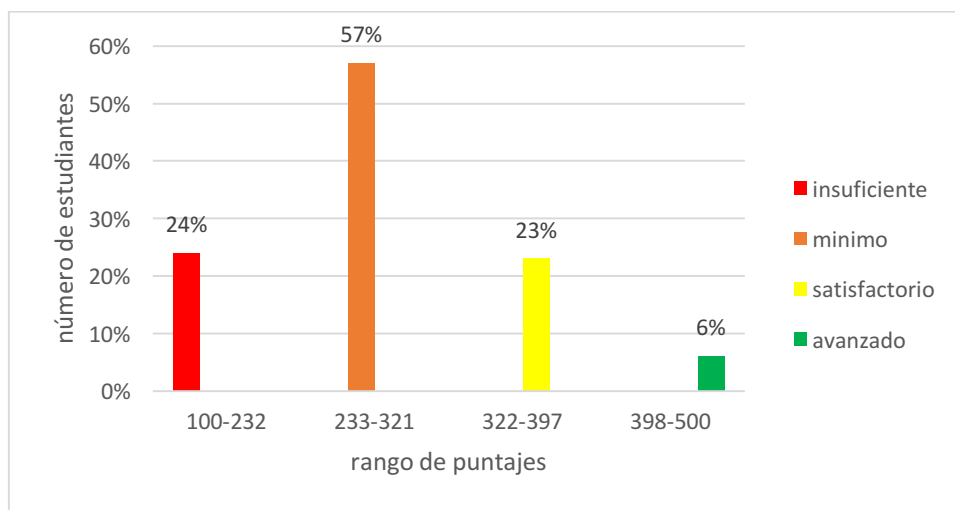
Los cuatro niveles de desempeño asociados a los resultados en la prueba son: Insuficiente, mínimo, satisfactorio y avanzado.

El nivel mínimo y satisfactorio de desempeño es el que presentan la mayoría de estudiantes, con un valor de 60% y 24% estudiantes en cada uno de ellos y en el nivel avanzado e insuficiente de desempeño se encuentra solamente el 6% y 10% estudiantes respectivamente.

Los resultados evidencian que el mayor número de estudiantes se encuentra entre los niveles mínimo y satisfactorio y un bajo número de estudiantes en el nivel insuficiente y avanzado; por tal razón, el reto planteado para la institución es disminuir la cantidad de estudiantes en los niveles mínimos e incrementar el porcentaje en el nivel avanzado.

La Gráfica 2 corresponde a los resultados obtenidos en la prueba saber noveno en el área de ciencias naturales distribuidos en diferentes niveles de desempeño.

Gráfica 2. Resultados grado noveno. Ciencias naturales



Fuente. SABER noveno. Icfes interactivo grado noveno. Ciencias naturales.
2017

Los niveles de desempeño consisten en una descripción cualitativa sobre lo que el estudiante es capaz de hacer cuando se enfrenta a preguntas de distintos rangos de dificultad, en una situación de contexto específica.

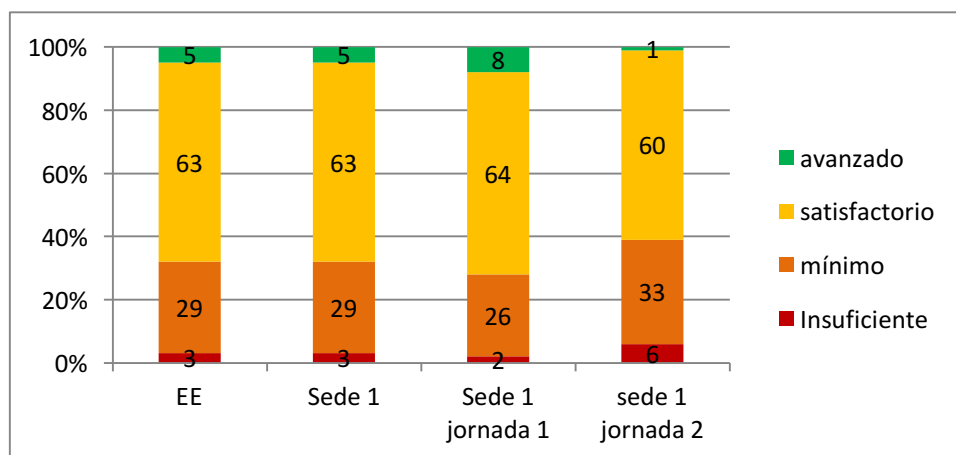
El nivel mínimo de desempeño es el que presenta la mayoría de estudiantes, con un porcentaje de 57% y en el nivel avanzado de desempeño se encuentra solamente el 6% de los estudiantes.

Las Gráficas 1 y 2 muestran los niveles de desempeño de los estudiantes del grado noveno en las pruebas SABER, lo cual es un indicador de las competencias que poseen los estudiante, por tal razón, según el nivel obtenido el estudiante reconoce distintas maneras de representar una función, soluciona problemas en contextos aditivos y multiplicativos, identifica algunas propiedades de figuras planas y sólidos, establece relaciones entre dimensionalidad y magnitud, identifica

algunos movimientos rígidos en el plano, utiliza formas de representación convencionales para describir fenómenos de las ciencias sociales o naturales.

Por otra parte, la institución oficial objeto del presente estudio, en el año 2017 participó en las pruebas SABER 11° en el segundo semestre; el examen fue presentado por 250 estudiantes cuya información de la distribución por niveles de desempeño en matemáticas se presenta en la Gráfica 3; se evidencia que el 60% de los estudiantes de la jornada 2 de una institución educativa pública de Floridablanca tienen nivel satisfactorio en las competencias evaluadas en matemáticas y en un porcentaje inferior al 5% se encuentran en el nivel avanzado; además, es posible observar que la jornada 2 presenta el mayor porcentaje de estudiantes en nivel insuficiente.

Gráfica 3. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en matemáticas 2017-2



Fuente: ICFES. Reporte de resultados del examen Saber 11 aplicación 2017-2.

En la Tabla 1, se muestra un indicativo del porcentaje de preguntas con respuestas erradas por cada uno de los aprendizajes evaluados, lo que permite tener una ayuda pedagógica porque sirve como indicador del desempeño al realizar acciones complejas que articulan procesos propios de los pensamientos matemáticos.

Tabla 1. Porcentajes de preguntas erradas por aprendizaje 2017-2.

Aprendizaje	Entidad Educativa	Colombia	Entidad territorial
Valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.	42%	48%	38%
Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.	50%	54%	42%
Comprende y transforma la información cuantitativa y esquemática presentada en distintos formatos	30%	37%	25%

Fuente: ICFES. Reporte de resultados del examen Saber 11 aplicación 2017-2.

Convenciones:

- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es menor al 20% se asigna el color verde.
- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 20% y menor al 40% se asigna el color amarillo.
- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 40% y menor al 70% se asigna el color naranja.
- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 70% se asigna el color rojo.

La Tabla 2 es un indicativo del porcentaje de preguntas incorrectas en ciencias naturales por los estudiantes en una institución pública de Floridablanca, donde se muestra la relación entre la entidad educativa, Colombia y demás entidades de carácter similar; cuanto menor es el porcentaje promedio de respuestas incorrectas, mejor es el desempeño de los estudiantes, por tal razón, se observa que un alto porcentaje de los estudiantes presenta problemas en identificar características de fenómenos de la naturaleza, análisis de la información, modelación de procesos físicos, esto último ligado a falencias en las competencias matemáticas.

Tabla 2. Porcentaje promedio de respuestas incorrectas en cada aprendizaje evaluado en Ciencias naturales

Aprendizaje	Entidad Educativa	Colombia	Entidad territorial
Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas	22%	28%	16%
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y conceptos propios del conocimiento científico	40 %	45%	36%
Comprende que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Procesos vivos.	48%	56%	41%
Derivar conclusiones para algunos fenómenos de la naturaleza basándose en conocimientos y en la evidencia de su propia investigación y de la de otros	32%	38%	26%
Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico.	46%	51%	39%
Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.	47%	51%	40%
Utilizar algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones	25%	29%	18%

Fuente: ICFES. Reporte de resultados del examen Saber 11 aplicación 2017-2.

Lo planteado en las pruebas SABER 9 y SABER 11 permite sustentar la necesidad de articular los saberes de física y matemáticas, ya que se evidencia un nivel bajo en las competencias planteadas por el ICFES en las dos asignaturas las cuales se muestran en las Tablas 3 y 4, por lo cual, se trabajará con los estudiantes de grado décimo, planteando una propuesta de trabajo acorde a los resultados de las pruebas, la experiencia docente, y estudios de investigación que permiten el planteamiento de una serie de cuestionamientos que direccionarán la intervención educativa.

Tabla 3. Competencias científicas según SABER

COMPETENCIA	AFIRMACIÓN
Uso comprensivo del conocimiento científico	-Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico. - Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.
Explicación de fenómenos	- Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico.
Indagación	- Comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural. - Derivar conclusiones para algunos fenómenos de la naturaleza basándose en conocimientos científicos y en la evidencia de su propia investigación y la de otros.

Fuente: Guía de orientación SABER. Bogotá. 2017

Tabla 4. Competencias matemáticas según SABER

COMPETENCIA	AFIRMACIÓN
Interpretación y representación	Comprende y transforma la información cuantitativa y esquemática presentada en distintos formatos.
Formulación y ejecución	Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.
Argumentación	Valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.

Fuente: Guía de orientación SABER. Bogotá. 2017

En el plano internacional, las pruebas PISA funcionan como un estándar para medir las competencias de los jóvenes colombianos en comparación con los diferentes países que participan a nivel mundial.

Según PISA 2015 un estudiante es competente en matemática cuando posee la capacidad de formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, herramientas y hechos matemáticos para describir, explicar y predecir fenómenos. Esto ayuda a las personas a reconocer la presencia de las matemáticas en el mundo y a emitir juicios y decisiones bien fundamentados que necesitan los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos.⁴

Para PISA los procesos matemáticos principales son:

- Formular situaciones matemáticamente.
- Emplear conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos.
- Interpretar, aplicar y evaluar los resultados matemáticos.

- Comunicación.
 - Representación.
 - Razonamiento y argumentación.
 - Diseño de estrategias para resolver problemas.

Por otra parte, la competencia científica según lo plantea PISA se enfoca principalmente en:

- Explicar fenómenos científicamente.
- Interpretar datos y pruebas científicamente.
- Evaluar y diseñar la investigación científica.
- Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.

Para dimensionar la magnitud del problema de la matemática y las ciencias en Colombia se presentan los resultados obtenidos en su cuarta participación en la que forma parte del programa internacional de evaluación de estudiantes (PISA 2015- Siglas en inglés), proyecto que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) desarrolla desde finales de la década de los años 1990, con el objetivo de evaluar qué tan bien preparados están los estudiantes de 15 años de edad para enfrentar los retos posteriores a la educación secundaria. Desde el año 2000, las pruebas PISA se llevan a cabo cada tres años, con la finalidad de evaluar los niveles de competencias de los estudiantes en matemáticas, lectura y ciencias naturales. Los resultados obtenidos en el año 2015 pueden observarse en la Tabla 5.

Tabla 5. Puntajes promedio y desviaciones estándar en matemáticas, lectura y ciencias. 2015

País	Lectura				Matemáticas				Ciencias			
	2006	2009	2012	2015	2006	2009	2012	2015	2006	2009	2012	2015
Chile	442	449	441	459	411	421	423	423	438	448	445	447
Uruguay	413	426	411	437	427	427	409	418	428	427	416	435
Argentina	374	498	396	-	381	388	388	-	391	401	406	-
Costa Rica	-	443	441	427	-	409	407	400	-	431	429	420
Colombia	385	413	403	425	370	381	376	390	388	402	399	416
México	410	425	424	423	406	419	413	408	410	416	415	416
Brasil	393	412	410	407	370	386	391	377	390	405	405	401
Perú	-	370	384	398	-	365	368	387	-	369	373	397
República Dominicana	-	-	.	358	-	-	-	328	-	-	-	332

Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. 2015

La participación colombiana estuvo conformada por 11975 estudiantes de 312 instituciones a nivel nacional, los resultados que Colombia obtuvo fueron de los más bajos, ya que de 72 países participantes que estuvieron presentes en el 2015, aparece clasificado en el puesto 57, con un promedio de 416 puntos mejorando su posición en la tabla de resultados comparado con lo obtenido en el 2012, con resultados similares a los de Costa Rica y México. En ciencias, los jóvenes obtuvieron 28 puntos más en el puntaje promedio, en comparación con la aplicación del 2006, lo cual representa la segunda mejora más amplia entre todos los participantes del estudio.

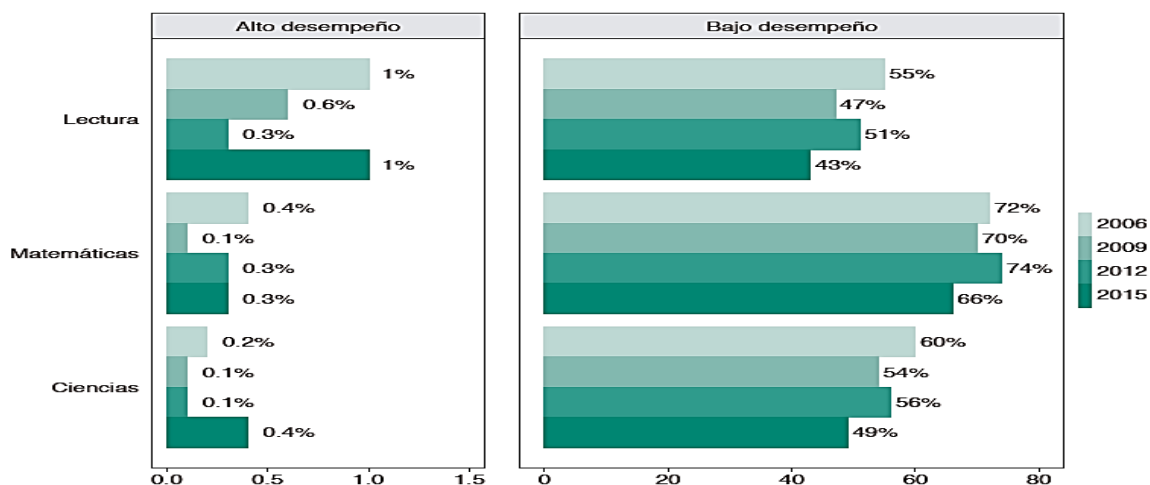
En matemáticas, el aumento de 20 puntos en el puntaje promedio ubica a Colombia en el séptimo puesto en la lista de los países que más han mejorado; sin

embargo, se requiere mayor trabajo en el área ya que se mantiene en el rango de 300.

Por otra parte, PISA clasifica los resultados de los estudiantes en tres niveles, los cuales se encuentran organizados de la siguiente forma: el nivel 5 y 6 (nivel avanzado), nivel 3 y 4 (nivel satisfactorio), nivel 2 (nivel básico) y nivel <2 (estudiantes que no alcanzan el nivel básico)⁵.

La Gráfica 4 obtenida a partir del informe de resultados del Ministerio de Educación Nacional MEN, muestra el porcentaje de estudiantes que alcanza el desempeño más alto de la prueba, en conjunto con el porcentaje de estudiantes con el desempeño más bajo, es decir, aquellos jóvenes que se han ubicado en nivel uno.

Gráfico 4. Porcentaje de estudiantes con el desempeño más alto y más bajo.



Fuente: MEN. Informe nacional de resultados: Colombia en PISA 2015

El progreso de Colombia en el puntaje promedio de las tres áreas evaluadas guarda relación con un porcentaje más alto de estudiantes que alcanzan los niveles de desempeño superiores, y una proporción cada vez menor de estudiantes en el nivel de desempeño más bajo. En lectura, por ejemplo, el

⁵ MEN, Resumen ejecutivo Colombia en Pisa 2015. Bogotá. 2016.

porcentaje de estudiantes de alto desempeño aumentó 0,7% entre 2012 y 2015; mientras que en ciencias esta variación es de 0,3%. En relación a los estudiantes de desempeño más bajo, es importante resaltar los cambios en lectura y ciencias, donde el porcentaje de estudiantes en nivel uno disminuyó 12% y 11% entre 2006 y 2015, respectivamente.

De esta forma, si bien Colombia aún tiene más de 40% de los estudiantes en el nivel de desempeño más bajo en PISA (resultado especialmente alto en matemáticas, donde el nivel uno reúne a más de 60% de los estudiantes), es importante destacar que las políticas y prácticas de los últimos años han estado enfocadas en el mejoramiento de la calidad educativa en su conjunto y han favorecido la creación de más y mejores entornos de aprendizaje para los estudiantes.

En cuanto a las áreas evaluadas, el 40 % de estudiantes colombianos de 15 años no está a la altura de los conocimientos mínimos en ciencias que se presuponen para su edad. En el caso de la media de estados miembros de la OCDE este porcentaje es del 20% y en matemáticas los estudiantes colombianos lograron en conjunto una puntuación de 390 frente a los 423 de Chile y los 408 de México. Se superó el puntaje de Brasil con 377 y se igualó a Perú, Líbano e Indonesia⁶.

La importancia de la prueba PISA es la evaluación del efecto que tienen sobre el aprendizaje las variables socioeconómicas y culturales, así como las características del sistema escolar, las instituciones educativas y los padres de familia para explicar el efecto de estos en el desempeño de los estudiantes.

La presente propuesta tiene como eje central *el planteamiento de situaciones problema, de contextos físicos de acuerdo a las necesidades e intereses de aprendizaje del estudiante*, además de las dificultades de aprendizaje evidenciadas en el aula. En este sentido, los conocimientos matemáticos

⁶ OCDE. Mejores políticas para una vida mejor. Resultados clave. Base de datos de PISA 2015.

contribuyen a la formación lógico-deductiva del estudiante proporcionándole un lenguaje que permite modelar los problemas físicos y el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas⁷.

Los elementos problémicos descritos anteriormente, llevan al planteamiento de las siguientes preguntas investigativas:

¿Cómo intervenir en el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de las situaciones didácticas con la finalidad de articular los saberes matemáticos en los saberes de la física, en estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Floridablanca?

La problematización plantea además como preguntas directrices:

- ¿Cuáles son las dificultades conceptuales y procedimentales que presentan los estudiantes en la solución de problemas físicos?
- ¿Cómo interpretan los estudiantes de décimo grado, los problemas físicos que involucran procedimientos matemáticos?
- ¿Cómo las situaciones didácticas favorecen en el estudiante la comprensión y resolución de problemas que contienen saberes disciplinares de la física?
- ¿Cuáles son las situaciones didácticas que desarrollan la acción, formulación y validación de problemas físicos que requieren competencias matemáticas para su solución?

⁷ PULIDO RIOS, Ricardo. La enseñanza de los diferenciales en las escuelas de ingeniería desde un enfoque socio-epistemológico. Departamento de matemáticas, instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. 2010. P. 86

1.2. JUSTIFICACIÓN

A partir de la experiencia docente se ha detectado que los estudiantes de una institución educativa pública de Floridablanca presentan deficiencias en la comprensión de conceptos matemáticos implícitos en los enunciados de problemas de física, por lo tanto, existen dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia.

Frecuentemente se ignora que los estudiantes poseen experiencias previas del mundo real y que estas experiencias las tienen organizadas de una forma particular que les permite explicar, a su modo, los hechos reales, por lo que el docente equívocamente determina que todos los estudiantes tienen un mismo nivel y que todos han asimilado los conceptos del nivel precedente correctamente.

En Física, la argumentación se ve restringida por el deficiente lenguaje matemático representativo y es frecuente que, a causa del poco nivel matemático de los estudiantes, la repetición y memorización sea el único método posible para la resolución de determinados ejercicios o situaciones problema ya que no se fomenta el desarrollo de las habilidades de los estudiantes a nivel productivo y creativo.⁸

Es necesario implementar acciones didácticas dirigidas al desarrollo de habilidades comunicativas para la resolución de problemas de Física por parte de los estudiantes que estén encaminadas a enseñar a pensar, donde se utilicen estrategias para aprender a aprender a partir de los recursos, el contexto, los objetivos y los contenidos curriculares de la institución educativa.⁸

Esta investigación pretende que los estudiantes comprendan y expresen mensajes con contenido científico, interpreten gráficas, tablas, modelación y expresiones

⁸ SANTAMARIA MIJARES, Alba. Presencia de las matemáticas en otras asignaturas. Master en formación del profesorado de secundaria. Boletín oficial de Cantabria. 2012

matemáticas elementales, así como comunicar otras argumentaciones propias de la física, tales como reconocer y aplicar los conocimientos a los movimientos de la vida cotidiana y valorar la importancia del estudio de los movimientos en el surgimiento de la ciencia moderna.

Teniendo en cuenta, los resultados obtenidos en la implementación de situaciones didácticas y las observaciones realizadas, se espera comprender las dificultades de los estudiantes y ayudar a superarlas por medio de estrategias metodológicas, permitiendo la difusión y articulación de saberes matemáticos y físicos.

Para motivar a los estudiantes y mejorar los procesos evaluativos y formativos se implementarán dos herramientas tecnológicas en el desarrollo de la metodología planteada; Plickers⁹, la cual es una aplicación que permite a los docentes obtener datos estadísticos del progreso de aprendizaje de los estudiantes y el simulador de modelos PhET¹⁰ que permite a docentes y estudiantes construir modelos matemáticos y explorarlos mediante animaciones y gráficos; a través del software los usuarios pueden experimentar visual e interactivamente con modelos y animaciones que permiten la comprensión de los fenómenos y sus distintas representaciones.

En la perspectiva trazada por el Ministerio de Educación Nacional en los lineamientos generales de los procesos curriculares se plantea que la integración de las matemáticas y las ciencias naturales deber ser el eje central del currículo dentro de un proceso pedagógico que permita la elaboración de situaciones problémicas procedentes de la vida diaria, de las matemáticas y de las ciencias

⁹ PLICKERS, Guía para el uso de Plickers. Dirección de Tecnologías para el Aprendizaje Universidad tecnológica de Perú. P. 3. 2015

¹⁰ WIEMAN, Carl. PhET Interactive Simulations. Physics Education Technology Project University of Colorado Boulder. 2002

naturales en un contexto propicio para poner en práctica el aprendizaje activo, la inmersión de las matemáticas en la cultura, el desarrollo de procesos de pensamiento y para contribuir significativamente tanto al sentido como a la utilidad de las matemáticas.

La organización del currículo y su estructura debe reconocer la enseñanza y aprendizaje de la matemática en la formulación e implementación de estrategias, planes de seguimiento y evaluación en procesos que benefician la formación en competencias científicas y su puesta en práctica por medio de su relación con habilidades cognitivas matemáticas como el razonamiento inductivo/deductivo, el pensamiento basado en sistemas, la toma de decisiones y la transformación de la información (por ejemplo, creación de tablas o gráficos a partir de datos), elaboración y comunicación de argumentos y explicación basada en datos, el pensamiento en términos de modelos y la utilización de las ciencias.¹¹

¹¹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Serie de lineamientos curriculares. Editorial Nueva gente. Bogotá. 1998.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL. Intervenir en el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de las situaciones didácticas con la finalidad de articular los saberes matemáticos en los saberes de la física, en estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las dificultades conceptuales y procedimentales que presentan los estudiantes en la solución de problemas físicos.
- 2 Indagar cómo los estudiantes interpretan los problemas que contienen fenómenos físicos e involucran procedimientos matemáticos.
- 3 Diseñar situaciones didácticas donde se desarrolle la acción, formulación y validación de problemas físicos que requieran de competencias matemáticas para su solución.
- 4 Implementar las situaciones didácticas para favorecer en el estudiante la comprensión y resolución de problemas que contienen saberes disciplinares de la física.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física es necesario organizar los saberes con una estructura problematizadora que permita al estudiante poner a prueba los conceptos y modelos necesarios para avanzar en la solución de problemas contextualizados.

Por esta y otras razones el trabajo de investigación toma como referencia diferentes autores, artículos y otros proyectos de investigación que complementan las ideas planteadas en este proyecto de grado.

2.1.1 Antecedentes Internacionales. Marmolejo J. En su investigación titulada, “Propuesta de estrategias que fomentan el aprendizaje y la solución de problemas en las ciencias básicas fortaleciendo la interpretación y aplicación del despeje, la sustitución numérica en ecuaciones y formulas, para los estudiantes del ciclo básico de la Universidad Autónoma de Santo Domingo”¹² describe las limitaciones y deficiencias del sistema educativo evidenciadas en el manejo de las ecuaciones y formulas en contextos aplicados a las ciencias naturales; por medio de encuestas se valoraron los niveles de conocimientos en las ciencias básicas identificando limitaciones en la comprensión lectora y falencias en las competencias matemáticas de tipo conceptual y procedimental.

A partir del hallazgo de estas deficiencias se elaboró una propuesta de estrategias de enseñanza para incrementar el aprendizaje en ciencias naturales con la

¹² MARMOLEJOS Julio, et al. Propuesta de estrategias que fomentan el aprendizaje y la solución de problemas en las ciencias básicas fortaleciendo la interpretación y aplicación del despeje, la sustitución numérica en ecuaciones y formulas, para los estudiantes del ciclo básico de la Universidad Autónoma de Santo Domingo. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Universidad Autónoma de Santo Domingo. 2014.

aplicación de problemas matemáticos teniendo en cuenta como principal estrategia la discusión, el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y la retroalimentación continua.

Santamaría A. En su tesis de maestría titulada: “influencia de las matemáticas en las demás asignaturas”¹³, realizó un análisis de la influencia de las matemáticas, el sentido y la interdisciplinariedad de la matemática con las demás áreas, para lo cual realizó una comparación de los currículos de las distintas asignaturas de la escuela de educación secundaria; analizó las opiniones tanto de docentes como estudiantes y finalmente realizó una reflexión para una mejora didáctica.

Por medio de la física y la matemática se determinó la capacidad de los alumnos de reconocer, plantear y resolver problemas y por medio de la reflexión didáctica se indicó que para trabajar por competencias se deben dirigir las asignaturas por otros caminos, para que los estudiantes comprendan que en la vida real tanto las matemáticas como las ciencias y todas las asignaturas en general no aparecen solas como en los libros de texto, sino que se apoyan unas de otras manifestandose de manera interdisciplinaria cubriendo las necesidades de los estudiantes según los ritmos de aprendizaje.

Devece E. realizó una investigación titulada: “Experiencia de articulación entre matemática y física ” ¹⁴ El objetivo de la investigación fue profundizar en acciones de articulación entre las dos asignaturas, proponiendo actividades didácticas con problemas de aplicación a situaciones reales que permitieran un acercamiento entre ellas.

¹³ SANTAMARIA MIJARES, Alba. Presencia de las matemáticas en otras asignaturas. Master en formación del profesorado de secundaria. Boletín oficial de Cantabria. 2012.

¹⁴ DEVECE, Eugenio, et al. Experiencia de articulación entre matemática y física. IV jornada de enseñanza e investigación educativa en el campo de las ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de la Plata. 2015.

Para resolver los interrogantes planteados con respecto a las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de física y matemáticas se promovió el uso de las TIC's, el trabajo grupal y colaborativo para mejorar la capacidad de identificar la información relevante para un problema dado, interpretarla, clasificarla y buscar relaciones entre la información nueva y la adquirida previamente. Se plantearon situaciones problémicas en guías, actividades dentro y fuera del aula y problemas de aplicación utilizando un software que permitió mejorar la comprensión de situaciones problema.

2.1.2 Antecedentes Nacionales. En el año 2011, García Y.¹⁵ realizó una investigación para obtener el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Este trabajo desarrolló una propuesta didáctica orientada a la enseñanza del concepto fuerza como aquello que cambia la cantidad de movimiento, en sintonía directa con las ideas originales de Newton. La propuesta incluyó principalmente actividades grupales, pero también clases magistrales y una sesión de laboratorio.

Los análisis estadísticos de los resultados de la prueba evidenciaron una mejora pequeña, pero estadísticamente significativa, en el puntaje promedio obtenidos por los estudiantes. Al dividir la prueba en tres sub-escalas: vectores, cinemática y fuerzas, se observó que la propuesta didáctica tuvo efecto solamente sobre la última, lo que coincidió con el objetivo principal de la propuesta. Sin embargo, los puntajes totales en el post-test siguieron siendo bajos.

Para mejorar la propuesta la autora resalta la importancia de que los estudiantes tengan conocimientos básicos de geometría y trigonometría, ya que las actividades didácticas para la enseñanza del concepto de fuerza basado en la cantidad de movimiento no proporcionan la mejoría esperada en el desempeño de

¹⁵ GARCIA Yorlady. Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2011.

los estudiantes dadas las concepciones previas erradas y la falta de comprensión de los conceptos matemáticos requeridos en este nivel.

Igualmente, en el año 2011 Vargas M. en su investigación titulada: “El concepto de función y sus aplicaciones en situaciones relacionadas con fenómenos físicos, que conducen a un modelo cuadrático, una propuesta para trabajar en el grado noveno”¹⁶ de la Universidad Nacional de Colombia desarrolló una propuesta didáctica cuyo eje central fue la modelación de fenómenos físicos, que conducían a un modelo cuadrático; mediante el análisis de las variables, el planteamiento de hipótesis y su verificación, a través de la experimentación directa o el uso de simulaciones.

En la propuesta se implementaron unidades didácticas que tuvieron como eje central la modelación a partir de situaciones problema de contextos físicos; en estas se plantearon actividades para llegar al modelo matemático, por ello, se tuvieron en cuenta las siguientes etapas: descripción de la situación problema, planteamiento de hipótesis e identificación de magnitudes variables, experimentación real o virtual, toma y análisis de datos, formulación, generalización e identificación del modelo matemático y finalmente la validación de hipótesis mediante el uso del modelo matemático.

Las actividades desarrolladas en el trabajo le permitieron al estudiante formular hipótesis, predecir comportamientos, analizar y construir modelos matemáticos ajustados a las situaciones presentadas.

¹⁶ VARGAS, María. El concepto de función y sus aplicaciones en situaciones relacionadas con fenómenos físicos, que conducen a un modelo cuadrático, una propuesta para trabajar en el grado noveno”. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad nacional de Colombia. 2011.

En el año 2012 en la Universidad Nacional de Colombia, Bustamante E.¹⁷ para obtener el título de magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales realizó un proyecto de grado titulado: “Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton en el grado décimo utilizando las nuevas tecnologías TIC: Estudio de caso en el grado décimo de la institución educativa Julio Cesar García del municipio de Medellín”.

Se diseñó un curso virtual sobre el tema de Las Leyes de Newton con base en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, el cual se implementó utilizando el sistema de gestión de aprendizaje Moodle. Se pudo verificar que el aprendizaje cualitativo y cuantitativo de las Leyes de Newton por parte del grupo piloto virtual, fue mucho mayor, que el de un grupo de control al cual se instruyó en el tema, haciendo uso de un modelo pedagógico tradicional.

Las etapas que conformaron la estrategia metodológica para la enseñanza de las leyes de Newton fueron: a) Diagnóstico de preconceptos; b) Introducción y discusión de referentes conceptuales; c) Implementación de experiencias básicas; d) Confrontación de conceptos y e) Evaluación de conceptos.

2.1.3 Antecedentes Locales. Rojas F. en el año 2012 realizó una investigación titulada: “Propuesta didáctica que integra el área de tecnología e informática con el área de física del grado 11 en una institución educativa de Bucaramanga”¹⁸ en la cual implementa una metodología cuantitativa bajo un diseño cuasi-

¹⁷ BUSTAMANTE Efraín. Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton en el grado décimo utilizando las nuevas tecnologías TIC: Estudio de caso en el grado décimo de la institución educativa Julio Cesar García del municipio de Medellín. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2012.

¹⁸ ROJAS F. TESIS DE MAESTRÍA. Propuesta didáctica que integra el área de tecnología e informática con el área de física del grado 11 en una institución educativa de Bucaramanga. Tesis de maestría en pedagogía. Universidad Industrial de Santander. 2012.

experimental con pre-test y post-test, con dos grupos, control y experimental. Tuvo como variable

independiente la implementación de la propuesta didáctica que integraba las áreas de física y T&I, y como variable dependiente las competencias específicas en física en los estudiantes del grado undécimo. Los resultados de la propuesta mostraron notables diferencias en el grupo control y experimental respecto a las competencias específicas en física. Se rechazó la hipótesis de igualdad entre el grupo control y el grupo experimental luego de la intervención. La herramienta estadística utilizada para el análisis de datos fue la prueba t student para grupos independientes.

En el año 2016 Téllez D. realizó una investigación titulada: “situaciones didácticas en la solución de problemas trigonométricos con triángulos rectángulos” aplicada a estudiantes de décimo grado, en la cual la metodología utilizada se encuentra estructurada en tres fases (diagnostica, intervención y reflexión), se utilizó observación participativa y no participativa con la aplicación de un taller diagnóstico, diario de campo y entrevista semiestructurada. Se categorizaron los datos obtenidos en el trabajo de campo en cognitivo, procedimental y actitudinal mediante triangulación. En los resultados se evidenciaron los avances en la resolución de problemas, reflejándose esto en las pruebas saber once.¹⁹

En este mismo año Carreño J. en su propuesta de investigación buscaba dar respuesta a la pregunta: ¿Cómo solucionar problemas relacionados con los sistemas de ecuaciones lineales, 2×2 , implementando la teoría de las situaciones didácticas de Guy Brosseau en estudiantes de noveno grado de una institución

¹⁹ TELLEZ D. TESIS DE MAESTRÍA. situaciones didácticas en la solución de problemas trigonométricos con triángulos rectángulos. 2016.

pública de Bucaramanga? ²⁰, para lo cual fue necesario identificar la forma como los estudiantes interpretan la aplicabilidad de un sistema de ecuaciones lineales 2x2 al tratar de adaptarlo a situaciones de la vida real.

Se realizaron talleres de presaberes, observación participante, taller de investigación, donde fueron aplicadas las situaciones didácticas de Guy Brousseau (acción, formulación, acción y validación).

El autor concluyó que la implementación de situaciones didácticas como estrategia metodológica generó en los estudiantes cambios actitudinales, cognitivos y procedimentales; la retroalimentación, el trabajo colaborativo y las actividades grupales motivaban a los estudiantes y se encontró como principal falencia la habilidad de argumentar y proponer nuevas soluciones por el lenguaje limitado de los estudiantes para expresar sus ideas.

2.2 REFERENTES TEÓRICOS

Los referentes teóricos pertinentes para desarrollar la presente propuesta de investigación en los estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca incluyen la enseñanza y aprendizaje de la física y la matemática, seguido de las herramientas educativas pertinentes para lograr la articulación de saberes y finalmente se aborda la intervención del problema bajo la directriz de las situaciones didácticas de Guy Brousseau.

2.2.1. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS. La propuesta de investigación se inscribe desde una perspectiva teórica que propone el desarrollo de la didáctica, la cual tiene incidencia sobre la enseñanza de la física y la matemática por medio de la producción de nuevos materiales, experimentación e innovación a partir de la reflexión sobre la validez de las

²⁰ CARREÑO I. situaciones didácticas aplicadas a la solución de sistemas de ecuaciones lineales 2x2 en el aprendizaje de estudiantes de noveno grado de una institución oficial de la ciudad de Bucaramanga. Tesis de maestría en pedagogía. Universidad Industrial de Santander. 2016

acciones desarrolladas que permite el estudio de las condiciones para reproducir y optimizar los procesos de adquisición escolar de nuevos conocimientos.

Por otra parte, la enseñanza no puede reducirse a la observación y análisis de procesos que tienen lugar cotidianamente en los salones de clase, puesto que su objetivo es la determinación de las condiciones en las que se produce la apropiación del saber por los estudiantes y para esto se necesita ejercer cierto grado de control sobre ellas, lo que implica que el docente investigador debe participar en la producción de las situaciones a través de una negociación entre maestro y estudiante definido como contrato didáctico, donde se establecen las reglas de funcionamiento dentro de la situación con componentes explícitos e implícitos: delegación de responsabilidades, asignación de diferentes actividades y el uso de recursos de acción. El objetivo fundamental de la didáctica es averiguar cuáles son las características de cada situación que resultan determinantes para la evolución del comportamiento de los estudiantes y de sus conocimientos.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física y las matemáticas los docentes comparten la concepción de que los estudiantes necesitan resolver problemas para que puedan construir el conocimiento. Pero el aprendizaje de conceptos científicos complejos (por ejemplo, de conceptos físicos o matemáticos) en adolescentes y personas adultas, no puede basarse solamente en un constructivismo estricto. Requeriría mucho tiempo de aprendizaje y, además, se desperdiciarían las posibilidades de poder llevar al estudiante rápidamente a un estado más avanzado del conocimiento mediante técnicas didácticas adecuadas²¹. La ciencia, y en particular las matemáticas y la física, no se construyen en el vacío, sino sobre los pilares de los conocimientos construidos por nuestros predecesores. El fin de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias no es sólo

²¹ GODINO, Juan et al. Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Matemáticas y su didáctica para maestros. Proyecto Edumat- maestros. Universidad de Granada. Granada. ISBN: 84-932510-6-2. 2003.

capacitar a los estudiantes a resolver los problemas cuya solución ya se conoce, sino prepararlos para resolver problemas que aún no han sido capaces de solucionar. Para ello, se debe acostumbrarle a un trabajo auténtico, que no sólo incluye la solución de problemas, sino la utilización de los conocimientos previos en la solución de los mismos.²²

No hay recetas fáciles para ayudar a todos los estudiantes a aprender, o para que todos los docentes sean eficaces. No obstante, los resultados de investigaciones y experiencias que han mostrado cómo ayudar a los estudiantes en puntos concretos deberían guiar el juicio y la actividad profesional. Para ser eficaces, los docentes deben conocer y comprender con profundidad la asignatura y ser capaces de apoyarse en ese conocimiento con flexibilidad en sus tareas docentes. Necesitan comprender y comprometerse con sus estudiantes en su condición de aprendices, como personas y tener destreza al elegir y usar una variedad de enseñanza y aprendizaje.²¹

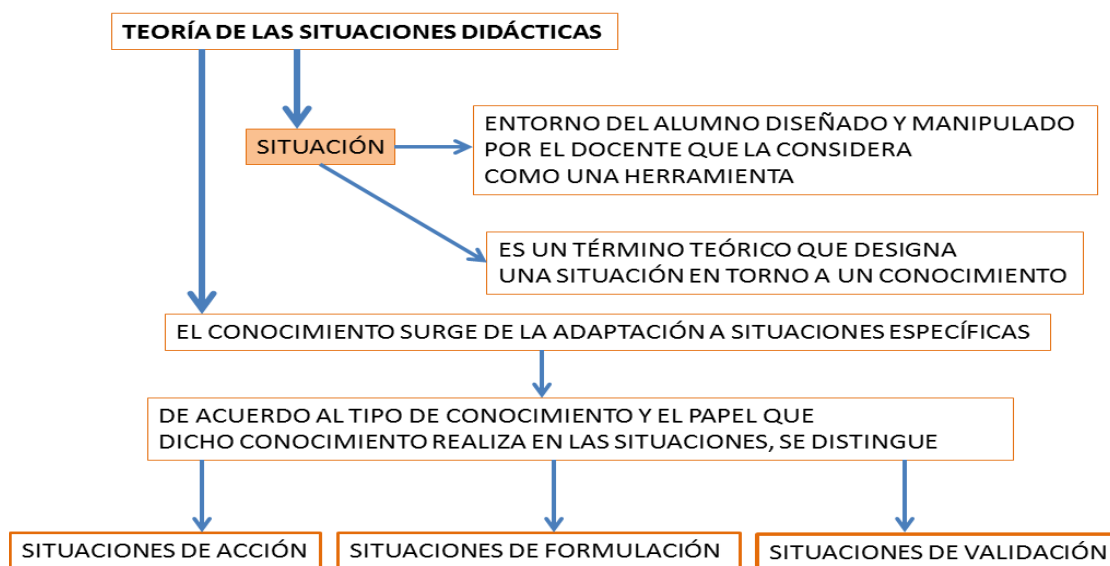
2.2.2 TEORIA DE LAS SITUACIONES DIDÁCTICAS DE GUY BROUSSEAU. El investigador francés y representante de la didáctica matemática Guy Brousseau en su *teoría de las situaciones didácticas* establece que “una situación didáctica sirve para enseñar sin que se considere el rol del profesor. Para enseñar un conocimiento determinado utilizando medios”, con frecuencia la enseñanza se trata de las relaciones entre el sistema educativo representado por profesor y el alumno vinculado a la transmisión de un saber, bajo este punto de vista la relación didáctica se interpreta como una comunicación de informaciones en los que se organiza el saber cómo una serie de mensajes. El propósito de estos mensajes es la en culturalización y adaptación del sujeto a ese medio (subsistema autónomo y antagónico al sujeto).

²² CAAMAÑO, Aurelio et al. Enseñar ciencias. Serie didáctica de las ciencias experimentales. Editorial GRAO. ISBN: 978-84-7827-285-3. España. 2009.

Para Brousseau la situación es un modelo de interacción de un sujeto con cierto medio que permite a un conocimiento dado como el recurso del que dispone el sujeto para alcanzar o conservar en este medio un estado favorable.²³

Tal como se evidencia en la Gráfica 5 la situación didáctica es todo el entorno del alumno, incluido el docente y el sistema educativo los cuales se fundamentan en las actividades que realiza el estudiante que lo induzcan a pasar por *situaciones de acción, formulación y validación* que le permiten apropiarse de los conceptos del conocimiento matemático.

Gráfica 5. Teoría de las situaciones didácticas de Guy Brousseau



Fuente: Situaciones didácticas aplicadas a la solución de ecuaciones lineales 2x2.
Carreño J. 2016.

Las formas como los estudiantes pueden interactuar con el medio se clasifican en:

²³ BROUSSEAU, Guy. Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. 1º edición Buenos Aires – Argentina. libros de Zorzal. ISBN: 978- 987- 599-035-7 2007.

Situaciones de acción: son aquellas relaciones establecidas entre el medio y el estudiante donde se trabaja de manera individual con los conocimientos implícitos del estudiante. En este momento los estudiantes toman decisiones para llegar a la resolución de un problema.

Situaciones de formulación: El objetivo es la comunicación de un mensaje que debe ser modificado por el emisor para que logre convencer, el receptor pueda comprenderlo fácilmente y actuar con base al contenido del mensaje. Los intercambios de informaciones se codifican en un lenguaje (mensaje), por lo que se exige por parte del medio al sujeto una formulación de los conocimientos en cuestión que involucren a otro sujeto.

Situaciones de validación: Consiste en que los estudiantes organizan enunciados en demostraciones, construyen teorías y aprenden cómo convencer a los demás o cómo dejarse convencer sin ceder ni a argumentos retóricos, ni la autoridad, la seducción, el amor propio, la intimidación, etc. El alumno no sólo debe comunicar una información, sino que también tiene que afirmar que lo que dice es verdadero en un sistema determinado.

Situaciones de institucionalización: Las fases anteriormente mencionadas reducen la enseñanza a sucesiones de aprendizaje, por lo cual surge la necesidad de tener cuenta las fases de institucionalización, las cuales dieron a determinados conocimientos el estado cultural de saberes, para esto, el profesor realiza actividades de cierre para retomar, formalizar y vincular el conocimiento mediante la clarificación de concepto y la emisión de observaciones dadas.

2.2.3. HERRAMIENTA EDUCATIVA: PLICKERS. En el desarrollo de la propuesta de investigación se implementará el uso de la herramienta educativa Plickers; esta permite realizar un sistema de evaluación innovador e interactivo en el cual los docentes pueden obtener datos estadísticos del progreso de aprendizaje de los estudiantes. Se utilizará en la etapa inicial y final de la investigación ya que las

gráficas y los porcentajes obtenidos permiten realizar un análisis cuantitativo de los datos.

Plickers permite a los docentes obtener en tiempo real datos estadísticos del progreso de aprendizaje de sus estudiantes. Tan fácil como lanzar una pregunta al aire, los estudiantes sacan sus tarjetas, y la aplicación te muestra los resultados.

Plickers brinda oportunidades en el aula debido a su interactividad:

- Dinamismo. Los estudiantes están en constante aprendizaje, incentivando la competencia sana entre ellos y su compromiso con el curso.
- Evaluación. A través de las diferentes preguntas es posible saber si la explicación está siendo clara y sencilla, y seguir su evolución tanto de manera individual como colectiva.
- Participación. Conseguir que todos los estudiantes se impliquen y que respondan a las cuestiones propuestas, sea cual sea su capacidad de comunicación.

Es una herramienta que como se mencionó anteriormente medirá los conocimientos y nivel de participación, pero al mismo tiempo permite investigar e ir más allá, proponiendo nuevas tareas.²⁴

2.2.4. SIMULADOR PhET: En la etapa de intervención para potenciar las competencias de los estudiantes en física y matemáticas se implementará el simulador PhET ya que ofrece controles intuitivos y gráficos atractivos, permite a los estudiantes comprender visualmente los fenómenos físicos y con el fin de lograr una exploración más cuantitativa en el simulador se incluyen instrumentos de medición como reglas, cronómetros, voltímetros y termómetros. A medida que los estudiantes experimentan y manipulan estas herramientas, los resultados aparecen en forma animada representando relaciones de causa y efecto como movimiento de objetos, rozamiento con el aire, la aceleración de la gravedad, etc.

²⁴ PLICKERS, Guía para el uso de Plickers. Dirección de Tecnologías para el Aprendizaje Universidad tecnológica de Perú. P. 3. 2015.

CARACTERISTICAS:

- Es posible utilizarlo bajo los sistemas operativos Windows y GNU/Linux.
- El programa es de software libre.
- Se requiere tener las versiones gratuitas de Java y Flash instaladas para acceder a las simulaciones.
- Todas las simulaciones se pueden descargar de la página de PhET de forma gratuita.
- No se requiere estar registrado para acceder a las simulaciones²⁵

²⁵ WIEMAN, Carl. PhET Interactive Simulations. Plan integral de educación digital. Colección de aplicaciones gratuitas para contextos educativos. Ministerio de educación del Gobierno de la ciudad Autónoma de Buenos Aires. 2018.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

El problema de investigación se define desde una metodología de investigación mixta, enmarcada desde dos paradigmas, cuantitativo, por indagar el conocimiento previo de los estudiantes y su nivel en las competencias planteadas por SABER a través de una prueba escrita (pre-test) y validar la implementación con una prueba final (post-test) y lo cualitativo por el continuo acercamiento e intervención entre el investigador y el objeto de estudio a través de la implementación de la propuesta, además el enfoque cualitativo facilita la interacción entre los participantes, permite replantear acciones de acuerdo a las dificultades observadas en ellos y la producción de datos descriptivos a partir de las conductas de los participantes donde los investigadores preparan una teoría fundada, se cuestionan y plantean su deseo en que los preparados adquieran una manera de pensar acerca de los datos y del mundo en que viven, que realicen cuestionamientos, que aprendan a manejar datos y a pensar comparativamente ²⁶.

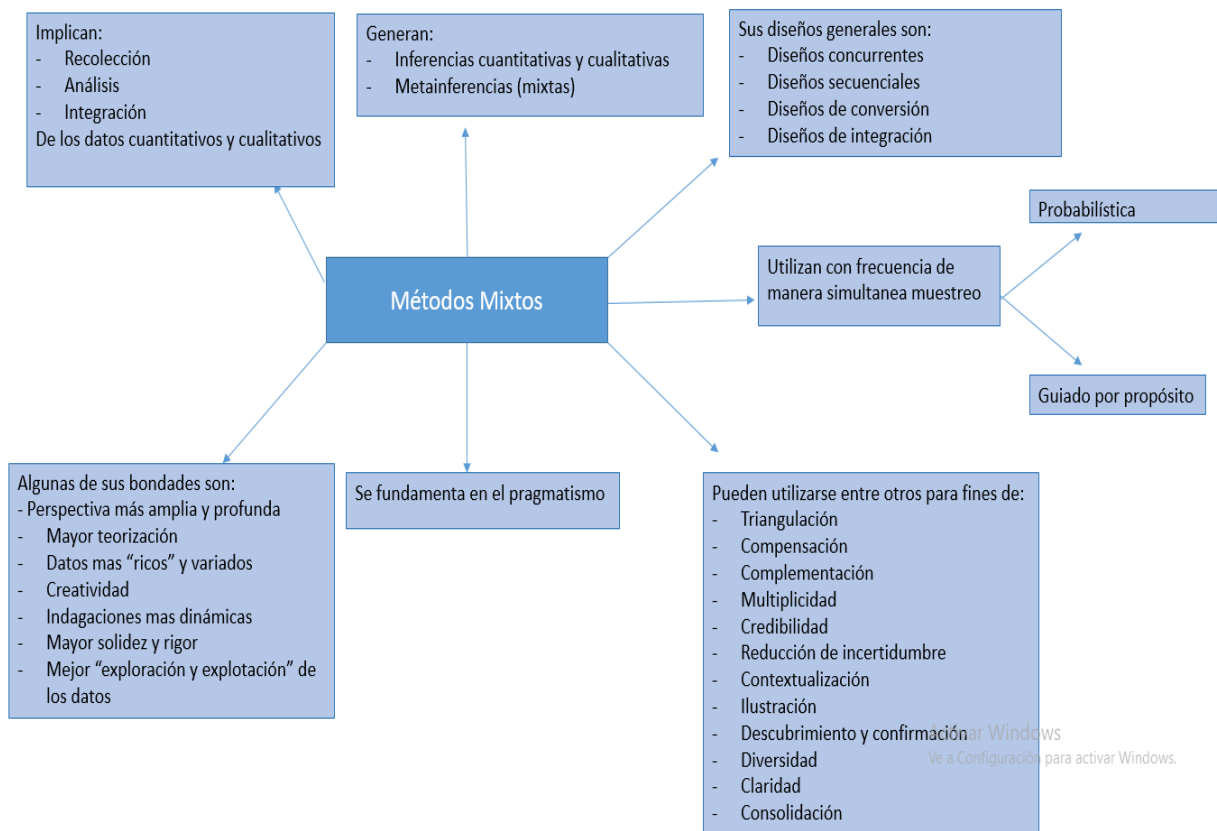
El enfoque metodológico fue mixto integrado por la perspectiva cuantitativa, dada por la medición de conocimientos bajo pre-test y post-test, con dos grupos, control y experimental. Se evaluó como variable independiente la implementación de las situaciones didácticas que integra las áreas de la física y matemáticas y como variable dependiente las competencias específicas en física de los alumnos de grado décimo y una perspectiva cualitativa dada por la implementación de una estrategia didáctica, definida por la observación e interacción con el objeto de estudio y la aplicación del taller investigativo. La metodología se estructura en una fase diagnóstica, una fase de intervención, en la cual se hace seguimiento y

²⁶ COREY Stephen. Action research to improve school practices. Boureau Publications. Nueva York: Columbia University; 1953.

finalmente una reflexión y evaluación de las acciones y la consecución de objetivos planteados.

Para lograr un mayor entendimiento del fenómeno se muestra la Gráfica 6 donde se evidencian las principales características que poseen los métodos mixtos tales como diseños, muestreo, fines, fundamentación y procesos de investigación, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada.

Gráfica 6. Métodos Mixtos



Fuente. Metodología de investigación. Roberto Sampieri. Editorial Mc Graw Hill.
Sexta edición. 2016

El propósito principal de la integración de datos cuantitativos y cualitativos es obtener un análisis global de las falencias y la mejora de los estudiantes al intervenir en su proceso de formación al articular los saberes de física y matemáticas a partir del análisis cuantitativo de las competencias y el análisis cualitativo en la etapa de la intervención.

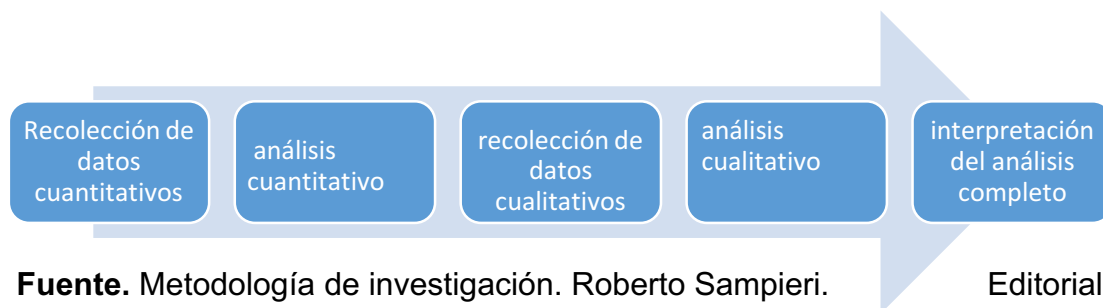
Los diseños mixtos se dividen en:

- Concurrentes
- Secuenciales
- Integración
- Conversión

El diseño mixto específico para esta investigación es el DISEÑO EXPLICATIVO SECUENCIAL (DEXPLIS), este proceso permite recolectar y analizar la información cuantitativa y recolectar y evaluar datos cualitativos; se ajusta al problema de investigación porque la mezcla ocurre cuando los resultados cuantitativos iniciales informan a la recolección de datos cualitativos y por medio del descubrimiento de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio.

Las etapas requeridas se presentan en la Gráfica 7.

Gráfica 7. Etapas del diseño explicativo secuencial (DEXPLIS)



Fuente. Metodología de investigación. Roberto Sampieri.

Editorial Mc

Graw Hill.Sexta edición. 2016.

3.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en una institución educativa ubicada en Floridablanca Santander, esta entidad es de carácter oficial; brinda educación en la población Florideña a 3189 estudiantes de la zona urbana distribuidos en 4 sedes. La institución busca el desarrollo de habilidades en las modalidades técnicas y brinda una formación integral que orienta hacia acciones formativas que contribuyan al mejoramiento del pensamiento matemático y su transversalidad con las demás áreas de la educación básica.

La muestra objeto de estudio estuvo conformada por los estudiantes del grado 10-7 de la jornada de la tarde, los cuales fueron divididos en dos grupos, control y experimental. La investigación se realizó a 33 jóvenes hombres y mujeres con edades entre 15 y 17 años.

La razón principal para seleccionar, distribuir y seleccionar a los estudiantes fue el horario asignado con este grupo. Es decir, el grado 10-7 podía ser intervenido, pero este se subdividió en dos grupos más, porque con los estudiantes de la modalidad de electricidad se contaba con 8 horas adicionales semanales a las curriculares.

3.1.1 POBLACIÓN PARTICIPANTE: La docente Helga Viviana Almeida Sánchez ingeniera metalúrgica de profesión, de 26 años de edad y tres años de experiencia en educación secundaria en áreas afines a las ciencias naturales y matemáticas, formuló y desarrolló la propuesta investigativa.

Para la selección de la muestra una de las estrategias para métodos mixtos lo constituye el muestreo secuencial, en el cual se segmenta la población de interés, se selecciona un número pequeño de casos para estudiarlos intensivamente, lo cual permite al investigador descubrir y describir en detalle las características similares o diferentes entre los grupos.

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas de investigación cualitativa se refieren a formas de trabajo concretas, uso de recursos, instrumentos o materiales que permitan dar cumplimiento a los objetivos planteados según los intereses, características y los enfoques propios del tipo de investigación seleccionada.

OBSERVACIÓN PARTICIPANTE: Por medio de la observación focalizada el docente realizó una aproximación a la situación evidenciada en el aula de clase realizando la recolección de información por medio de un diario de campo tomado de una propuesta de registro de notas del libro “la investigación- acción” de Antonio Latorre; las directrices para la redacción de las notas incluyeron información básica como nombre del docente, estudiante, fecha, hora, lugar, tema y actividad; además se plantearon preguntas que orientaron la información recolectada como: ambiente físico, interacciones sociales presentadas, lugar de observación, actividades realizadas e información descriptiva. Las notas de campo fueron descriptivas e interpretativas de los sucesos ocurridos en el aula y su realización requirió autodisciplina para asegurar la regularidad del escrito y la secuencia en sucesos del aula.²⁷

Para Bonilla y Rodríguez el diario de campo debe permitirle al investigador un monitoreo permanente del proceso de observación. “Puede ser especialmente útil [...] al investigador en él se toma nota de aspectos que considere importantes para organizar, analizar e interpretar la información que está recogiendo”.

²⁷ LATORRE, Antonio. Conocer y cambiar la práctica educativa. La investigación- acción. Editorial Graó. ISBN: 978. 84-7827-92-1. España. 2005

La observación constituye una de las técnicas más apropiadas en este tipo de investigación la cual se enfoca en las situaciones, actividades, episodios y contextos, requiere ajustarse a unos pocos requisitos para poderse materializar.²⁸

El proceso cuenta con las siguientes fases: Exploración, disposición previa, plan de muestreo observacional, elaboración del instrumento, registro y codificación, obtención de parámetros, control de calidad del dato, análisis de datos e interpretación de resultados; estos pasos permiten describir objetivamente la realidad para analizarla, por lo que la delimitación de los objetos- conductas, episodios, actividades o situaciones a evaluar- no tiene otra función que acotar esta parcela de realidad.²⁹

PRUEBA DIAGNÓSTICA Y FINAL: El instrumento fue aplicado en la fase inicial de la investigación y final respectivamente, permitiendo en la primera de ellas la identificación activa y analítica de las dificultades específicas de los estudiantes fomentando el avance hacia el establecimiento del plan de trabajo basado en los errores conceptuales y procedimentales detectados en la resolución de problemas de física para posteriormente definir las estrategias metodológicas a implementar acordes a los objetivos de la investigación y en la segunda prueba realizar una comparación con los resultados obtenidos inicialmente y determinar los cambios presentados en los estudiantes después de la intervención.³⁰

La prueba pre- test estuvo compuesta por una recopilación de preguntas SABER en ciencias naturales (Tiro parabólico), en esta se busca fomentar el desarrollo del

²⁸ BONILLA Elsy. RODRÍGUEZ P. Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales. Ediciones Uniandes. Grupo Editorial Norma. ISBN: 958- 9057-72. Bogotá. 1997.

²⁹ ANGUERA María Teresa (2003). La observación. En C. Moreno Rosset (Ed.), Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia (pp. 271-308). Madrid. ISBN. 84-96094-16-2

³⁰ SANDOVAL Carlos. El proceso de investigación: enfoque cualitativo. Bucaramanga: UIS. 2008

pensamiento crítico en los estudiantes y su competencia para llegar a conclusiones basadas en vivencias.

La prueba que se aplicó a los estudiantes del grupo control y el grupo experimental consta de 13 preguntas correspondientes a la asignatura de física y a las competencias específicas: Uso de competencias científicas, indagar y explicar las cuales se encuentran en el anexo A. Dentro de la prueba se indaga en el componente seleccionado para el grado décimo el cual concuerda con la temática planteada según el cronograma de la institución educativa, este es el movimiento en dos dimensiones o tiro parabólico.

TALLER INVESTIGATIVO: FASE DE INTERVENCIÓN. El taller investigativo es asumido como un instrumento válido para la socialización, la transferencia, la apropiación y el desarrollo de conocimientos, actitudes y competencias de una manera participativa y pertinente a las necesidades y cultura de los participantes. El taller se plantea desde tres referentes, el primero de ellos, considera el taller como un dispositivo para recrear, analizar e implementar relaciones y saberes para hacer deconstrucciones o construcciones del conocimiento; el segundo referente tiene como clave palabras que pueden permitir establecer diferentes relaciones significativas y desde ellas establecer un mapa que permita reorganizar aspectos como, subjetividad, interacción, ética y estética y el tercer referente se sitúa en una serie de ámbitos que en la experiencia investigativa han determinado las relaciones entre teoría, metodología y práctica de investigación.³¹

El taller investigativo suministra elementos importantes en la formación integral de los estudiantes, pues mediante el taller los docentes y los estudiantes enfrentan un conjunto de problemas buscando también que el aprender a ser, el aprender a

³¹ GHISO Alfredo. Acercamientos: El taller en procesos de investigación interactivos. Estudios sobre culturas contemporáneas. Colima 1999.

aprender y a hacer se den de manera integrada correspondiente a una formación integrada.

El taller investigativo está conformado por tres instancias que permite la integralidad en el proceso.

La relación teórico-práctica, el proceso pedagógico y el servicio en terreno, muestran el logro de los objetivos ya que el taller investigativo busca dar solución a problemáticas que han sido detectadas dentro del aula de clase por el docente con la finalidad de generar beneficios formativos en los estudiantes, lo cual se logra mediante estos tres parámetros, ya que el servicio en terreno implica una respuesta a las necesidades y demandas que surgen de la realidad en la cual se va a trabajar, el proceso pedagógico se centra en el desarrollo del estudiante y se da como resultado de la vivencia que éste tiene de su acción en terreno y la relación teórico- práctica es la dimensión del taller que intenta superar la separación entre estos dos términos y aproximarse al campo de la tecnología y la acción fundamentada. En esta instancia se requiere reflexión, análisis de la acción de la teoría y de la sistematización.

El instrumento que se utilizó fue la unidad didáctica por ser una forma de planificar el proceso de enseñanza y aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significado a la investigación. El proceso del taller está comprendido por cuatro etapas: encuadre, el cual permite identificar y relacionar a los participantes, proponer y discutir la metodología y programar una agenda para el cumplimiento de los objetivos. La segunda etapa es el diagnóstico, el cual está centrado en el diagnóstico de la situación objeto de análisis; en la tercera etapa se parte de los resultados del diagnóstico, para identificar y analizar las líneas de acción para transformar la situación presente y en la cuarta y última etapa se estructura y

concreta el plan de trabajo que llevará a la práctica las acciones definidas en la etapa previa.³²

3.3 DISEÑO

Grupo	pre test	tratamiento	post test	comparación
Experimental	O_1	X	O_2	$O_2 - O_1 = d_1$

Control	O_3	—	O_4	$O_4 - O_3 = d_2$

Los “O” determinan las evaluaciones que se realizaron. Como se observa, se realizó una evaluación al inicio y otra al final de la implementación de la propuesta a ambos grupos: pre- test y post- test respectivamente. En el pre- test y en el post- test se evaluaron las competencias científicas, para ello se aplicó una prueba conformada con preguntas SABER para física, específicamente para tiro parabólico antes de iniciar la propuesta didáctica, con el objeto de evaluar las competencias específicas en física de los estudiantes del grado décimo. Se calcula la diferencia promedio entre el pre- test y el post-test en el grupo control con el experimental. Posteriormente se realizó un análisis estadístico a estas diferencias promedio mediante la prueba estadística T STUDENT, que permitió identificar en qué medida tuvo efecto significativo la propuesta didáctica en la variable dependiente comparado con la diferencia promedio del grupo control.

³² MAYA Arnobio. El taller educativo, fundamentos, como organizarlo, dirigirlo y evaluarlo. Cooperativa editorial magisterio. Primera edición. 1996.

3.4. SISTEMA DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente: Situaciones didácticas para la articulación de saberes de física y matemáticas.

3.4.2 Variable Dependiente: Competencias científicas en los estudiantes de décimo grado, las cuales son uso de conocimientos científicos, indagar y explicar.

3.5 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Dado que la implementación de la propuesta didáctica integra el área del contenido curricular, existen varias posibilidades que podían favorecer o no al grupo en estudio.

3.5.1 HIPÓTESIS NULA H_0 . La implementación de las situaciones didácticas no articula los saberes de física y matemáticas en los estudiantes de décimo grado en una institución educativa pública.

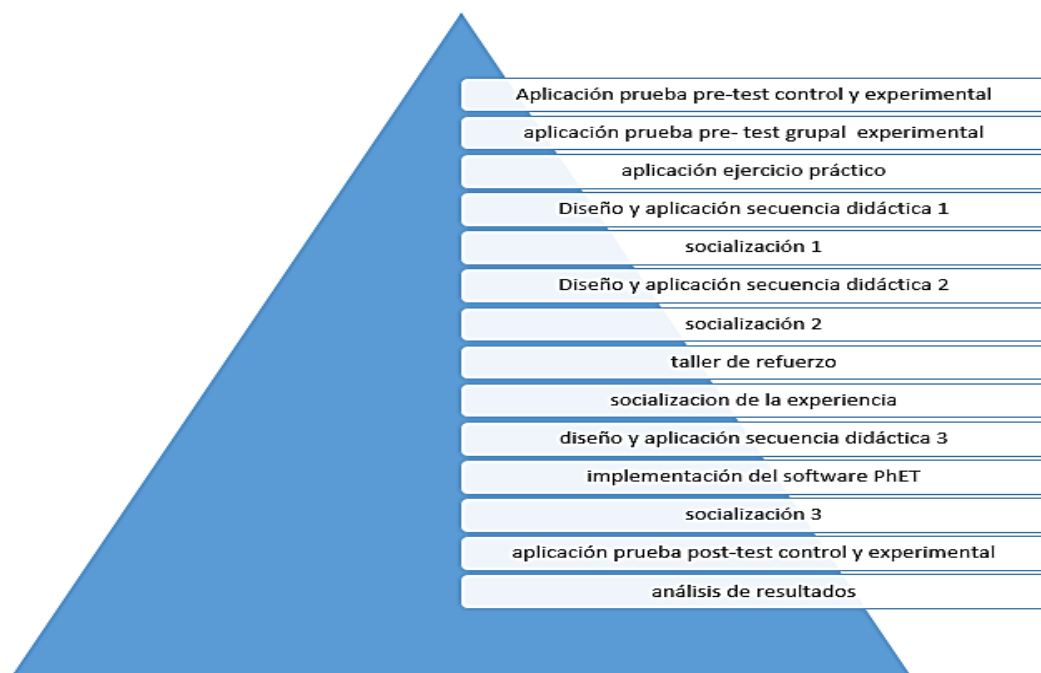
3.5.2 HIPÓTESIS CENTRAL H_i : La implementación de las situaciones didácticas que articula los saberes de física y matemáticas favorece significativamente el desarrollo de las competencias en ambas áreas.

3.5.3 HIPÓTESIS ALTERNATIVA H_a : La implementación de las situaciones didácticas que articula el área de física y matemáticas favorece significativamente el desarrollo de competencias en el área de física, pero no lo favorece significativamente para el área de matemáticas.

3.6 DIAGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las etapas establecidas para la ejecución del proyecto de investigación se observan en la Gráfica 8.

Gráfica 8. Etapas del proyecto de investigación



Fuente: Autora

Durante el desarrollo de la propuesta didáctica, el grupo experimental recibió las clases de física y matemáticas en el aula de electricidad utilizando los recursos tecnológicos disponibles en el aula.

Es importante resaltar que el grupo control recibió las clases de física y matemáticas en el aula de clase de manera tradicional.

La Tabla 6 relaciona los ejes temáticos con el área o saber disciplinar específico de estudio es decir, se clasifican en el área de física o matemáticas.

Tabla 6. Relación ejes temáticos vs área de estudio.

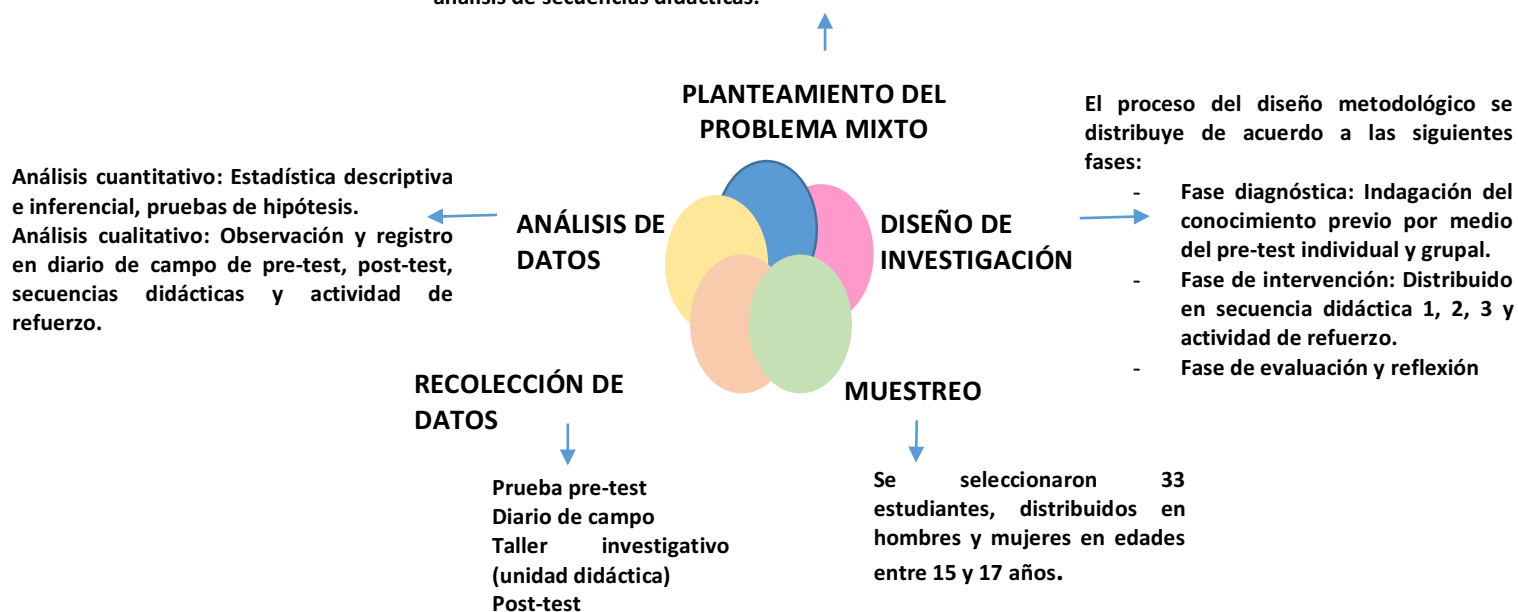
Ejes Temáticos	Área
Vectores	Física
Teorema de Pitágoras	Matemáticas
Movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)	Física
Geometría en sistemas de representación cartesiana	Matemáticas
Tiro parabólico	Física
Modelamiento matemático de fenómenos naturales	Matemáticas
Utilización del laboratorio virtual PhET	Física
Formulación de problemas en diferentes ciencias	Matemáticas

3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO

El proceso requerido para la investigación con métodos mixtos se expresa en la Gráfica 9.

Gráfica 9. Proceso del método mixto

ENFOQUE CUANTITATIVO: Prueba pre-test y pos-test aplicada al grupo control y experimental por medio de la herramienta educativa Plickers.
ENFOQUE CUALITATIVO: Análisis de los registros del diario de campo y análisis de secuencias didácticas.



Fuente. Metodología de investigación. Roberto Sampieri. Editorial Mc Graw Hill. Sexta edición. 2016

En el diseño de la propuesta didáctica se tuvo en cuenta las unidades temáticas del área de física y los saberes matemáticos necesarios en el eje temático seleccionado, el cual correspondió al movimiento parabólico, determinado por el cronograma institucional y el plan de área.

Así mismo, el diseño de investigación, basado en la “metodología de investigación” de Roberto Sampieri se presenta a continuación distribuido por las fases realizadas las cuales se explican por medio de las situaciones didácticas empleadas en cada de ellas.

3.7.1 FASE DIAGNÓSTICA. Se aplicó una prueba diagnóstica o pre-test, en el que se evaluaron los conocimientos previos que los estudiantes de décimo grado necesitan poseer a nivel conceptual y procedimental y las competencias científicas y matemáticas requeridas en este nivel de escolaridad. Competencias que son necesarios para resolver problemas y asimilar los procedimientos de situaciones del entorno físico, las cuales fueron útiles para orientar la aplicación de las situaciones didácticas de Guy Brousseau.

Las dificultades conceptuales se determinaron a partir del pre-test y las procedimentales mediante el desarrollo de un ejercicio tomado de la editorial Santillana en un formato de actividades de la misma entidad donde se evidenciaron las decisiones tomadas por los estudiantes para la resolución del problema.

3.7.1.1 INDAGACIÓN DEL CONOCIMIENTO PREVIO. La prueba se diseña y aplica por medio de la herramienta Plickers como se muestra en la Figura 1. Con la finalidad de indagar los conocimientos previos de los estudiantes, teniendo en cuenta la competencia científica y la interconexión con los saberes de matemáticas.

Figura 1. Aplicación de prueba pre-test (Plickers)



Los ejes temáticos evaluados, las competencias científicas reforzadas y las características en general del pre-test se muestran en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7. Clasificación de preguntas del pre-test individual

Número de pregunta	Competencia científica	Componente evaluado	Competencia matemática relacionada	Eje temático evaluado
1	Uso del conocimiento científico	Entorno Físico	Comunicación, representación y modelación	Tiro parabólico
2				
3	Indagación		Razonamiento y argumentación	Tiro parabólico
4				Tiro vertical
5				
6	Uso de conocimiento científico		Comunicación, representación y modelación	Tiro parabólico
7				
8	Explicación de fenómenos		Razonamiento y argumentación	Razones trigonométricas
9			Planteamiento y resolución de problemas	Tiro parabólico
10			Uso de conocimiento científico	Comunicación, representación y modelación

Tabla 8. Clasificación de preguntas pre-test grupal

Número de pregunta	Competencia científica	Componente evaluado	Competencia matemática relacionada.	Eje temático evaluado
1	Explicación de fenómenos	Entorno físico	Razonamiento	Tiro parabólico
2	Uso del conocimiento científico		Comunicación, representación y modelación	
3				
4	Explicación de fenómenos		Comunicación, representación y modelación	Tiro parabólico
5				Razones trigonométricas
6	Indagación		Razonamiento argumentación	Movimiento rectilíneo uniforme
7	Uso del conocimiento científico – indagación		Razonamiento y argumentación	Tiro parabólico
8			Comunicación, representación y modelación	
9	Explicación de fenómenos		Planteamiento y resolución de problemas	Tiro parabólico
10	Indagación		Planteamiento y resolución de problemas	Tiro parabólico
11			Razonamiento y argumentación	Movimiento rectilíneo uniforme
12				
13			Uso del conocimiento científico	Comunicación, representación y modelación

En la Tabla 9 se presentan las fases de la prueba diagnóstica lo cual permitió detectar las principales falencias con las que comúnmente llegan los estudiantes de décimo grado al iniciar este eje temático.

La prueba diagnóstica fue evaluada por dos expertos en física y matemáticas de la institución educativa, quienes realizaron observaciones generales para efectuar las correcciones pertinentes. En las observaciones se consideraron adecuadas las competencias y los ejes temáticos abordados para la articulación de saberes, la valoración de cada pregunta está diseñada acorde a parámetros de las pruebas SABER- ICFES.

Tabla 9. Situaciones didácticas aplicadas en el pre-test

SITUACIÓN DIDÁCTICA	MOMENTO	PROCESO DE PENSAMIENTO
Situación de Acción	- En un primer momento se realizó una prueba individual del movimiento parabólico (Anexo A); los estudiantes emplearon conceptos requeridos para la comprensión de este movimiento. La evaluación se realizó por medio de la herramienta virtual Plickers. - Posterior a la socialización de los resultados de la primera prueba, se realizó una prueba grupal (Anexo B) similar a la anterior con el fin de determinar la diferencia al interpretar, plantear hipótesis y resolver problemas trabajando en equipo. Este test también se realizó por medio de Plickers. - Para determinar los errores procedimentales se aplicó al grupo intervenido una prueba elaborada en el formato de actividades tomada de Santillana (Anexo C) en la cual se planteó una situación problema del eje temático seleccionado para el estudio.	Toma de decisiones
Situación de Formulación	- A partir de la primera prueba (Anexo A) se realizó una puesta en común de los resultados obtenidos, se determinaron errores y se dieron indicaciones para evitar cometerlos nuevamente en situaciones similares. - Posterior a la prueba grupal (Anexo B) se determinaron los nuevos errores conceptuales encontrados y se plantearon hipótesis a partir de los hallazgos grupales e individuales. - Por medio del ejercicio planteado en el formato de actividades (Anexo C) se realizó la detección de errores procedimentales y definición de estrategias metodológicas para implementar en la solución de problemas. Además se retomaron los errores conceptuales encontrados para determinarlas estrategias a desarrollar en los dos aspectos evaluados.	Planteamiento de preguntas. Comprensión de los problemas.
Situación de validación	- Los estudiantes de manera voluntaria realizaron la exposición de sus hallazgos encontrados en sus análisis individuales y grupales e interiorizaron los ajustes realizados.	Argumentación Proposiciones.

3.7.2. FASE DE INTERVENCIÓN: Esta fase estuvo conformada por el diseño y aplicación del taller investigativo, que fue desarrollado y aplicado a través de la unidad didáctica en la enseñanza de la física aplicando conceptos y procedimientos matemáticos. La técnica aplicada se relaciona a continuación:

El primer taller se trabajó por medio de la aplicación de tres actividades individuales sobre los conceptos desarrollados en clase con el fin de comprender y transformar la información presentada en un formato de actividades tomado de la editorial Santillana, en la situación problema 1 se trabajaron las componentes vectoriales desarrolladas a partir de las razones trigonométricas, la situación 2 estuvo enfocada en la suma vectorial para la obtención de un vector resultante y la tercera situación se desarrolló el movimiento vertical, la interpretación gráfica y la obtención de ecuaciones del movimiento. Este taller permitió a los estudiantes reconocer fortalezas y debilidades conceptuales y procedimentales al comparar sus respuestas con las de sus compañeros y de esta manera interiorizar mejor cada procedimiento y aclarar sus dudas al resolver cada problema. Está fundamentado en las situaciones didácticas como se expresa en la Tabla 10.

Tabla 10. Situaciones didácticas aplicadas en Secuencia didáctica 1.

SITUACIÓN DIDÁCTICA	MOMENTO	PROCESO
Situación de acción.	Experimentación de problemas y resolución individual. Cada estudiante resolvió la primera secuencia didáctica (ver Anexo E) donde se encontraron los problemas de descomposición vectorial y movimiento vertical presentados en los Anexos E-1, E- 2, E- 3.	Toma de decisiones. Análisis de resultados.
Situación de Formulación	Planteamiento de hipótesis. Se plantearon preguntas de las soluciones propuestas y se realizaron ajustes en los procedimientos empleados.	Interpretación de las situaciones problema a partir de diferentes argumentos. Planteamiento de preguntas
Situación de validación	Demostración y comprobación Posterior a la explicación de respuestas y los métodos empleados para llegar a éstas, se definieron los aciertos y errores encontrados tanto conceptuales como procedimentales por medio de la comparación entre pares y el acompañamiento del docente. Finalmente, los estudiantes de manera voluntaria realizaron la exposición de las conclusiones e interiorizaron los ajustes realizados.	Sustentación Argumentación Proposición

La segunda secuencia se realizó en grupos de trabajo de tres estudiantes conformados a partir del análisis obtenido en el pre-test; este se desarrolló en dos fases; en la primera los estudiantes comprendieron el modelo matemático a partir del cual se obtienen las ecuaciones generales del movimiento parabólico y determinaron las condiciones para resolver un problema de forma particular, esto permitió la comprensión conceptual y procedimental de resolver problemas en diferentes situaciones; en la segunda fase se planteó un problema de refuerzo para afianzar los conocimientos adquiridos hasta esa etapa de la secuencia, se resolvió grupalmente, se discutieron los resultados y cada grupo sustentó sus respuestas, determinando la cantidad de errores y aciertos para validar sus conocimientos.

La finalidad de esta segunda secuencia es que los estudiantes en sus grupos de trabajo construyan explicaciones y comprendan modelos que den razón de problemas de física para refutarlos, validarlos, y explicar del por qué o del cómo se llega a dichas conclusiones, la situación didáctica para esta secuencia se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Situaciones didácticas aplicadas a la Secuencia didáctica 2.

SITUACIÓN DIDÁTICA	MOMENTO	PROCESO
FASE 1		
Situación de acción	Descubrir y experimentar soluciones a partir de una situación problema Posterior a la explicación de la deducción de las ecuaciones del movimiento, se presenta a los estudiantes la secuencia didáctica 2 (Anexo F) donde en grupos resolvieron un problema en el formato de actividades (Anexo F-1) en el cual dedujeron las fórmulas particulares del movimiento a partir de las condiciones planteadas en la Situación.	Toma de decisiones Análisis de resultados
Situación de Formulación	Planteamiento de hipótesis En esta fase se plantearon preguntas y se realizó una puesta en común de los procedimientos empleados por los estudiantes para la resolución de problemas. Se formularon nuevas preguntas a partir de los hallazgos de los estudiantes.	Planteamiento de preguntas Formulación de nuevas situaciones.
Situación de validación	Demostrar y comprobar. Los estudiantes expusieron los nuevos hallazgos y las conclusiones finales deducidas con el acompañamiento del docente.	Argumentación Proposición
FASE 2		
Situación de acción	Descubrir y experimentar Se suministraron por grupos seis situaciones problema donde los estudiantes debían realizar ejercicios de manejo conceptual y procedimental, estos planteados con respuesta de selección múltiple. (Anexo F-2).	Toma de decisiones Análisis de resultados.
Situación de formulación	Planteamiento de hipótesis Se realizó una discusión de la forma de solucionar los problemas y de las respuestas obtenidas, posteriormente se realizaron aportes voluntarios de los hallazgos obtenidos y se plantearon preguntas acerca de las respuestas obtenidos por los demás compañeros.	Formulación de nuevas situaciones. Planteamiento de preguntas.
Situación de validación	Demostrar y comprobar Con asesoría del docente se realizaron ajustes finales donde los estudiantes evidenciaron sus propias conclusiones sobre las situaciones planteadas en cada uno de los seis ejercicios.	Argumentación Demostración

Posterior a la aplicación de la segunda secuencia didáctica se detectaron falencias persistentes en los estudiantes, por tal razón se implementó una actividad de refuerzo compuesta por dos situaciones problema; la primera de ellas estuvo orientada por el docente para paso a paso determinar las principales dudas y errores tanto conceptuales como procedimentales, el segundo ejercicio tuvo mayor grado de dificultad ya que los estudiantes debían realizar ajustes en los planteamientos iniciales porque el movimiento se realizó en un plano inclinado. Las situaciones didácticas de esta actividad se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Situaciones didácticas aplicadas a la actividad de refuerzo.

SITUACIÓN DIDÁCTICA	MOMENTO	PROCESO
Situación de acción	Descubrir y experimentar Problema 1. Cada estudiante resolvió el primer problema de refuerzo (Anexo G con orientación general del docente). Problema 2. Posterior a la solución y análisis de los resultados del problema uno, los estudiantes se enfrentan nuevamente a un ejercicio de mayor complejidad (Anexo H) que resuelven teniendo en cuenta las correcciones realizadas en el ejercicio anterior.	Toma de decisiones.
Situación de Formulación	Planteamiento de hipótesis A partir de la solución del primer ejercicio (Anexo G) se realiza la socialización de los procesos llevados a cabo por los estudiantes, donde se plantean preguntas y se realizan comparaciones entre compañeros para determinar la correcta solución de los mismos. Posterior a todo el análisis del ejercicio 1 y la resolución del ejercicio 2 (Anexo H) se revisan nuevamente los procesos realizados por los estudiantes y se plantean preguntas sobre los errores y aciertos en relación con los evidenciados en el ejercicio 1.	Interpretación de las situaciones problema a partir de diferentes argumentos. Planteamiento de preguntas.
Situación de validación	Demostrar y comprobar. Los estudiantes sustentaron los hallazgos obtenidos y dedujeron conclusiones a partir de las dificultades presentadas e interiorizaron las correcciones realizadas por el docente de manera coherente con la opinión de los demás compañeros.	Sustentación Argumentación.

La tercera secuencia se centra en el uso comprensivo del conocimiento científico, desarrollando situaciones particulares del movimiento parabólico donde se identificaron cuáles planteamientos suministraron respuestas válidas y coherentes de los problemas propuestos y cuáles presentaron errores en los procedimientos empleando el laboratorio virtual PhET, el cual es un software de simulación de la Universidad de Colorado para el uso en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales. PhET se destaca del demás software, por permitir a los docentes y estudiantes explorar animaciones y resolver diferentes tipos de ejercicios mediante variaciones en las condiciones de los problemas. A través de expresiones algebraicas y ecuaciones, los usuarios del software pueden experimentar visual e interactivamente con modelos y animaciones que permiten la comprensión de los fenómenos y sus distancias representaciones. PhET puede integrarse en cualquier curso elemental de física, o en cualquier curso avanzado que haga uso de sus funciones, por este motivo se seleccionó para la implementación de la propuesta. El objetivo de esta tercera secuencia fue permitir que el estudiante reconociera las situaciones y los parámetros y pudiera variar las condiciones de una situación para deducir las fórmulas requeridas para cada problema en particular, además de determinar los errores conceptuales y procedimentales que pueden estar presentes en el desarrollo de los planteamientos en un entorno a una situación de la vida real.

Esta fase de intervención estuvo estructurada según las situaciones didácticas como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Situaciones didácticas aplicadas a la tercera secuencia didáctica.

SITUACIÓN DIDÁCTICA	MOMENTO	PROCESO
Situación de acción	Descubrir y experimentar. Inicialmente se presenta a los estudiantes la secuencia didáctica 3 donde se plantea el proceso a desarrollar y la temática en estudio (Anexo I). - Interacción con el laboratorio virtual. En un primer momento los estudiantes interactuaron con el software y realizaron experimentos de forma autónoma. - Solución de problemas. Los estudiantes realizaron la guía de laboratorio (Anexo I-1) donde se plantearon situaciones problémicas y dedujeron conclusiones a partir de la experimentación virtual.	Toma de decisiones Análisis de resultados.
Situación de formulación	Planteamiento de hipótesis: Posterior a la experimentación y resolución de problemas, se plantearon preguntas sobre cada uno de los aspectos presentados en la guía de laboratorio, se discutieron las diferentes soluciones generadas por cada grupo y se reafirmaron los conocimientos construidos durante toda la investigación.	Planteamiento de preguntas. Formulación de hipótesis
Situación de validación	Demostrar y comprobar. Una vez realizada la discusión de resultados, los estudiantes generaron conclusiones sobre los conceptos y procedimientos empleados y con la asesoría del docente interiorizaron los conocimientos construidos.	Argumentación. Demostración.

3.7.3 FASE DE EVALUACIÓN Y REFLEXIÓN: La metodología empleada en una investigación educativa que involucre principalmente el quehacer docente debe ser acorde a las necesidades de la comunidad, los estudiantes y el investigador, para este caso la investigación se centra en un enfoque mixto ya que requiere de un análisis cuantitativo del pre-test y el post- test y cualitativo porque constituye una guía de reflexión sobre las estrategias implementadas en el aula de clase con el fin de optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. El docente debe estar en la capacidad de transformar y mejorar sus prácticas por medio de una reflexión cíclica y constante de su labor diaria con el fin de mejorar la realidad social inmediata donde se realiza la investigación.

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación para responder a un planteamiento, y justifica la utilización de este enfoque en su estudio considerando que ambos métodos (cuantitativo y cualitativo) se entremezclan en algunas de sus etapas, por lo que es conveniente combinarlos para obtener información que permita la triangulación como forma de encontrar diferentes caminos y obtener una comprensión e interpretación, lo más amplia posible, del fenómeno en estudio.³³

El propósito principal de la integración de datos cuantitativos y cualitativos es obtener un análisis global de las falencias y la mejora de los estudiantes al intervenir en su proceso de formación al articular los saberes de física y matemáticas a partir del análisis cuantitativo de las competencias y el análisis cualitativo en la etapa de la intervención.

En esta etapa final se complementaron los dos métodos de investigación después de haber implementado la totalidad de la propuesta, se realizó una prueba post-test al grupo experimental y control por medio de la herramienta virtual Plickers y

³³ SAMPIERI Roberto et al. Metodología de investigación. Editorial Mc Graw Hill. Sexta edición. ISBN: 978-607-15-0291-9. México. 2016.

se evidencian en el siguiente capítulo los análisis de los dos grupos; las situaciones didácticas empleadas en esta fase se presentan en Tabla 14.

Tabla 14. Situaciones didácticas aplicadas en el Pos-test

SITUACIÓN DIDÁCTICA	MOMENTO	PROCESO DE PENSAMIENTO
Situación de Acción	- Se realizó una prueba grupal del movimiento parabólico (Anexo J) aplicada a los estudiantes del grupo control y experimental en momentos diferentes, emplearon conceptos requeridos para la comprensión de este movimiento. La evaluación se realizó por medio de la herramienta virtual Plickers.	Toma de decisiones
Situación de Formulación	- A partir de la prueba (Anexo J) se realizó una puesta en común de los resultados obtenidos tanto en los estudiantes del grupo control como el experimental evidenciado una mayor participación del segundo grupo, ya que en este se dio el espacio de intervención.	Planteamiento de preguntas. Comprensión de los problemas.
Situación de validación	- Los estudiantes de manera voluntaria realizaron la exposición de sus hallazgos encontrados en sus análisis individuales y grupales e interiorizaron los ajustes realizados.	Argumentación Proposiciones.

No se realizó un test intermedio porque la evaluación en el aula estuvo orientada en la evaluación trans- formativa de James Popham, ya que esta es una herramienta potencialmente transformadora de la enseñanza que si se emplea adecuadamente beneficia tanto a profesores como estudiantes.

Popham plantea que debe realizarse la evaluación de forma temprana mientras el programa educativo sea aún maleable y pueda mejorarse, a diferencia de la evaluación sumativa en la cual se determina la efectividad de las actividades ya completadas. La característica principal que se destaca en la presente investigación es considerar la evaluación como un proceso planificado con una serie de actividades diferentes que permitan obtener evidencias para realizar los respectivos ajustes de lo que se está haciendo y no solamente una prueba final como ocurre en la evaluación sumativa.

La evaluación transformativa debe dividirse en funciones que se distinguen fácilmente las unas de las otras incluyendo actividades prácticas tal como se diseñó en las secuencias didácticas desarrolladas teniendo en cuenta que en este tipo de evaluación debe fomentarse la motivación a los estudiantes, la proporción de contenidos adecuados para las competencias y una práctica ampliamente guiada. Finalmente, en la evaluación transformativa deben existir suficientes preguntas para que el muestreo del conocimiento y de las competencias de los estudiantes sea suficiente como para ayudar al docente a deducir inferencias que sean válidas acerca de lo que cada estudiante debe conocer y hacer, tal como se implementó una adecuada cantidad de preguntas en la prueba diagnóstica y final.

34

³⁴ POPHAM, James Robert. Evaluación trans-formativa. Narcea S.A ediciones. ISBN: 978- 84-277- 1912- 5. España. 2013.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL PRE-TEST

Se aplicó a los estudiantes del grupo experimental y control una prueba de física del movimiento parabólico conformada por preguntas tomadas de la prueba de estado SABER 11, del libro “proyecto presaberes 10” de la editorial Santillana y una recopilación de preguntas de proyectos de investigación alusivos al mismo tema antes de iniciar la propuesta didáctica, con el objeto de evaluar las competencias específicas en física de los estudiantes de décimo grado y su relación con las competencias específicas de matemáticas.

Se implementaron dos pruebas pre- test, una de ellas desarrollada por los estudiantes de forma individual y otra en grupos de trabajo de 3 estudiantes para determinar las falencias conceptuales de los jóvenes y posterior a ello una situación problema en el formato de actividades tomado de la editorial Santillana para determinar las falencias procedimentales presentes en la resolución de problemas.

En la Tabla 15 y 16 se presentan los datos del pre- test individual con las respuestas dadas por los estudiantes tanto para el grupo control como para el experimental.

Tabla 15. Preguntas pre-test 1 individual- Grupo experimental

Estudiante. Grupo experimental	Preguntas Pre- test 1 individual													Total por estudiante	% Preguntas acertadas			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4	30,7	3	1	0
2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	6	46,15	4	2	0
3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	8	61,53	2	4	2
4	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	8	61,53	4	2	2
5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	6	46,15	3	3	0
6	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	8	61,53	3	2	3
7	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	7	53,84	2	4	1
8	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	5	38,46	2	3	0
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	92,3	4	5	3
10	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	8	61,53	4	4	0
11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	4	38,46	3	2	0
12	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	9	69,23	3	3	3
13	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7	53,84	3	3	1
14	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	7	53,84	3	1	3
15	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	8	61,53	3	4	1
16	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	76,92	4	4	2
17	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	10	76,92	4	3	3
18	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	6	46,15	4	2	0
19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4	30,76	3	1	0
Total																61	53	24

Tabla 16. Preguntas pre-test 1 individual- Grupo control

Estudiante. Grupo control	Preguntas Pre- test 1 individual													Total por estudiante	% Preguntas acertadas			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	9	69,23	3	3	3
2	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	10	76,92	3	4	3
3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	6	46,15	1	4	1
4	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	9	69,23	2	3	4
5	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	9	69,23	3	5	1
6	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	38,46	1	2	2
7	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	8	61,53	3	4	1
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	69,23	3	3	3
9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5	38,46	2	2	1
10	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	7	53,84	2	2	3
11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3	23,07	2	1	3
12	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	6	46,15	3	2	1
13	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	7	53,84	3	2	2
14	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	5	38,46	2	2	1
15	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	69,23	4	3	2
16	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	5	38,46	1	4	0
Total																38	46	31

Las competencias científicas se relacionan con la cantidad de aciertos de los estudiantes del grupo experimental como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Relación respuestas acertadas y competencias científicas.

COMPETENCIA	CANTIDAD DE PREGUNTAS POR COMPETENCIA	CANTIDAD DE ESTUDIANTES CON RESPUESTAS ACERTADAS	% DE ESTUDIANTES CON RESPUESTAS ACERTADAS POR COMPETENCIA
Indagar	4	15	80,3
Uso de conocimiento científico	5	11	55,86
Explicación de fenómenos	4	6	32,7

En la Tabla 18 y 19 se evidencian las respuestas del pre-test 2 grupal para el grupo experimental y control respectivamente.

Tabla 18. Preguntas grupales pre-test 2. Grupo experimental

PRUEBA GRUPAL. experimental	Preguntas Pre- test 2 Grupal										Total por grupo	% de preguntas acertadas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	20%
2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	20%
3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	70%
4	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	6	60%
5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	30%
6	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	6	60%

COMPETENCIA	CANTIDAD DE PREGUNTAS POR COMPETENCIA	CANTIDAD DE ESTUDIANTES CON RESPUESTAS ACERTADAS	% DE ESTUDIANTES CON RESPUESTAS ACERTADAS POR COMPETENCIA
Indagar	3	1	16,66
Uso de conocimiento científico	5	4	66,6
Explicación de fenómenos	2	2	33,3

Tabla 19. Preguntas grupales pre-test 2. Grupo control

ESTUDIANTES GRUPO EXPERIMENTAL	Preguntas Post-test									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

COMPETENCIA	CANTIDAD DE PREGUNTAS POR COMPETENCIA	CANTIDAD DE ESTUDIANTES CON RESPUESTAS ACERTADAS	% DE ESTUDIANTES CON RESPUESTAS ACERTADAS POR COMPETENCIA
Indagar	3	4	66,6
Uso de conocimiento científico	5	4	66,6
Explicación de fenómenos	2	1	16,67

Las estadísticas descriptivas del pre-test para el grupo control y experimental se muestran en la Tabla 20 para la actividad individual y en la Tabla 21 para la actividad grupal. Estos resultados fueron representados en el programa de IBM SPSS versión 20.

Tabla 20. Pre- test individual. Grupo control y experimental.

Estadísticos descriptivos										
	N estadístico	Mínimo estadístico	Máximo estadístico	Media estadístico	Desv. Desviación	Varianza	Asimetría	Desv. Error	Curtosis	Desv. Error
Grupo experimental	19	4	10	7,05	1,9	3,608	-0,247	0,524	-0,797	1,014
Grupo control	16	3	10	7	2,066	4,267	-0,259	0,564	-1,06	1,091
N válido (por lista)	16									

Fuente. IBM SPSS versión 20.

De los resultados mostrados en la Tabla 20 se obtiene que la media correspondiente al grupo control es 7 y la media del grupo experimental es 7.05, la diferencia entre las dos medias es de 0.05 lo cual implica que tanto el grupo experimental como el grupo control son homogéneos. Estos resultados son importantes para aumentar la validez de la investigación ya que se demuestra que inicialmente no hay una diferencia significativa $P > 0,05$ entre los grupos.

El pre- test grupal adjunto en la Tabla 21 permite observar una media de 4,33 para el grupo experimental y 2,50 para el grupo control, es decir, una diferencia de 1,8

en el valor de la media; estos resultados son contrarios a lo obtenido en el pre-test individual ya que, según lo observado y registrado en el diario de campo los estudiantes tuvieron dificultad en la toma de decisiones y selección de una respuesta de manera grupal.

Tabla 21. Pre- test grupal. Control y experimental

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Respuestas experimental	6	2	7	4,33	2,251	5,067
Respuestas control	6	1	4	2,50	1,049	1,100
N válido (por lista)	6					

Fuente. IBM SPSS versión 20.

4.2 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS POST- TEST:

La clasificación de preguntas por competencias para el grupo experimental y control se muestran en las Tablas 22 y 23 respectivamente.

Tabla 22. Preguntas acertadas pos-test- Grupo experimental

ESTUDIANTES GRUPO EXPERIMENTAL	Preguntas Post-test																Total	% preguntas acertadas			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	7	43,75%	3	1	3
2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	25%	2	1	2
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	13	81,25%	4	2	7
4	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	87,50%	5	2	7
5	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	11	68,75%	3	2	6
6	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	87,50%	5	2	7
7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	11	68,75%	5	1	5
8	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	75%	3	2	7
9	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5	31,25%	2	1	2
10	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	11	68,75%	4	2	5
11	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	8	50%	3	1	4
12	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13	81,25%	4	3	6
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	14	87,50%	5	3	6
14	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13	81,25%	5	2	6
15	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	37,50%	1	2	3
16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	14	87,50%	6	3	5
Total																			60	28	81

COMPETENCIA	CANTIDAD DE PREGUNTAS POR COMPETENCIA
Indagar	6
Uso de conocimiento científico	3
Explicación de fenómenos	7

Tabla 23. Preguntas acertadas pos-test- Grupo control

ESTUDIANTES GRUPO CONTROL	Preguntas Post-test																Total	% de preguntas acertadas			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	6	37,50%	2	1	3
2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	6	37,50%	3	0	3
3	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5	31,25%	3	0	2
4	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	37,50%	3	1	2
5	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	25%	1	1	2
6	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	43,75%	1	3	3
7	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	25%	2	0	2
8	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	25%	1	1	2
9	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25%	1	1	2
10	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	8	50%	2	1	5
11	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	7	43,75%	1	1	5
12	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	9	56,25%	2	2	5
13	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	7	43,75%	1	2	5
Total																			23	14	41

COMPETENCIA	CANTIDAD DE PREGUNTAS POR COMPETENCIA
Indagar	6
Uso de conocimiento científico	3
Explicación de fenómenos	7

Finalizada la intervención con el grupo experimental se aplica el post-test tanto al grupo control como el experimental, se establecen las diferencias entre los grupos mediante los principales resultados estadísticos y se registran en la Tabla 24 obtenida por medio del programa de IBM SPSS.

Tabla 24. Resultados Post- test grupo control y experimental.

Estadísticos descriptivos								
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza	Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error
Grupo Control	13	4	9	5,92	1,656	2,744	-,855	1,191
Grupo Experimental	16	4	14	10,62	3,481	12,117	-,843	1,091
N válido (por lista)	13							

Fuente. IBM SPSS versión 20.

En los resultados de la Tabla 24 se establece que la media es superior en el grupo experimental con un valor de 10,62 y 5,92 para el grupo control; la diferencia entre las medias es de 4,7. El grupo que recibió la intervención obtuvo un mejor rendimiento que el grupo que no lo recibió.

Adicionalmente se observa en la Tabla 24 que existe diferencia entre las dos medias ya que al momento de la implementación de la misma los estudiantes del grupo control aún no habían finalizado el eje temático de estudio.

La Tabla 25 muestra la cantidad de respuestas correctas obtenidas después de la aplicación del post- test tanto para el grupo experimental como para el control en la prueba de física. Se muestra además el valor de cada estudiante al cuadrado y la sumatoria de estos valores, para ser utilizados posteriormente en el análisis.

Tabla 25. Datos obtenidos en el postest

Grupo experimental		
<i>Estudiante</i>	x_i	x_i^2
1	7	49
2	4	16
3	13	169
4	14	196
5	11	121
6	14	196
7	11	121
8	12	144
9	5	25
10	11	121
11	8	64
12	13	169
13	14	196
14	13	169
15	6	36
16	14	196
total	170	1988

Grupo control		
<i>Estudiante</i>	x_i	x_i^2
1	6	36
2	6	36
3	5	25
4	6	36
5	4	16
6	7	49
7	4	16
8	4	16
9	4	16
10	8	64
11	7	49
12	9	81
13	7	49
Total	77	489

4.3 ESTADISTICA INFERENCIAL. LA PRUEBA T STUDENT PARA MUESTRA DE GRUPOS INDEPENDIENTES.

Teniendo en cuenta que en esta investigación se trabajó con dos grupos distribuidos en experimental y control, donde el primero de ellos recibió la intervención de una propuesta didáctica para determinar cuál era la incidencia del tratamiento en las competencias específicas de ciencias, por tal razón se utilizó como herramienta estadística t de student, la cual permite identificar en qué medida tuvo un efecto significativo la propuesta didáctica en la variable dependiente comparada con la diferencia promedio del grupo control.

Pagano, menciona un tipo de diseño conocido como diseño para grupos independientes. Este diseño usa dos o más condiciones, cada uno de ellas con un nivel diferente de la variable independiente. El más fundamental de esos experimentos tiene únicamente dos condiciones: la condición experimental y la

condición control. Los sujetos seleccionados se les asigna la condición de experimental o control.³⁵

CÁLCULO ESTADÍSTICO:

Según Polit el principal procedimiento para probar las diferencias en las medias de grupos es la prueba t de student; es por esta razón que se utiliza en esta investigación ya que se buscaba establecer si existe diferencia significativa entre el grupo experimental y el control, después de aplicar el tratamiento o la propuesta.³⁶

Por otra parte, Pagano propone con respecto a la aceptación o rechazo de la hipótesis que los datos muestrales para determinadas condiciones de una muestra pueden ser extraídos de una población. Llámese μ_1 a la media de una condición hipotética y σ_1 a la desviación estándar y para una condición diferente se considera μ_2 a la media de esta otra población y σ_2 a su desviación estándar.³³

μ_1 = Media de la población que está en la condición 1

σ_1 = Desviación estándar de la población que está en la condición 1.

μ_2 = Media de la población que está en la condición 2

σ_2 = Desviación estándar de la población que está en la condición 2.

Se supone que el hecho de modificar el nivel de la variable independiente afecta a la media de la distribución μ_2 pero no a la desviación estándar σ_2 ni a la varianza. Por lo tanto, si la variable independiente tiene un efecto real, entonces las medias de las poblaciones serán distintas pero sus varianzas serán las mismas tal como se observa en la Tabla 27 para los datos empleados en la presente investigación. Así, se supone que la varianza 1 es igual a la varianza 2, para ello se debe corroborar primero la normalidad de los datos y la igualdad de varianza según se

³⁵ PAGANO Robert. Estadísticas para las ciencias del comportamiento pruebas z y t para grupos independientes. Séptima edición. Internacional Thomson Editores. México. 2006.

³⁶ POLIT D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. Correlación de diferencias entre dos medias de grupo. Cuarta edición. Interamericana – Mc Graw Hill. 1994.

observa en la Tabla 28 y en la Tabla 29. Un caso en el que se cumple este supuesto es cuando la variable independiente tiene el mismo efecto sobre cada individuo. Así mismo, según Polit para el tipo de investigación de muestras interdependientes las hipótesis que se prueban son:

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2$

La hipótesis nula (H_0) predice que la media de la población para el método μ_1 es la misma que la media de la población 2 μ_2 con respecto a las respuestas dadas en la prueba de física.³⁴

Hipótesis de investigación (alternativa): $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$

EVALUACIÓN DE LA HIPÓTESIS NULA:

Hipótesis de la investigación:

La implementación de las situaciones didácticas que articula los saberes de física y matemáticas favorece significativamente el desarrollo de competencias en el área de física y matemáticas de los estudiantes del grado décimo en una institución educativa pública de Floridablanca.

Hipótesis nula:

La implementación de las situaciones didácticas no articula los saberes de física y matemáticas en los estudiantes de décimo grado en una institución educativa pública.

La hipótesis nula se probó con *t student* y la prueba de hipótesis se hizo con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados del cálculo de la *t student* se muestran en la Tabla 31. Estos resultados fueron obtenidos utilizando el programa de IBM SPSS versión 20.

Tabla 26. Resumen de procesamiento de caso.

Grupo	Casos						
	Válido		Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	%	N	Porcentaje	
Calificación	Experimental	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	Control	13	100,0%	0	0,0%	13	100,0%

Tabla 27. Estadística descriptiva de los grupos experimental y control.

Descriptivos					
	Grupos		Estadístico	Desv. Error	
Calificación	Experimental	Media		10,63	,870
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,77	
			Límite superior	12,48	
		Media recortada al 5%		10,81	
		Mediana		11,50	
		Varianza		12,117	
		Desv. Desviación		3,481	
		Mínimo		4	
		Máximo		14	
		Rango		10	
		Rango intercuartil		7	
		Asimetría		-,789	,564
		Curtosis		-,843	1,091
		Control	Media		5,92
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	4,92	
			Límite superior	6,92	
	Media recortada al 5%		5,86		
	Mediana		6,00		
	Varianza		2,744		
	Desv. Desviación		1,656		
	Mínimo		4		
	Máximo		9		
	Rango		5		
	Rango intercuartil		3		
	Asimetría		,273	,616	
	Curtosis		-,855	1,191	

Tabla28. Prueba de normalidad

NORMALIDAD

Pruebas de normalidad							
	Grupo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Calificación	Experimental	,230	16	,023	,853	16	,150
	Control	,185	13	,200*	,907	13	,168
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Chapiro wilk: Muestra pequeña (< 30 individuos)

Criterio para determinar la normalidad:

p- valor=> acepta Ho = Los datos provienen de una distribución normal.

p- valor < aceptar H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

NORMALIDAD Calificaciones		
P- valor (experimental) = 0.15	>	$\alpha = 0.05$
P- valor (control) = 0.168	>	$\alpha = 0.05$
CONCLUSIÓN: La variable calificación se distribuye normalmente		

IGUALDAD DE VARIANZA

PRUEBA DE LEVENE

P- Valor => α Aceptar Ho = las varianzas son iguales.

P- valor < α aceptar H1 = Existe diferencia significativa entre las varianzas.

Tabla 29. Igualdad de varianza

Igualdad de varianza		
p-valor= 0.08	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión: Las varianzas son iguales		

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
calificación	experimental	16	10,63	3,481	,870
	Control	13	5,92	1,656	,459

Tabla 30. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Calificación	Se asumen varianzas iguales	8,159	,08	4,466	27	,000128	4,702	1,053	2,542	6,862
	No se asumen varianzas iguales			4,778	22,355	,000087	4,702	,984	2,663	6,741

p- valor = 0,00012	<	$\alpha = 0,05$
CONCLUSIÓN: Se acepta H1, es decir, si existe diferencia significativa entre la media de las calificaciones obtenidas por el grupo experimental y el grupo control.		

Según Polit, para comprobar si el valor de t estadístico tiene significado es preciso consultar una tabla que especifique los valores de t para distribuciones t teórica. Para poder usar este tipo de tabla se requieren dos tipos de información.

1. El nivel que se busca, es decir, el grado de riesgo que se puede aceptar como se precisó anteriormente en la Tabla 27.

2. El número de grados de libertad disponibles.

En esta investigación los niveles de seguridad fueron del 95% con un nivel de significancia del 5% y los grados de libertad fueron 27 y 22 para el grupo experimental y control respectivamente.

Debido a que la investigación buscaba concluir si existía diferencia significativa entre el grupo control y el experimental se escogió la prueba de dos colas.

La Tabla 31 se muestra los valores para t. En la columna de la izquierda se indican los grados de libertad y en la fila superior se especifican diferentes valores de niveles de significancia α .

Tabla 31. Valores críticos de la distribución t de student.

Df	Nivel de significancia para la prueba con una cola					
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
	Nivel de significación para la prueba con dos colas					
	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	3.076	6,314	12,706	31,621	63,657	636,619
2	1.666	2,92	4,3'3	6,965	9,925	31,598
3	1.636	2,353	3,182	4,541	5,841	12,941
4	1.533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,61
5	1.476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	1.440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	1.415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	1.397	1,86	2,306	2,986	3,355	5,041
9	1.383	1,833	2,262	2,821	3,25	4,781
10	1.372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	1.363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	1.356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	1,35	1,771	2,16	2,65	3,012	4,221
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,14
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	1,337	1,746	2,12	2,583	2,921	4,015
17	1,333	1,74	2,11	2,567	2,898	3,965
18	1,33	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,85
21	1,323	1,721	2,08	2,518	2,831	3,819
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	1,319	1,714	2,069	2,5	2,807	3,767
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	1,316	1,708	2,06	2,485	2,787	3,725
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,69
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	1,31	1,697	2,042	2,457	2,75	3,646
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	1,296	1,671	2	2,39	2,66	3,46
120	1,289	1,658	1,98	2,358	2,617	3,373
∞	1,282	1,645	1,96	2,326	2,576	3,291

**PAGANO, Robert R. Estadística para las ciencias del comportamiento. Editorial Thomson.
7ª Edición 2006**

Según la Tabla 31 para un nivel de probabilidad de doble cola de 0,05 como criterio para la toma de decisiones se encuentra que para 27 y 22 grados de libertad el valor de t tabulado es de 2,052 y 2,074 respectivamente. Este valor establece un límite superior de probabilidad en caso de que la hipótesis nula sea cierta, los valores mayores de 2,052 y 2,074 se consideran improbables. Por tanto, la t de 4,46 y 4,77 calculada en SPSS es improbable, es decir, es significativa desde el punto de vista estadístico. Por tal razón se puede inferir que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron considerablemente mejores resultados que los del grupo control.

4.4 EFECTOS DEL TRATAMIENTO EXPERIMENTAL POR COMPETENCIAS EN CIENCIAS: USO DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS, INDAGAR, EXPLICAR FENÓMENOS

4.4.1 COMPETENCIA INDAGAR: En la tabla 32 se observa los resultados obtenidos en el postest para el componente de la prueba de física indagar.

Tabla 32. Competencia indagar.

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Indagar	Experimental	16	3,75	1,390	,348
	Control	13	1,77	,832	,231

Tabla 33. Prueba *t student*- competencia indagar

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Indagar	Se asumen varianzas iguales	4,118	,052	4,513	27	,00011	1,981	,439	1,080	2,881
	No se asumen varianzas iguales			4,747	25,053	,00007	1,981	,417	1,122	2,840

Como se observa en la Tabla 33 el valor de *t de student* es de 4,513 y 4,747 el cual es superior al $t(22) = 2,074$ y $t(27) = 2,052$ registrado en la Tabla 31 de distribución *t* necesario para rechazar la hipótesis nula con un nivel de significación de 0,05. En consecuencia, podemos concluir que la competencia indagar relacionada principalmente con las competencias razonamiento y argumentación se fortaleció con la implementación de la propuesta didáctica.

4.4.2 EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS: En la Tabla 34 se observa los resultados obtenidos en el postest para la competencia de explicación de fenómenos.

Tabla 34. Estadística posttest- Explicación de fenómenos.

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Explicación	Experimental	16	5,06	1,769	,442
	Control	13	3,15	1,345	,373

Tabla 35. Prueba t student- competencia explicación de fenómenos.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Explicación	Se asumen varianzas iguales	,936	,342	3,206	27	,003	1,909	,595	,687	3,130

	No se asumen varianzas iguales			3,299	26,909	,003	1,909	,578	,722	3,096
--	--------------------------------	--	--	-------	--------	------	-------	------	------	-------

En la Tabla 35 se observa que el valor *t de student* es de 3,206 y 3,299 los cuales son superiores al $t(22) = 2,074$ y $t(27) = 2,052$ registrado en la Tabla 31 de distribución *t* necesario para rechazar la hipótesis nula con un nivel de significación de 0,05. En consecuencia, podemos concluir que la competencia explicación de fenómenos se fortaleció con la implementación de la propuesta didáctica.

4.4.3. USO DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: En la Tabla 36 se observa los resultados obtenidos en el post- test para la competencia de uso de conocimientos científicos.

Tabla 36. Estadística de grupo- competencia uso de conocimientos científicos.

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Uso de conocimiento científico	experimental	16	1,88	,719	,180
	Control	13	1,08	,862	,239

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior

Uso de conocimiento científico	Se asumen varianzas iguales	,028	,868	2,720	27	,011	,798	,293	,196	1,400
	No se asumen varianzas iguales			2,668	23,406	,014	,798	,299	,180	1,416

Tabla 37. Prueba t student- competencia uso de conocimientos científicos.

En la Tabla 37 se observa el valor de *t de student* el cual corresponde a 2,720 y 2,668 los cuales son superiores a $t(22) = 2,074$ y $t(27) = 2,052$ registrados en la Tabla 31 de distribución t necesario para rechazar la hipótesis nula con un nivel de significación de 0,05. Es posible concluir que la competencia uso de conocimientos científicos relacionada con la competencia matemática comunicación, representación y modelación se fortaleció con la implementación de la propuesta didáctica.

4.5 COMPARACIÓN ENTRE PRE-TEST Y POSTEST GRUPO EXPERIMENTAL. MUESTRAS RELACIONADAS.

Hi: hay una diferencia significativa entre los resultados obtenidos antes de aplicar la propuesta didáctica y los resultados obtenidos después de realizada la intervención.

Ho: No hay una diferencia significativa entre los resultados obtenidos antes de aplicar la propuesta didáctica y los resultados obtenidos después de realizada la intervención.

Normalidad:

Chapiro Wilk: muestra pequeña (<30 individuos)

Criterio para determinar la normalidad:

p- valor $> \alpha$ se Acepta Ho: Los datos provienen de una distribución normal

p- valor $< \alpha$ se Acepta H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

Normalidad		
P- valor (pre test) = 0,235	>	$\alpha = 0,05$
p- valor (postest)= 0,15	>	$\alpha = 0,05$
Conclusión: Los datos provienen de una distribución normal.		

Tabla 38. Prueba de normalidad pretest y posttest.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest	,215	16	,047	,929	16	,235
Posttest	,230	16	,023	,853	16	,150
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pretest	7,25	16	1,915	,479
	Posttest	10,63	16	3,481	,870

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Mediana	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pretest - Posttest	-3,375	3,649	,912	-5,320	-1,430	-3,699	15	,002

La significancia es del 0,002 el cual es menor que el nivel α , por lo cual se rechaza la hipótesis nula, hay una diferencia significativa en los estudiantes antes y después de la intervención.

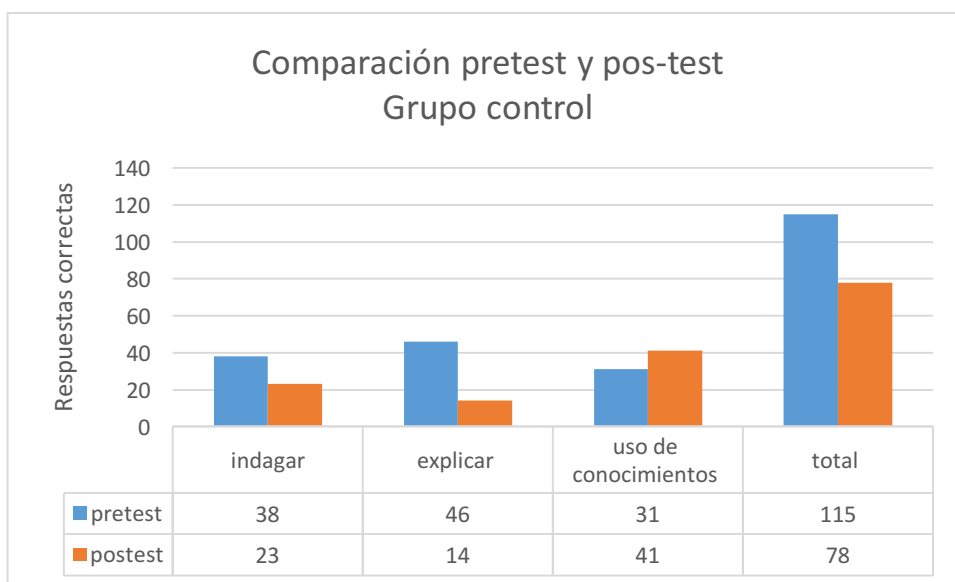
p- valor = 0,002	<	$\alpha = 0,05$
Conclusión: Hay una diferencia significativa en las medias de las pruebas pretest y posttest realizadas en la propuesta de investigación.		

4.6 COMPARACIONES ENTRE PRETEST Y POSTEST POR COMPETENCIAS

Posterior a los análisis de las distribuciones del grupo experimental y control en el pre- test y post- test, en sus medias y demás datos descriptivos y la comparación general del pre- test y post- test del grupo experimental se procede a la comparación detallada por competencias.

La Gráfica 10 muestra las respuestas correctas dadas por los estudiantes para el grupo control.

Gráfica 10. Comparación pre-test y pos-test Grupo control.

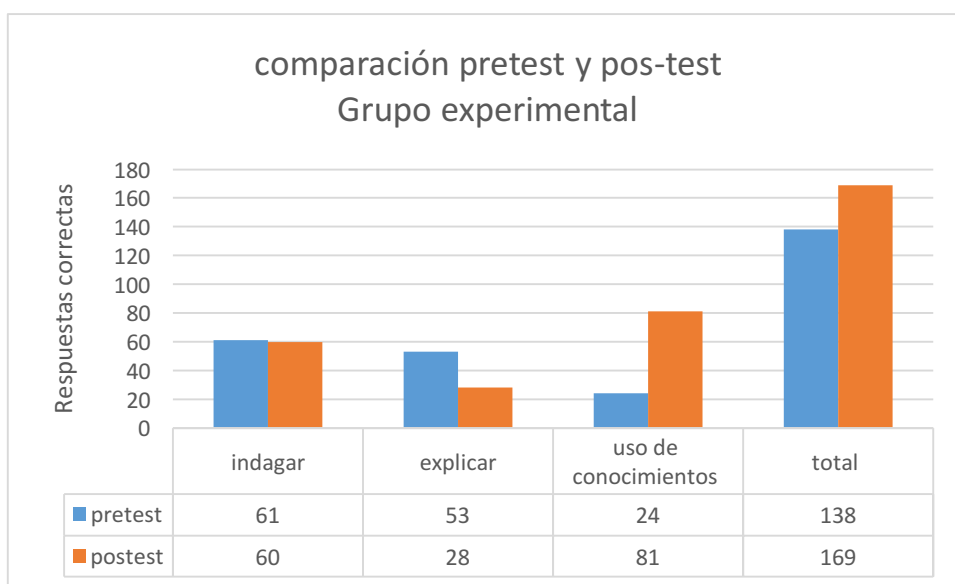


Se observa en la Gráfica 10 que hubo una leve mejora con respecto al uso de conocimientos, se evidencia que para las competencias indagar y explicar se presenta disminución en las respuestas acertadas, esto debido a que no se realizó ninguna intervención con este grupo de estudiantes y adicionalmente continuaron sus clases pasivamente y sin motivación al aprendizaje.

Se observa además que, aunque no hubo intervención en este grupo se evidencia que en el total de respuestas hubo mayor cantidad de respuestas correctas para el pre-test que para el pos-test esta disminución en las competencias se atribuye a que las pruebas estandarizadas requieren de preparación y estrategias de aprendizaje para su correcta solución, por lo tanto, sino se realiza un proceso para las mismas puede presentarse variación en los resultados.

Por otra parte, en la Gráfica 11 se muestra la comparación de la prueba pre-test y post-test para el grupo experimental.

Gráfica 11. Comparación pretest y pos-test. Grupo experimental.



En la Gráfica 11 se observa que la intervención tuvo influencia en la mejora de competencias científicas a nivel general, pero para la competencia explicar se observó una disminución con respecto a la prueba aplicada inicialmente a los estudiantes de grado décimo de una institución educativa de Floridablanca, esto ocurrió ya que los estudiantes presentaron deficiencias para dar explicaciones de forma escrita ante una situación o problema, es decir, presentaron dificultades para emitir juicios y organizar las conclusiones deducidas, esta debilidad se

atribuye a que el proceso de enseñanza y aprendizaje recibida por los estudiantes se había desarrollado de manera tradicional sin contar con espacios de socialización y realimentación de las actividades planteadas disminuyendo las posibilidades de emitir y exponer conclusiones.

4.7 ETAPA DE TRATAMIENTO O INTERVENCIÓN:

ANÁLISIS DEL DIARIO DE CAMPO: En lo observado en el diario de campo durante el desarrollo del pre-test y las unidades didácticas se evidenciaron dificultades de aprendizaje que en su momento fueron corregidas y superadas por los estudiantes teniendo al docente como intermediario. Estas dificultades se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39. Dificultades presentes en las diferentes etapas de la investigación evidenciadas en el diario de campo

FASE	DIFICULTADES	CARACTERÍSTICAS
Pre- test	Procedimentales y Conceptuales	El pre-test individual en Plickers permitió observar las fallas conceptuales principalmente alusivas a las características de un vector, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado y las razones trigonométricas. Además, por medio de la resolución de una situación problema se observó que presentaban dificultades para comprender e interpretar el problema, el lenguaje científico y matemático e implementar las operaciones pertinentes para la solución.
Secuencia 1		-Razonamiento, elaboración de procesos de solución. -Deducción de representaciones gráficas, manejo de conceptos propios de las asignaturas, interpretación y análisis de datos.
Secuencia 2		Significado de las variables, despeje, sustitución e interpretación del movimiento para determinar las condiciones apropiadas para el tiro parabólico.
Actividad de		Los estudiantes se sintieron seguros para

refuerzo.		abordarlos y se evidenció la construcción de su conocimiento en comparación con las actividades iniciales.
Secuencia 3		Fue evidente la persistencia en la dificultad para deducir las fórmulas, principalmente para obtener las ecuaciones de altura y alcance máximo y determinar los resultados a partir de datos específicos de tiempo, como se observa en el planteamiento de los problemas del punto 9 del Anexo T-1 aunque los estudiantes determinaron las condiciones que afectan el movimiento parabólico presentaban problemas en los aspectos matemáticos, por tal razón, fue necesario hacer una discusión sobre las variables matemáticas requeridas y finalmente cada estudiante elaboró sus respuestas y resolución del problema.
Post-test		Se observó principalmente una diferencia en la actitud del grupo control y el experimental, ya que estos últimos estaban motivados y seguros de sus respuestas mientras que el grupo control mostró una actitud pasiva e insegura.

En las pruebas pre-test se clasificaron y plantearon preguntas relacionadas con el movimiento parabólico y sus implicaciones matemáticas como se observa en el Anexo A y B, adicionalmente se determinaron las dificultades conceptuales y procedimentales aplicando una prueba extra en el formato de actividades que se encuentra en el Anexo N consistió en la resolución de una situación problema, la cual permitió observar los medios que emplean los estudiantes para deducir una conclusión; posterior a ello se realizó la intervención en la cual se plantearon actividades enfocadas en las falencias iniciales con el fin de superarlas y que esta mejoría se viera reflejada en las competencias que deben poseer los estudiantes en el grado décimo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN LAS SECUENCIAS DIDÁCTICAS.

Durante el proyecto de grado se implementaron 3 secuencias didácticas valoradas por medio de los diarios de campo y los talleres desarrollados en cada una de ellas.

PRIMERA SECUENCIA DIDÁCTICA. Presentación conceptual y desarrollo procedimental individual.

En la secuencia didáctica se emplearon tres situaciones problema:

En la **situación 1 de acción** se realizó la descomposición y representación vectorial; para esta es necesario el conocimiento matemático de las razones trigonométricas para ángulos agudos. En la Tabla 40 se evidencia el comportamiento de los estudiantes frente a la situación la cual se resolvió en el formato de actividades de la editorial Santillana anteriormente enunciado compuesto por tres secciones (comprensión del problema, elaboración del plan y ejecución, verificación y redacción de la respuesta).

Tabla 40. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica
1- Problema 1

Número de estudiantes	Comportamiento frente a la situación.
Comprensión del problema	
9	En la primera fase argumentaron que se debía realizar el cuadro de componentes para determinar la respuesta.
10	Explicaron específicamente que debía emplearse las funciones de seno y coseno y la magnitud del vector para la solución del problema.
Elaboración del plan y ejecución	
16	Realizaron operaciones matemáticas pertinentes para resolver el problema planteado.
3	Escribieron el procedimiento a seguir sin aplicar ninguna operación matemática.
Verificación y redacción de la respuesta.	
1	Elaboró y desarrolló la verificación de los ejercicios y redactó la respuesta formal.
18	Escribieron el valor numérico sin unidades y sin redacción de la respuesta, pero en general la totalidad del grupo resolvió el ejercicio.

La **situación dos**, consistió en un problema de componentes vectoriales el cual requería la interpretación de gráficas, razones trigonométricas y suma vectorial, el proceso llevado a cabo por los estudiantes se presenta en la Tabla 41.

Tabla 41. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica

1. Problema 2.

Número de estudiantes	Comportamiento frente a la situación.
Comprensión del problema	
19	Realizaron la descripción del procedimiento a realizar para determinar la respuesta.
Elaboración y ejecución del plan	
3	Elaboraron el procedimiento a seguir.
3	Ejecutaron el plan, graficaron y resolvieron el problema
13	Determinaron el valor numérico sin desarrollar la redacción de plan o procedimiento a seguir.
Verificación y redacción de la respuesta.	
1	Realizó la redacción formal de la respuesta
4	Desarrollaron el procedimiento matemático sin llegar a una respuesta concreta
14	Escribieron el valor numérico de los resultados sin verificación y redacción.

La **situación tres** tuvo un mayor grado de complejidad ya que el problema estaba enfocado en el movimiento vertical, el análisis e interpretación gráfica y la obtención de ecuaciones matemáticas a partir de las condiciones iniciales dadas. Los procedimientos realizados por los estudiantes se muestran en la Tabla 42.

Tabla 42. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica

1. Situación 3.

Número de estudiantes	Comportamiento frente a la situación
Comprensión del problema.	
8	No realizaron descripción sobre la propuesta de resolución de la problemática planteada.
10	Resaltaron la importancia del análisis gráfico para la resolución del problema.
1	Realizó una descripción detallada del paso a paso a seguir, lo cual evidencia una adecuada comprensión de la problemática planteada.
Elaboración y ejecución del plan	
5	Desarrollaron los procedimientos necesarios para llegar a una respuesta.
3	No realizaron conversión de unidades para la resolución adecuada de las operaciones matemáticas.
7	Intentaron plantear ecuaciones pero no llegaron a su ejecución.
3	Rectificaron el procedimiento a seguir
1	Enunció las ecuaciones necesarias para llegar finalmente a la resolución del problema.
Verificación y redacción de la respuesta.	
7	No elaboraron conclusiones de su experiencia
12	Enunciaron resultados numéricos sin dar finalización a la resolución del problema.

Realizando un análisis de contraste con lo observado en el diario de campo se infiere que las dificultades detectadas inicialmente persisten aún ya que los estudiantes presentaron problemas en la conversión de unidades, en la lectura de gráficas y errores conceptuales.

Se observó que los estudiantes emplean adecuadamente las razones trigonométricas de ángulos agudos en contextos de física, que comprenden el

concepto de vector y las operaciones entre ellos; aunque no usan correctamente los conocimientos científicos y no explican adecuadamente los fenómenos.

Algunos grupos de estudiantes realizan correctamente la conversión de unidades, pero al momento de leer e interpretar los datos pasan por alto este factor y realizan operaciones matemáticas fijándose solo en los valores y no en la unidad.

Durante la fase de socialización se plantearon situaciones de validación como la comparación de respuestas observando los métodos empleados por los estudiantes y de esta manera definir los aciertos y errores de cada estudiante. Los estudiantes manifestaron la dificultad para resolver situaciones problemas en cuanto a la interpretación inicial, el planteamiento de incógnitas y la resolución matemática, específicamente representación gráfica, conversión de unidades y despeje de fórmulas.

Posterior a la comparación de resultados se planteó una situación de formulación la cual consistió en una retroalimentación por parte del docente para formular nuevos interrogantes e interiorizar los procedimientos y conceptos evitando de esta forma cometer errores futuros.

Finalmente se planteó una nueva etapa de validación donde los estudiantes tomaron registro de sus hallazgos y los conocimientos construidos en la primera secuencia, manifestaron tener un mejor manejo del eje temático planteado y de los recursos matemáticos necesarios para resolver situaciones problémicas en física, de esta manera se formalizó la intervención realizada.

SEGUNDA SECUENCIA DIDÁCTICA: La secuencia didáctica 2 estuvo distribuida en dos actividades; la primera de ellas consistió en un ejercicio individual desarrollado en el formato de actividades de Santillana y el segundo en seis ejercicios de selección múltiple; las dos actividades enfocadas en la resolución de problemas a partir de la deducción de fórmulas específicas para cada planteamiento.

Del análisis de la resolución de problemas se obtiene la relación entre número de estudiantes y comportamiento frente a la situación como se observa en la Tabla 43.

Tabla 43. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica2.

Número de estudiantes	Comportamiento frente a la situación
Comprensión del problema.	
11	Enunciaron que el factor principal para resolver el problema es analizar y responder observando los datos.
6	Resolvieron directamente el problema, tomando primero las condiciones iniciales brindadas por el ejercicio.
1	Realizó una descripción detallada de lo comprendido en el problema y las condiciones iniciales.
Elaboración y ejecución del plan	
1	Realizó una gráfica con las características del problema.
15	Resolvieron la parte numérica del problema aplicando fórmulas e interpretando los datos asignados.
2	No resolvieron el ejercicio.
Verificación y redacción de la respuesta.	
2	No construyeron conclusiones.
14	Determinaron el valor numérico del ejercicio pero no realizaron conjeturas con respecto al análisis de estos valores.
2	Redactaron y verificaron los resultados obtenidos

En general los ejercicios fueron desarrollados correctamente, es decir, con respuesta final argumentada por 16 estudiantes y solamente 2 no resolvieron el ejercicio hasta el final.

La segunda actividad, distribuida por grupos de tres estudiantes y seis situaciones problema permitió observar los procedimientos utilizados para llegar a la respuesta; inicialmente se planteó la solución en la herramienta virtual Plickers pero se tuvo que desistir de esta por una falla en la conexión a internet. El comportamiento de los estudiantes antes la actividad se presenta en la Tabla 44.

Tabla 44. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica2.

Actividad 2.

Grupo de estudiantes	Comportamiento frente a la situación
Acción	
6	Las dos preguntas teóricas fueron respondidas correctamente.
2	En la resolución de problemas desarrollaron satisfactoriamente las situaciones, mostrando claridad en el manejo conceptual de las variables, la deducción eficaz de las fórmulas y realizando un adecuado procedimiento.
4	Persistieron en las dificultades de conversión de unidades, manejo y deducción de ecuaciones e interpretación del problema.
Formulación	
6	Presentaron los resultados obtenidos inicialmente de manera individual y posteriormente en grupos, en los primeros de ellos los estudiantes explicaron su forma de proceder para la resolución de problemas, existió un alto grado de pasividad en algunos estudiantes, mostrando desinterés en los problemas planteados.
Validación	
6	Comparación de resultados de manera individual y grupal, los estudiantes se mostraron más activos en la validación grupal, asumiendo este fenómeno al apoyo entre compañeros del mismo equipo ya que se genera seguridad en los procedimientos y resultados finales obtenidos, posteriormente se realizaron ajustes procedimentales y se plantearon preguntas.

Teniendo en cuenta estas dificultades se procede a la elaboración de un taller de refuerzo en donde se intenta superar las falencias hasta ahora encontradas y de esta manera mejorar las competencias físicas y matemáticas de los estudiantes.

ACTIVIDAD DE REFUERZO. En las observaciones realizadas y en los resultados obtenidos en las secuencias anteriores se observó que los estudiantes continuaron con falencias y dificultades para la resolución de problemas por múltiples factores, por tal razón, fue necesario plantear una actividad refuerzo antes de avanzar con la metodología diseñada. La actividad consistió en el desarrollo de dos ejercicios como se muestra en el anexo G y H, el primero de ellos estuvo orientado por el docente para paso a paso determinar las principales dudas y errores tanto conceptuales como procedimentales, el segundo ejercicio tuvo mayor grado de dificultad ya que los estudiantes debían realizar ajustes en los planteamientos iniciales porque el movimiento se realizó en un plano inclinado.

El comportamiento de los estudiantes frente a la situación se presenta en la Tabla 45 para la situación problema 1 y en la Tabla 46 para la situación problema 2.

Tabla 45. Comportamiento de los estudiantes frente a la situación problema 1- Refuerzo

Número de estudiantes	Comportamiento frente a la situación
ACCIÓN	
Comprensión del problema.	
4	Realizaron una descripción de las características del problema y las incógnitas requeridas.
14	Escribieron nuevamente los datos iniciales.
1	Realizó una descripción detallada del paso a paso a seguir, lo cual evidencia una adecuada comprensión de la problemática planteada.
Elaboración y ejecución del plan	
19	Plantearon y determinaron las ecuaciones necesarias para obtener las respuestas.
Verificación y redacción de la respuesta.	
15	Únicamente escribieron el valor numérico sin realizar conjeturas sobre sus hallazgos.
4	Redactaron y concluyeron sobre la actividad, es decir, determinaron si el golfista impactó o no con la pelota en el edificio.

En general los procedimientos realizados fueron adecuados para el problema en ejecución y estuvo orientado por el docente para evitar posibles errores y por el contrario aclarar las dudas que persistieron en la secuencia 1 y 2.

En la etapa de formulación se realizó una discusión sobre los resultados obtenidos y se cuestionó el motivo por el cual no dedujeron conclusiones ni respuestas concretas a los planteamientos iniciales, algunos estudiantes justificaron su proceder indicando que lo más importante es el valor numérico y que dejan a un lado la construcción de las conclusiones finales.

Por otra parte, a partir de las nuevas preguntas generadas y la aclaración de las mismas, en la etapa de validación algunos estudiantes de manera voluntaria sustentaron los conocimientos construidos y a partir de preguntas realizadas por el docente respondieron acorde a sus conocimientos.

En la Tabla 46 se evidencia el comportamiento de los estudiantes frente a la situación problema 2 mostrada en el anexo F-1.

Tabla 46. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica 2. Problema 2.

Número de estudiantes	Comportamiento frente a la situación
Comprensión del problema.	
13	Plantearon correctamente las condiciones iniciales y tomaron medidas para las variaciones pertinentes en el desarrollo del problema.
5	Escribieron las condiciones iniciales, pero presentaron dificultades en el planteamiento del problema.
Elaboración y ejecución del plan	
13	Ejecutaron el problema teniendo en cuenta las componentes de la gravedad, velocidad, planteamiento de ecuaciones y despeje de variables.
5	No realizaron la resolución del problema planteado.
Verificación y redacción de la respuesta.	
15	Lograron obtener hallazgos y generar respuestas.
3	No alcanzaron la resolución del problema, por lo tanto no dedujeron conclusiones de las respuestas.

Durante la validación y discusión del ejercicio, un estudiante de los cuales finalizó el problema expuso sus resultados, el análisis y la forma de proceder en el mismo y otro estudiante de los que presentó falencias expresó la dificultad que tuvo para plantear las incógnitas correctamente y deducir las ecuaciones; en la etapa de formulación y socialización se realizaron los ajustes procedimentales, se plantearon nuevas preguntas por parte del docente las cuales fueron resueltas por los estudiantes durante el debate de la clase. Se evidenció la ausencia de un estudiante durante la aplicación de esta secuencia.

TERCERA SECUENCIA DIDÁCTICA

La última secuencia didáctica se realizó por medio del laboratorio virtual PhET para el lanzamiento de proyectiles en grupos de tres estudiantes, para un total de

6 grupos, en la cual, se plantearon diferentes actividades por medio de las situaciones didácticas que permitieron evidenciar el comportamiento de los estudiantes frente a las mismas como se presenta en la Tabla 46.

La guía de laboratorio se muestra en el anexo I, I-1.

Cada grupo tuvo a su disposición una Tablet y acceso a internet para la ejecución de la actividad.

Los resultados obtenidos permitieron observar que en general el grupo tuvo un buen desempeño en las actividades, ya que, la interacción y la interfaz del software generó una actitud positiva para desarrollar la guía, los estudiantes encontraron aplicación a la teoría presentada e hicieron conjeturas sobre las condiciones iniciales de los ejercicios que permiten modelar las ecuaciones requeridas para la ejecución de la actividad.

Además, manifestaron la efectividad de la experimentación virtual como medida para generar conocimiento tanto matemático como científico.

La formulación, distribución y aplicación de las tres secuencias didácticas realizadas demuestra que es posible deducir las ecuaciones matemáticas a partir del análisis y comprensión de los fenómenos de la naturaleza y las condiciones particulares de las situaciones problema, fomentando las competencias científicas y matemáticas, es decir, la articulación de los saberes de las áreas objeto de este estudio.

Tabla 46. Comportamiento frente a las situaciones de la secuencia didáctica3

Número de grupos	Comportamiento frente a la situación
Acción	
5	Durante la exploración del simulador se plantearon preguntas e indagaron las herramientas como ángulo de lanzamiento, velocidad, gravedad, resistencia del aire, masa, diámetro, entre otras. Así mismo, a partir de las tres situaciones planteadas de lanzamiento de proyectiles, la primera de ellas de comparación entre dos coches, la segunda entre un coche y una bala y la tercera entre dos balas determinaron las características de los movimientos con las variaciones de masa y ángulo.
1	Presentó dificultades en la comparación de las tres situaciones planteadas, principalmente en determinar el alcance máximo de los proyectiles utilizados (coche, bala y la relación entre ellos). Pero durante el reconocimiento del simulador determinaron las condiciones de lanzamiento y los parámetros de velocidad, ángulo, gravedad, resistencia del aire, entre otros.
FORMULACIÓN	
4	A partir de las situaciones problema, como lanzamiento de jabalina, lanzamiento en Júpiter y diferentes proyectiles, masas, velocidades, alcances, alturas y tiempos de vuelo variaron los parámetros y resolvieron los problemas respondiendo correctamente las preguntas planteadas en cada uno de ellos, realizando correctamente la identificación de las condiciones necesarias para deducir las fórmulas particulares para cada problema.
2	Realizaron las situaciones problema planteadas, pero presentaron dificultades para responder algunas preguntas de análisis como: ¿Dónde será mejor tratar de batir un record en lanzamiento de jabalina cerca de los polos o cerca del Ecuador? Y ¿Cree que el alcance horizontal y la distancia vertical dependen de la masa del cuerpo?
VALIDACIÓN	
6	A partir de los hallazgos escribieron conclusiones sobre los efectos producidos por el tiro parabólico y expusieron sus resultados determinando con claridad las condiciones que permiten la variación del movimiento, permitiendo esto, determinar las ecuaciones a través de las características específicas de cada problema.

5. HALLAZGOS

Los resultados muestran que las competencias científicas fueron fortalecidas con la implementación de la propuesta de investigación a excepción de la explicación de fenómenos ya que los estudiantes evidenciaron dificultades persistentes en la forma de emitir juicios y explicaciones de forma escrita ante una situación o problema. El grupo control en la prueba post-test alcanzó un nivel superior en el grupo experimental en comparación con el grupo control en las competencias científicas y su relación con las competencias matemáticas.

En cuanto a las competencias específicas en física, los resultados arrojaron que la competencia explicar tuvo un valor menos de respuestas acertadas comparadas con las otras dos competencias, indagar y uso de conocimientos científicos en el grupo experimental en la prueba post- test en comparación con el grupo control, así como se muestra en la tabla 47.

Tabla 47. Comparación grupo control y experimental por competencias.

Competencias	Respuestas correctas		Porcentaje de respuestas correctas	
	Grupo experimental	Grupo control	Grupo experimental	Grupo control
Uso de conocimientos científicos	28	14	58,33%	35,89%
Indagar	60	23	62,50%	29,48%
Explicación de fenómenos	81	41	72,32%	45,05%

La Tabla anterior muestra los estudiantes del grupo experimental que lograron los mejores resultados en la competencias de indagación, explicación de fenómenos y uso de conocimientos científicos por medio de las secuencias didácticas empleadas, en las cuales se implementó el laboratorio virtual PhET, los formatos de actividades y la deducción matemática de las ecuaciones del movimiento

parabólico; ellos permitieron demostrar la capacidad para reconocer fenómenos, representaciones y preguntas sobre fenómenos naturales.

Las falencias de los estudiantes se evidenciaron tanto en física como matemáticas y debido a que mejoraron significativamente en cuanto a lo procedimental y conceptual se infiere a partir de los resultados obtenidos en el post-test en comparación con el pre- test que los estudiantes mejoraron implícitamente sus competencias tanto científicas como matemáticas ya que al tener conceptos y procedimientos claros y precisos es posible plantear y resolver problemas, razonar y argumentar las soluciones propuestas y comunicar y representar gráficamente los análisis de los problemas que requieren para su solución el modelamiento de las ecuaciones matemáticas de forma particular para cada problema de física que implica también el uso de los conocimientos científicos, indagación y explicación de fenómenos.

6. CONCLUSIONES

1. La propuesta didáctica implementada permitió identificar las dificultades conceptuales y procedimentales por medio del pretest individual y grupal y los niveles de los estudiantes en las competencias científicas y matemáticas. Entre estas dificultades se encontraron principalmente la comprensión e interpretación de problemas, el lenguaje científico y matemático, razonamiento, elaboración de procesos de solución, deducción de representaciones gráficas, significado de variables, sustitución e interpretación del movimiento; estos hallazgos fundamentaron el proceso de intervención acorde a las necesidades y dificultades en las competencias de los estudiantes de esta institución educativa en las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

De igual manera en el análisis de las competencias se obtuvo que en el uso del conocimiento científico, la indagación y la explicación de fenómenos científicos los estudiantes inicialmente presentaban porcentajes de 61%, 53% y 24% respectivamente indicando esto que la competencia a priorizar en el proceso debía ser la explicación de fenómenos presentado un porcentaje inferior en comparación con las otras dos competencias científicas.

2. A partir de la resolución de problemas que contenían fenómenos físicos e involucraban procedimientos matemáticos se indagó por la forma como los estudiantes interpretan situaciones problémicas por medio del taller de la secuencia didáctica 1 desarrollada en el formato de actividades de la editorial santillana; se obtuvo que los estudiantes inicialmente plantean las preguntas y los datos indicados en el problema pero presentan dificultades notables en la elaboración de procesos de solución, deducción de representaciones gráficas, análisis de datos y bajo nivel de desarrollo de habilidades en geometría, matemáticas y en general en la comunicación; este hallazgo fue insumo para el planteamiento de las alternativas que fueron establecidas en la secuencia

didáctica 2 para mejorar los procesos de aprendizaje en las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

3. Se diseñaron las secuencias didácticas enfocadas en las situaciones de acción, formulación y validación en la solución de problemas de física que requerían para su desarrollo saberes matemáticos, obtenidas a partir de los resultados del pre-test grupal e individual, lo cual favoreció el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes y contribuyó como aporte metodológico en la práctica pedagógica del docente.
4. La implementación de las situaciones didácticas para favorecer en el estudiante la comprensión y resolución de problemas que contienen saberes disciplinares de la física favoreció en los estudiantes su nivel en las competencias de indagación, uso del conocimiento científico y explicación de fenómenos naturales en el grupo experimental en comparación con el grupo control con una diferencia entre ellos de 1.98, 0.88 y 1.91 respectivamente.

Por otra parte, la implementación de las situaciones didácticas como estrategia metodológica generó en los estudiantes cambios favorables tanto cognitivos como procedimentales, resaltando el uso de la herramienta virtual empleada en la secuencia 3, la cual posibilitó el mejoramiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje en forma dinámica, activa y participativa.

5. La articulación de los saberes de física y matemáticas se realizó por medio de la intervención en el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de las situaciones didácticas establecidas durante todas las fases (pre-test, secuencias didácticas, pos-test), la incidencia de esta intervención se determinó a partir de la comparación de los resultados obtenidos en el pre-test y en el pos-test en las competencias científicas y matemáticas, donde se

encontró que las competencias indagar y uso de conocimientos científicos mejoraron con respecto a los resultados obtenidos inicialmente mientras que para la competencia explicar se obtuvo un porcentaje menor en las respuestas correctas, de esta manera se infiere que las competencias matemáticas mejoraron con respecto a la comunicación, representación, modelación y planteamiento y resolución de problemas mientras que se evidencia un nivel inferior para la competencia razonamiento y argumentación dadas las dificultades presentadas por los estudiantes al emitir juicios y deducir conclusiones en las problemáticas planteadas.

6. Con respecto a las hipótesis planteadas, el resultado obtenido para la prueba t student fue de 4.446, superior al valor 2.074 correspondiente a la tabla del t tabulado, con un nivel de significancia del 5% y grados de libertad de 22, lo cual permite rechazar la hipótesis nula y concluir que los estudiantes del grupo experimental han fortalecido sus competencias científicas y matemáticas en comparación con el grupo control para quienes su proceso de enseñanza y aprendizaje se realizó tradicionalmente. Se considera suficientemente grande la diferencia entre el valor de t teórico y el t hallado en la muestra (práctico) para solo ser atribuido al azar o la casualidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGUERA María Teresa (2003). La observación. En C. Moreno Rosset (Ed.), Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia (pp. 271-308). Madrid. ISBN. 84-96094-16-2
- BONILLA Elssy. RODRÍGUEZ P. Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales. Ediciones Uniandes. Grupo Editorial Norma. ISBN: 958- 9057-72. Bogotá. 1997.
- BROUSSEAU, Guy. Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. 1º edición Buenos Aires – Argentina. libros de Zorzal. ISBN: 978- 987- 599-035-7 2007.
- BUSTAMANTE Efraín. Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza- aprendizaje de las leyes de Newton en el grado décimo utilizando las nuevas tecnologías TIC: Estudio de caso en el grado décimo de la institución educativa Julio Cesar García del municipio de Medellín. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2012.
- CAAMAÑO, Aurelio et al. Enseñar ciencias. Serie didáctica de las ciencias experimentales. Editorial GRAO. ISBN: 978-84-7827-285-3. España. 2009.
- CAICEDO ZAMBRANO, Javier. Pensamiento matemático en relación con las pruebas PISA. XII Coloquio Regional de Matemáticas y II Simposio de Estadística. Universidad de Nariño. Pasto. 2014.
- CARREÑO I. situaciones didácticas aplicadas a la solución de sistemas de ecuaciones lineales 2x2 en el aprendizaje de estudiantes de noveno grado de una institución oficial de la ciudad de Bucaramanga. Tesis de maestría en pedagogía. Universidad Industrial de Santander. 2016.

- COREY Stephen. Action research to improve school practices. Boureau Publications. Nueva York: Columbia University; 1953.
- DEVECE, Eugenio, et al. Experiencia de articulación entre matemática y física. IV jornada de enseñanza e investigación educativa en el campo de las ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de la Plata. 2015.
- GARCIA Yorlady. Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2011.
- GODINO, Juan et al. Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Matemáticas y su didáctica para maestros. Proyecto Edumat- maestros. Universidad de Granada. Granada. ISBN: 84-932510-6-2. 2003.
- LATORRE, Antonio. Conocer y cambiar la práctica educativa. La investigación- acción. Editorial Graó. ISBN: 978. 84-7827-92-1. España. 2005
- MARMOLEJOS Julio, et al. Propuesta de estrategias que fomentan el aprendizaje y la solución de problemas en las ciencias básicas fortaleciendo la interpretación y aplicación del despeje, la sustitución numérica en ecuaciones y formulas, para los estudiantes del ciclo básico de la Universidad Autónoma de Santo Domingo. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Universidad Autónoma de Santo Domingo. 2014.
- MAYA Arnobio. El taller educativo, fundamentos, como organizarlo, dirigirlo y evaluarlo. Cooperativa editorial magisterio. Primera edición. 1996.
- MCKERNAN, J. Investigación- acción y curriculum; métodos y recursos para profesionales. Londres, Ediciones Morata, S. L. Primera edición 1999. [Citado el 5 de junio de 2018]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IlzVMRMIA28C&oi=fnd&pg=P>

A160&ots=XrYltrfJd&sig=w8sb_iuCpfXD8Dkc1MmKXydiMxw#v=onepage&q&f=false.

- MEN, Resumen ejecutivo Colombia en Pisa 2015. Bogotá. 2016.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Serie de lineamientos curriculares. Editorial Nueva gente. Bogotá. 1998.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares Básicos de competencia en matemática. Revolución educativa aprende. Enlace Editores Ltda. Bogotá. p. 86. 2006.
- MURILLO, F. Métodos de investigación en Educación Especial. Tercera educación especial. Artículo. Universidad Autónoma de Madrid. PP 8- 11. 2011.cant
- OCDE. Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2015: Ciencias, Matemáticas, Lectura y Competencia financiera. ISBN 978-98-64-25542-8. 2016.
- OCDE. Mejores políticas para una vida mejor. Resultados clave. Base de datos de PISA 2015.
- PAGANO Robert. Estadísticas para las ciencias del comportamiento pruebas z y t para grupos independientes. Séptima edición. Internacional Thomson Editores. México. 2006.
- POLIT D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. Correlación de diferencias entre dos medias de grupo. Cuarta edición. Interamericana – Mc Graw Hill. 1994.
- POPHAM, James Robert. Evaluación trans-formativa. Narcea S.A ediciones. ISBN: 978- 84- 277- 1912- 5. España. 2013.
- PORTAL EDUTEKA. Concepción de modelamiento y modelo. Universidad ICESI. Colombia 2006.
- PLICKERS, Guía para el uso de Plickers. Dirección de Tecnologías para el Aprendizaje Universidad tecnológica de Perú. P. 3. 2015.

- PULIDO RIOS, Ricardo. La enseñanza de los diferenciales en las escuelas de ingeniería desde un enfoque socio-epistemológico. Departamento de matemáticas, instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. 2010. P. 86
- QUINTERO GARCIA, Erika. Dificultades que identifican los estudiantes a través de la metacognición en el aprendizaje de las matemáticas en educación secundaria. Universidad autónoma de Manizales. 2014. p. 22
- ROJAS F. TESIS DE MAESTRÍA. Propuesta didáctica que integra el área de tecnología e informática con el área de física del grado 11 en una institución educativa de Bucaramanga. Tesis de maestría en pedagogía. Universidad Industrial de Santander. 2012.
- SAMPIERI Roberto et al. Metodología de investigación. Editorial Mc Graw Hill. Sexta edición. ISBN: 978-607-15-0291-9. México. 2016
- SANTAMARIA MIJARES, Alba. Presencia de las matemáticas en otras asignaturas. Master en formación del profesorado de secundaria. Boletín oficial de Cantabria. 2012
- SANDOVAL Carlos. El proceso de investigación: enfoque cualitativo. Bucaramanga: UIS. 2008
- GHISO Alfredo. Acercamientos: El taller en procesos de investigación interactivos. Estudios sobre culturas contemporáneas. Colima 1999.
- TELLEZ D. Tesis de maestría. situaciones didácticas en la solución de problemas trigonométricos con triángulos rectángulos. Tesis de maestría en pedagogía. Universidad Industrial de Santander. 2016.
- VARGAS, María. El concepto de función y sus aplicaciones en situaciones relacionadas con fenómenos físicos, que conducen a un modelo cuadrático, una propuesta para trabajar en el grado noveno”. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad nacional de Colombia. 2011.

- WIEMAN, Carl. PhET Interactive Simulations. Plan integral de educación digital. Colección de aplicaciones gratuitas para contextos educativos.

ANEXOS

Anexo A. Pre test 1. Preguntas Plickers



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

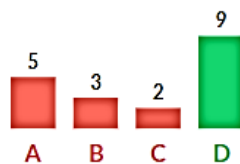
PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Floridablanca.

PRE- TEST 1

ASIGNATURA: Física. **FECHA DE APLICACIÓN:** día ____ mes ____ año ____

PROPÓSITO: Identificar dificultades conceptuales y procedimentales propias de las competencias matemáticas y físicas en estudiantes del grado décimo.

Correct: 47%



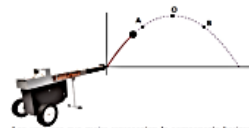
11. En un tiro parabólico prescindiendo del rozamiento con el aire, se verifica que a. La aceleración que actúa es desconocida. b. El movimiento sobre el eje horizontal es...

- A a
- B b
- C c
- D d

Correct: 45%



Una máquina de entrenamiento lanza pelotas de tenis, que describen una trayectoria parabólica como se indica en la figura

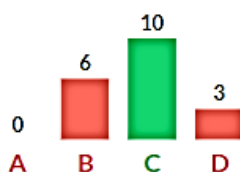


- A a
- B b
- C c
- D d

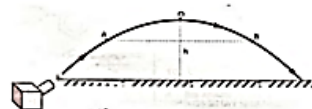
Los vectores que mejor representan la componente horizontal de la velocidad de una pelota en los puntos A, C y B son:



Correct: 53%



Una máquina de entrenamiento lanza pelotas de tenis que describen una trayectoria parabólica como se muestra en la figura. Los vectores que mejor representan la component...



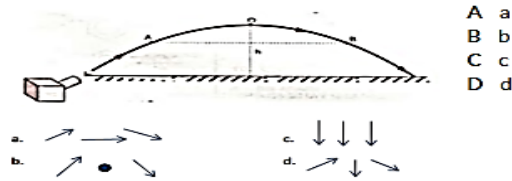
- A a
- B b
- C c
- D d



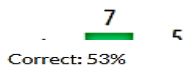
Correct: 0%



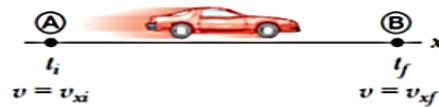
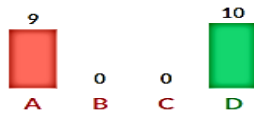
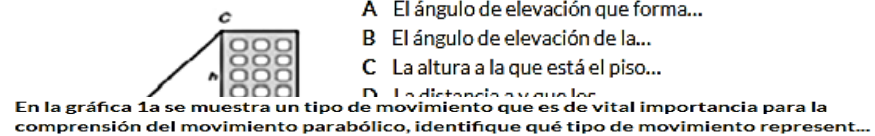
Los vectores que mejor representan la aceleración en los puntos A, O, B son:



Correct: 37%



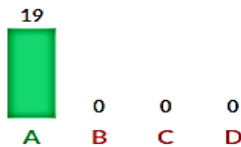
La figura presenta un edificio y un observador que se encuentra a una distancia de a metros de la base de aquel. ¿Qué datos se necesitan para calcular la altura del edific...



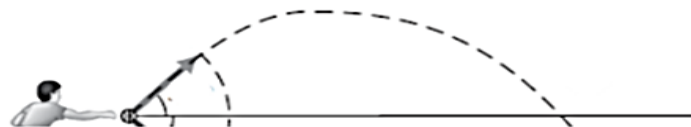
- A movimiento rectilíneo...
B movimiento circular uniforme
C movimiento parabólico
D movimiento rectilíneo uniforme

Activar Wind
Ve a Configuració

Correct: 100%



En la gráfica 1b se muestra un movimiento de vital importancia para la comprensión del movimiento parabólico, identifique qué tipo de movimiento que se muestra a conti...

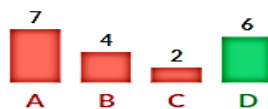


- A movimiento parabólico
B movimiento rectilíneo uniforme
C movimiento circular
D movimiento armónico simple

Correct: 32%

Un movimiento parabólico se expresa cuando

- A un joven lanza un balón
B Un móvil se desplaza con una...
C Un camión viaja 1.5 días
D Ninguna es correcta



Correct: 42%

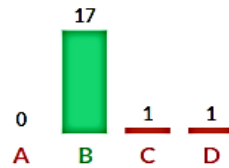


Un pasajero viaja en un bus espacioso que marcha a una velocidad constante. Si el pasajero lanza una moneda verticalmente hacia arriba. (sin contar la resistencia del air...



- A caerá delante del pasajero
- B caerá detrás del pasajero
- C Volverá a las manos del pasajero
- D Depende de la velocidad del...

Correct: 89%

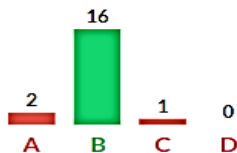


Distancia de un cuerpo que se mueve entre un punto a otro en un segmento de recta, que une las posiciones inicial y final de la trayectoria.

- A Trayectoria
- B Desplazamiento
- C Movimiento
- D Ninguna es correcta

Activar Windows
Ve a Configuración

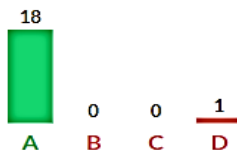
Correct: 84%



Una característica del Movimiento rectilíneo uniforme es

- A Cualquier cuerpo lo describe
- B La velocidad es constante
- C La aceleración es constante
- D la distancia recorrida en 25s

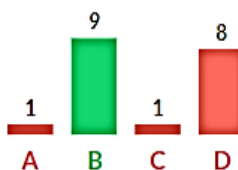
Correct: 95%



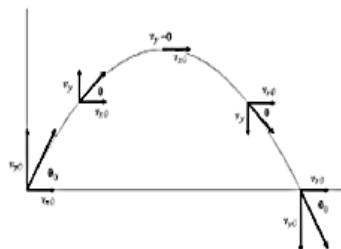
Es el camino o línea que describe un cuerpo durante su movimiento

- A Trayectoria
- B Velocidad
- C Tiempo
- D distancia

Correct: 47%



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 cero - variable

Anexo B. Pre- test 2.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca.

PRE- TEST 2

ASIGNATURA: Física. **FECHA DE APLICACIÓN:** día ____ mes ____ año ____

PROPÓSITO: Identificar dificultades conceptuales y procedimentales propias de las competencias matemáticas y físicas en estudiantes del grado décimo.

1. INTRODUCCIÓN

El taller propuesto aborda los conceptos que se emplean para desarrollar situaciones problema relacionadas con la cinemática en dos dimensiones de la física y los procedimientos analíticos e interpretativos necesarios para su solución. Está dirigido a estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca.

Tiempo estimado: 120 minutos

Recursos: Lápiz, borrador, hoja blanca, calculadora y computador.

2. CONTENIDOS Y PROCESOS

CONTENIDOS	PROCESOS
- Movimiento rectilíneo uniforme - Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado - Razones trigonométricas - Vectores.	Analizar: Situaciones problema relacionados con la física que involucren conceptos matemáticos. Reconocer: Las implicaciones lógicas acerca de las razones trigonométricas necesarias para su aplicación en situaciones problémicas de física. Representar: La situación problema para el correcto análisis trigonométrico. Verificar: La solución planteada y el correcto análisis de situaciones reales que involucren conceptos físicos y matemáticos.

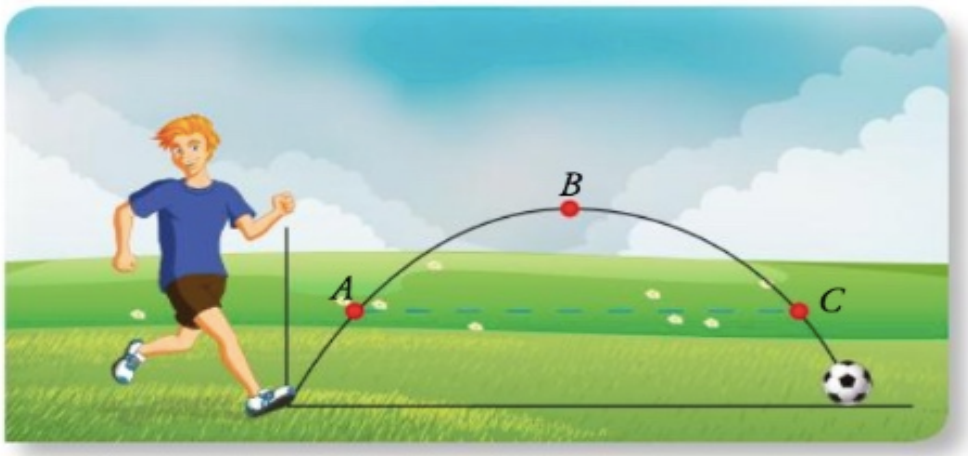
3. DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: A continuación se desarrollan una serie de problemas los cuales debe resolver justificando y argumentando los procesos realizados

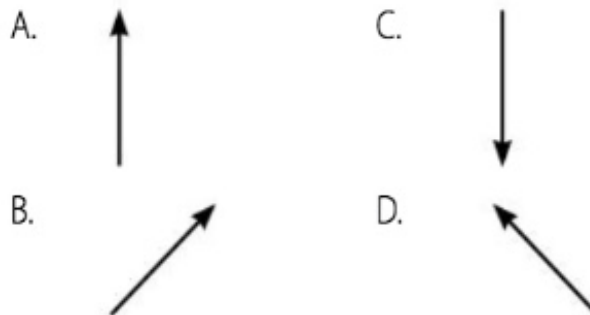
Responde las preguntas 1 y 2 con la siguiente información:

Lee y escoge la opción correcta

La siguiente gráfica muestra la trayectoria seguida por un balón que es pateado por un niño, con velocidad V_0 que forma un ángulo α con la horizontal.



1. El vector que representa la aceleración en el punto A es:

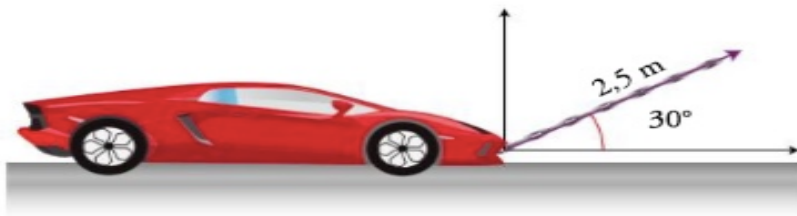


2. Respecto al tiempo que tarda el balón de A hasta B con respecto del tiempo que tarda de B a C, es correcto afirmar

- A. es igual.
- B. Es mayor de A hasta B.
- C. Es mayor de B hasta C.

D. De B hasta C es la mitad que de A hasta B.

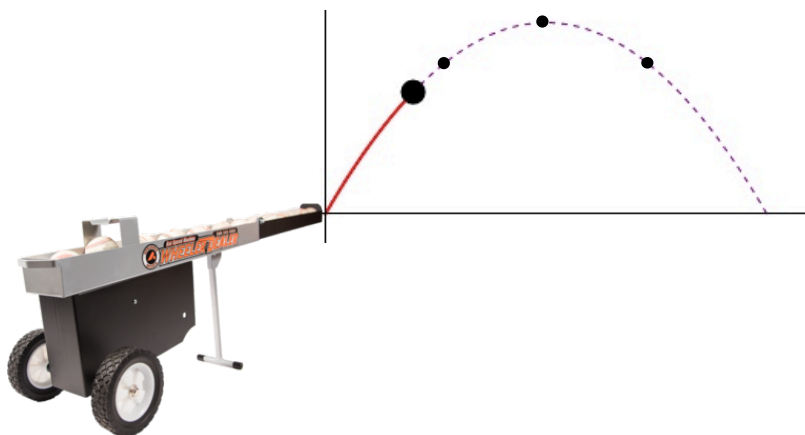
3. Una cadena se amarra a la defensa de un automóvil, como lo indica la ilustración



Las componentes horizontal y vertical de la cadena respectivamente son:
(Recuerde que $\text{Sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$ y $\text{Cos } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$)

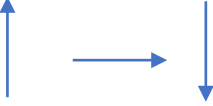
- A. $\frac{6}{3} m$ y $\frac{5\sqrt{3}}{4} m$
- B. $\frac{5}{4} m$ y $\frac{5\sqrt{3}}{4} m$
- C. $\frac{5\sqrt{3}}{4} m$ y $\frac{5}{4} m$
- D. $\frac{5\sqrt{3}}{4} m$ y $\frac{6}{3} m$

4. Una máquina de entrenamiento lanza pelotas de tenis, que describen una trayectoria parabólica como se indica en la figura

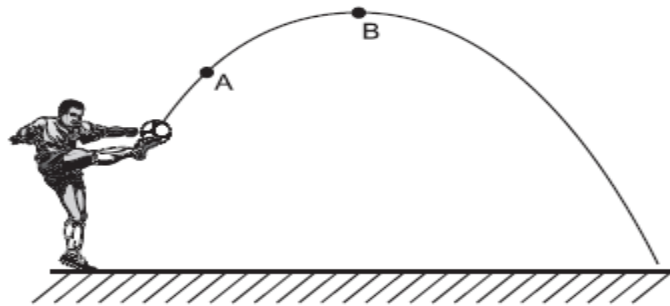


Los vectores que mejor representan la componente horizontal de la velocidad de una pelota en los puntos A, O y B son:

- A. $\longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow$

- B. 
- C. 
- D. 

5. Se patea un balón que describe una trayectoria parabólica como se aprecia en la figura:



La magnitud de la aceleración en el punto A es a_A y la magnitud de la aceleración en el punto B es a_B . Es cierto que:

- A. $a_A < a_B$
 B. $a_A = a_B = 0$
 C. $a_A > a_B$
 D. $a_A = a_B \neq 0$

Responde las preguntas 5, 6 y 7 con verdadero o falso, justificando tu respuesta.

6. En el lanzamiento de proyectiles, el movimiento vertical que lo compone es con velocidad constante ().

Justificación:

7. Para calcular la altura alcanzada por un proyectil en la Tierra es suficiente conocer la velocidad de lanzamiento ().

Justificación:

8. Determina cuál de los siguientes valores no puede representar la norma de un vector.

- A. 14 m
- B. 0 km
- C. -8 m/s
- D. 250 N

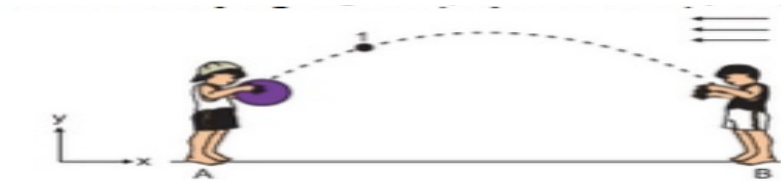
9. De las siguientes magnitudes ¿Cuál es escalar?

- A. El desplazamiento.
- B. La velocidad.
- C. El área.
- D. La aceleración.

10. Dos niños juegan en la playa con una pelota de caucho. El niño A lanza la pelota al niño B, la cual describe la trayectoria mostrada en la figura.

En uno de los lanzamientos, cuando la pelota se encuentra en el punto 1, comienza a soplar un viento lateral que ejerce una fuerza hacia la izquierda sobre la pelota.

Suponiendo que el aire quieto no ejerce ninguna fricción sobre la pelota, el movimiento horizontal de la pelota antes de que haya llegado al punto 1 es:



- a. uniforme
- b. acelerado pero no uniforme
- c. uniformemente acelerado hacia la derecha
- d. Uniformemente acelerado hacia la izquierda.

Anexo C. Situación problema pre-test

PRETEST
Movimiento parabólico

RECUERDA QUE...

El movimiento parabólico es una composición de movimientos en dos dimensiones. Un M.R.U con velocidad constante en el eje horizontal y un M.R.U.A con aceleración constante en el eje

Durante la primera guerra mundial los alemanes tenían un cañón llamado Big Bertha que se usó para bombardear París. Los proyectiles tenían una velocidad inicial de 1,2 Km/s. A una inclinación de 47° con la horizontal. Para dar en el blanco, se hacían ajustes en relación con la resistencia del aire y otros efectos.

- Plantee las ecuaciones específicas del movimiento
- ¿Cuál fue la altura máxima y cuánto tiempo tarde en alcanzarla?
- ¿Cuál era el alcance de los proyectiles? ¿Cuánto tiempo permanecía en el aire?

PASO 1

Comprende el problema.

PASO 2

Elabora un plan y llévalo a cabo.

PASO 3

Verifica y redacta la respuesta.

RECUERDA QUE...

Las ecuaciones generales del movimiento parabólico son:

Las ecuaciones del M.R.U para el eje X.

$$X = x_0 + v_x \cdot t$$

Las ecuaciones del M.R.U.A para el eje Y.

$$v_y = v_{oy} + a_y t$$

$$y = y_0 + v_{oy} t$$

$$+ \frac{1}{2} a_y t^2$$

Fuente. Formato de actividades. Proyecto saberes física 10. Editorial Santillana.

Anexo D. Modelo Diario de campo

Institución Educativa Pública de Floridablanca electricidad	Lugar: Taller de
Profesora: Helga Viviana Almeida	Periodo: 2
<i>Observador:</i> Helga Almeida	Tema: Movimiento
parabólico	
Área: Física	Competencia:
Interpretación	
Actividad: Resolver un problema de física utilizando la matemática	

REGISTRO NOTAS DE CAMPO

Situación: _____ **fecha.** _____ **Día** _____

Mes _____

¿Dónde tuvo lugar la observación?

¿Quién estaba presente?

¿Qué interacciones sociales tuvieron lugar?

¿Cómo era el ambiente físico?

¿Qué interacciones sociales tuvieron lugar?

¿Qué actividades se realizaron?

Otra información descriptiva

Comentarios e interpretaciones subjetivas del observador, valoraciones

Anexo E. Diseño de secuencia didáctica 1.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca.

TEMÁTICA: Presentación conceptual y desarrollo procedimental individual

CONTENIDOS: Sistema de unidades, Vectores, conceptualización del movimiento.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA Y NÚMERO DE SESIONES PREVISTAS: La duración de la secuencia fue de 8 horas distribuidas en dos días.

PROPÓSITO: Contribuir al mejoramiento de las competencias básicas de los estudiantes y analizar los factores que inciden en sus logros a partir de la construcción de explicaciones conceptuales sobre el mundo natural, por medio de la observación, formulación de preguntas, identificación de variables, organización y análisis de resultados, permitiéndoles formular y diseñar sus propias preguntas.

ACTIVIDADES DE APERTURA: Para fomentar el clima de aprendizaje se inició la sesión con la formulación de una serie de interrogantes sobre los conceptos que se tratarían en la secuencia, éstos reaccionaron trayendo a su pensamiento diversas informaciones que ya poseían, sea por su formación escolar previa o por su experiencia cotidiana. Al inicio de la sesión se plantearon preguntas para conocer la noción de vector que utiliza activamente la destreza mental de posicionar un objeto y moverlo entre dos puntos.

En la clase se realizaron preguntas a los estudiantes sobre determinados ejemplos cotidianos de vectores y su representación, activando sus presaberes y

permitiendo conocer la capacidad de ubicación espacial de los estudiantes en relación a un sistema de coordenadas. Se presentó un video para afianzar los conocimientos construidos a partir de la información y la discusión de la misma.

Posterior a este proceso de indagación se construyó por medio de la discusión el concepto de vector y se ejemplificaron otros conceptos necesarios para el movimiento parabólico como velocidad, aceleración, gravedad, trayectoria determinando las razones por las cuales se consideran magnitudes vectoriales y magnitudes escalares.

Se retomó la suma vectorial revisada en el periodo académico anterior y la conversión de unidades, ya que son saberes necesarios para la comprensión del movimiento a estudiar.

ACTIVIDADES DE DESARROLLO: Para lograr la interacción del estudiante con la nueva información, se tiene en cuenta la indagación de pre saberes, la explicación del docente y la discusión en el aula.

Se formularon 3 situaciones problema para ser resueltas de manera individual en el formato de actividades de la editorial Santillana. La fuente de información fue la exposición docente y la discusión realizada a partir de las preguntas y los ejercicios desarrollados inicialmente.

La actividad tuvo los siguientes parámetros:

- PRESENTACIÓN DEL MÉTODO:

Se presentaron 3 situaciones problema de movimiento, análisis e interpretación de componentes vectoriales que se desarrollaron de manera individual y se resolvieron en el formato de actividades.

- SOLUCIÓN INDIVIDUAL DEL PROBLEMA:

Posteriormente se entregan los ejercicios y se brinda el espacio para el desarrollo individual; en los problemas planteados el estudiante tuvo que aplicar los

conceptos de vector, la conversión de unidades y poseer los saberes de física y matemáticas necesarios para la resolución de los ejercicios.

- **AJUSTES PROCEDIMENTALES:** Este descubrimiento de errores y aciertos, permite afianzar los conceptos preestablecidos y los obtenidos en el aula de clase para reforzar los conocimientos o para desaprender y aprender los conceptos empleados en el ejercicio teórico.

ACTIVIDADES DE CIERRE:

Las actividades de cierre se realizan con la finalidad de lograr una integración del conjunto de tareas desarrolladas, permiten realizar una síntesis del proceso y del aprendizaje desarrollado. A través de ellas se busca que el estudiante logre reelaborar la estructura conceptual que tenía al principio de la secuencia, reorganice su estructura de pensamiento a partir de las interacciones que ha generado con las nuevas interrogantes y la información a la que tuvo acceso. La actividad de consiste en reconstruir información a partir de determinadas preguntas planteadas por el docente a las cuales los estudiantes proponen soluciones, ya que se busca que los alumnos cuenten con un espacio de acción intelectual y de comunicación y diálogo entre sus pares.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE:

Reportes interpretativos de evolución en el diario de campo en cada una de las etapas y apropiación de los saberes aprendidos.

RECURSOS:

Se emplearon recursos bibliográficos, textos, tesis de grado y videos para determinar los conceptos y ejercicios más adecuados para comprender los saberes propios de la física y la matemática, basados en trabajos de investigación similares en cuanto a estructura y referentes teóricos.

Anexo E-1. Situación problema 1.

SECUENCIA DIDÁCTICA 1

Situación problema 81.

RECUERDA QUE...

Las razones trigonométricas de ángulos agudos son importantes en el planteamiento de la descomposición vectorial en sus componentes.

La representación correcta de un vector sigue la siguiente forma

$$\vec{v} = (v_x, v_y)$$

Una cadena se amarra a la defensa de un automóvil, como lo indica la ilustración.

-Calcula las componentes horizontal y Vertical de la cadena.



PASO 1

Comprende el problema.

PASO 2

Elabora un plan y llévalo a cabo.

PASO 3

Verifica y redacta la respuesta.

RECUERDA QUE...

Los valores de seno y coseno para ángulos de 30° son $\frac{1}{2}$ y $\frac{\sqrt{3}}{2}$ respectivamente.

Todo vector en un plano ~~xy~~ se puede expresar como la suma de sus componentes horizontal y vertical.

Fuente. Formato de actividades. Proyecto saberes física 10. Editorial Santillana.

Anexo F. Diseño de Secuencia didáctica 2.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca.

SECUENCIA 2: Modelo matemático del movimiento parabólico

TEMÁTICA: Situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Floridablanca.

CONTENIDOS: Deducción de las fórmulas matemáticas para la comprensión del movimiento parabólico.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA Y NÚMERO DE SESIONES PREVISTAS: La duración de la secuencia fue de 8 horas distribuidas en dos secciones.

PROPÓSITO: La finalidad de esta secuencia consistió en que los estudiantes construyeran representaciones de conceptos y procesos de un modelo en lenguaje matemático y que pudieran dar razón de problemas de física para refutarlos, validarlos y argumentar del por qué o cómo se llega a dichas conclusiones.

ACTIVIDADES DE APERTURA: El modelar es un concepto básico de la investigación que fomenta la resolución de problemas y la creación de modelos que conforman el eje central de las competencias a desarrollar en la asignatura de física.

La creación de modelos y la resolución de problemas están estrechamente relacionadas 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 la encontrada en el portal de Eduteka como: Cuerpos coherentes de ideas que pretenden describir procesos o comportamientos observados en el mundo de los fenómenos físicos.³⁷

Por tal razón, teniendo en cuenta la importancia del modelamiento para realizar predicciones de fenómenos físicos, se inició esta secuencia con el desarrollo teórico del tema por medio de una clase en el aula, con videos donde se evidencie el movimiento parabólico por medio de escenas y video juegos conocidos por los estudiantes; de tal manera que el estudiante identificara el movimiento y expusiera sus ideas frente al grupo, se hicieran deducciones y se llegara a la construcción del concepto de movimiento parabólico, estableciendo condiciones, definiciones, variables del movimiento y problemas similares de la vida cotidiana, y finalmente se expuso un ejemplo ilustrativo de una situación problema.

En este momento, a través de los procesos planteados anteriormente de asimilación de la nueva información, los conceptos previos existentes en la estructura cognitiva y su respectiva modificación para adquirir nuevos significados, da lugar a una elaboración jerárquica de los conceptos posibilitando una nueva organización y atribución de un nuevo significado.

Posteriormente, se inicia la deducción matemática de las ecuaciones que describen el movimiento parabólico ya que se buscaba desmontar la creencia generalizada que la física consiste en aplicar fórmulas.

La física puede interpretarse a partir de pocas definiciones generales y estudiar casos particulares obteniendo fórmulas concretas para cada problema; no es necesaria la memorización sino la comprensión, la forma de obtención y la

³⁷PORTAL EDUTEKA. Concepción de modelamiento y modelo. Universidad ICESI. Colombia 2006.

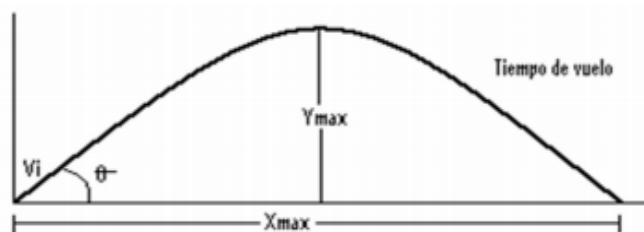
aplicación al desarrollo de casos específicos; como ocurre en la cinemática donde es necesario conocer las definiciones de velocidad y aceleración.

Por lo anteriormente mencionado se realizó la deducción de las ecuaciones del movimiento con el fin de evitar la memorización de fórmulas y por el contrario fomentar la interpretación y comprensión de nociones físicas a partir de la modelación con lenguaje matemático de problemas de las ciencias naturales.

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).

La siguiente gráfica describe el movimiento de un cuerpo cuando es lanzado con cierta velocidad inicial formando un ángulo con la horizontal medido en sentido contrario a las manecillas del reloj, también se muestra el alcance y altura máximos.



Las ecuaciones presentadas asociadas al movimiento parabólico no podían ser generalizadas porque variaban de acuerdo a las condiciones del problema, por tal razón, se hizo énfasis en el análisis particular de cada situación para deducir de forma correcta las ecuaciones necesarias para describir el movimiento parabólico.

Una vez deducidas las fórmulas se prosiguió al planteamiento de un problema para ser desarrollado entre el docente y los estudiantes con el fin de afianzar los conocimientos y detectar dudas conceptuales o procedimentales en los estudiantes.

Por otra parte, se deben tener en cuenta dos aspectos importantes, el primero corresponde a la velocidad, ya que por tratarse de un vector se pueden obtener sus componentes rectangulares que corresponden a $V_x = V \cos \theta$ y

$V_y = V \sin \theta$ Si tomamos un eje X horizontal y un eje Y vertical, comprobamos que en eje X tenemos un m.r.u (no hay fuerza, $a=0$), y en el eje Y un m.r.u.a (si consideramos el peso constante, obtenemos la aceleración = gravedad = cte). Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se obtienen las ecuaciones de lanzamiento:

Eje X (M.R.U)

$$V_x = V_{ox} = Cte$$

$$x = x_o + v_x t = x_o + v_{ox} t$$

Eje Y (M.R.U.A)

$$v_y = v_o + at$$

$$y = y_o + v_{oy} t + \frac{1}{2} at^2$$

Donde

V_{ox} = Velocidad inicial en X

V_{oy} = Velocidad inicial en Y

a = Aceleración

Partiendo de estas ecuaciones es posible resolver cualquier tipo de problema sustituyendo solo las condiciones iniciales del problema.

Matemáticamente recibe el nombre de movimiento parabólico porque al convertir las ecuaciones de posición en función del tiempo $x(t)$ y $y(t)$ en una ecuación $y = y(x)$ eliminando el parámetro de tiempo como se muestra a continuación, se obtiene una ecuación del tipo $y = Ax^2 + Bx + C$ la cual describe una parábola referente a la trayectoria de un cuerpo.

$$x = x_o + v_{ox}t \quad t = \frac{x-x_o}{v_{ox}}$$

$$y = y_o + v_{oy}t + \frac{1}{2}at^2$$

$$y = y_o + v_{oy}\left(\frac{x-x_o}{v_{ox}}\right) + \frac{1}{2}a\left(\frac{(x-x_o)^2}{v_{ox}^2}\right) \text{ PARÁBOLA}$$

Partiendo de unos parámetros y condiciones iniciales se pueden deducir formulas del movimiento:

En el origen $x_o = y_o = 0$ y proyectando V_o sobre los ejes, se obtiene

$$v_{ox} = v_o \cos(A) \quad v_{oy} = v_o \sin(A)$$

Donde la aceleración = (-) gravedad

Por lo tanto,

$$x = v_o \cos(A) t$$

$$v_y = v_o \sin(A)(-g)t$$

$$y = y_o + v_o \sin(A)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Para calcular la altura y el alcance máximo conociendo que $v_y = 0$ se obtiene,

$$0 = v_o \sin(A) - gt \quad \longrightarrow \quad t = \frac{v_o \sin(A)}{g}$$

En ese instante la altura será

$$y = (v_o \sin(A))\left(\frac{v_o \sin(A)}{g}\right) - \frac{1}{2}g\left(\frac{v_o \sin(A)}{g}\right)^2$$

$$y_{max} = \frac{v_o^2 \sin^2 A}{2g}$$

Para el alcance máximo se conoce que la altura es $y=0$

$$0 = v_o \sin(A)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{con } t = 0 \text{ en el punto inicial}$$

$$v_o \sin(A) - \frac{1}{2}gt = 0 \quad \longrightarrow \quad t = \frac{2v_o \sin(A)}{g}$$

En ese momento el alcance será:

$$x_{max} = \frac{(2v_o \cos(A))(v_o \sin(A))}{g}$$

Sabiendo que $\sin(2A) = 2\sin A \cos A$ entonces,

$$x_{max} = \frac{v_o^2 \text{sen}(2A)}{g}$$

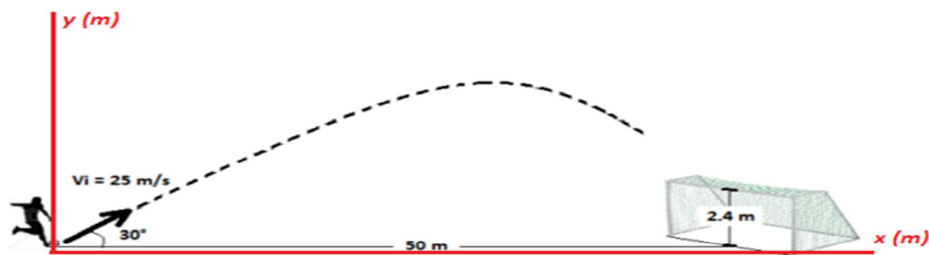
Las ecuaciones presentadas asociadas al movimiento parabólico no pueden ser generalizadas porque varían de acuerdo a las condiciones del problema, por tal razón, se hace énfasis en el análisis particular de cada situación para deducir de forma correcta las ecuaciones necesarias para describir el movimiento parabólico.

Una vez deducidas las fórmulas se prosigue al planteamiento de un problema para ser desarrollado entre el docente y los estudiantes con el fin de afianzar los conocimientos y detectar dudas conceptuales o procedimentales en los estudiantes.

EJERCICIO 1.

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.

ACTIVIDADES DE DESARROLLO:

Para hacer énfasis en las competencias científicas y matemáticas, es decir, que el estudiante desarrolle la capacidad de construir explicaciones, comprenda modelos, cree estrategias, soluciones, interpretaciones y representaciones en situaciones problemáticas, dando razones del porqué o del cómo se llegó a estas, reflexionando sobre las inconsistencias encontradas una vez realizada la socialización, se planteó un trabajo grupal de ejercicios propuestos por el docente en el cual los estudiantes debían plantear diferentes estrategias de interpretación, solución y determinar inconsistencias en la resolución del problema al comparar sus respuestas con los demás grupos; cada equipo expuso sus resultados y llegaron a un acuerdo sobre la respuesta adecuada y el procedimiento más acertado para cada planteamiento.

Además, se plantearon actividades en el formato de actividades que se encuentra seccionado en comprensión del problema, elaboración y ejecución del plan y verificación y respuesta.

La actividad tuvo los siguientes parámetros:

- PRESENTACIÓN DEL MÉTODO:

Los problemas iniciales se encuentran en el anexo 18 que se plantearon en el formato de actividades.

- SOLUCIÓN DEL PROBLEMA:

Posteriormente se entregaron los ejercicios y se brindó el espacio para el desarrollo individual y la lectura de las respuestas; en los ejercicios planteados el estudiante tuvo que aplicar los conceptos desarrollados en la actividad de apertura

y deducir las ecuaciones particulares para cada ejercicio de acuerdo a la interpretación de la información suministrada.

- **AJUSTES PROCEDIMENTALES:** Para afianzar los conocimientos es necesario crear un ambiente de discusión donde los grupos de estudiantes expusieran y defendieran sus procedimientos y respuestas, para posteriormente hacer los ajustes necesarios y corregir errores tanto conceptuales como procedimentales.

ACTIVIDADES DE CIERRE:

Las actividades de cierre se realizaron con la finalidad de lograr una integración del conjunto de tareas desarrolladas, permitiendo realizar una síntesis del proceso y del aprendizaje desarrollado. A través de ellas se buscaba que el estudiante lograra reelaborar la estructura conceptual que tenía al principio de la secuencia, reorganizando su estructura de pensamiento a partir de las interacciones que se generaron con las nuevas interrogantes y la información a la que tuvo acceso. La actividad consistió en reconstruir información a partir de determinadas preguntas planteadas por el docente a las cuales se da solución pequeños grupos de trabajo, ya que se buscaba que los alumnos cuenten con un espacio de acción intelectual y de comunicación y diálogo entre sus pares.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE:

Reportes de la evolución por medio del diario de campo y análisis de los datos obtenidos en el formato de actividades.

RECURSOS:

Se emplearon textos, tesis de grado y videos para determinar los conceptos y ejercicios más adecuados para comprender los saberes propios del movimiento parabólico y su interpretación por medio del lenguaje matemático.

ACTIVIDAD DE REFUERZO:

Teniendo en cuenta que en las secuencias 1 y 2 se evidenciaron dificultades persistentes se planteó una situación problema adicional con el fin de aclarar dudas y afianzar conocimientos y poder continuar con la intervención.

SECUENCIA DIDÁCTICA 2

A diagram showing a person standing next to a tree on a bank. A projectile is launched from the top of the tree at an angle and follows a parabolic path to land in a river. The text $u = 40 \text{ ms}^{-1}$ is written near the launch point.

[illegible][illegible][illegible]

155

Anexo F-2. Secuencia didáctica 2. Grupal



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Floridablanca.

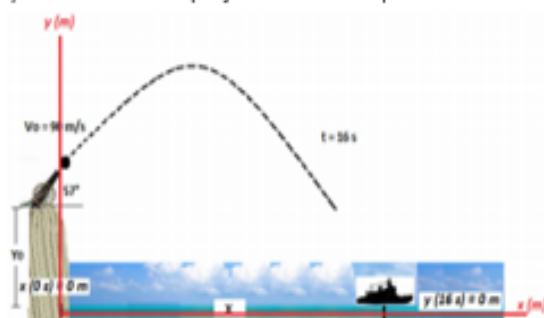
SECUENCIA 2

ASIGNATURA: Física. **FECHA DE APLICACIÓN:** día ____ mes ____ año ____

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:

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

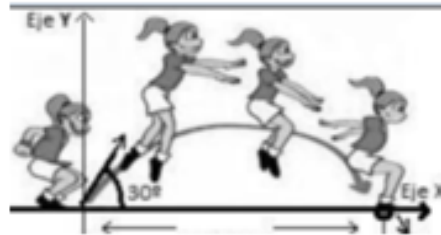


- a. 884.15, 64.56, 87.66
- b. 784.16, 46.72, 96.63
- c. 467.11, 66.77, 99.65
- d. 148.44, 44.12, 95.31

2. Un atleta que ejecuta un salto de longitud, deja el suelo con una rapidez de 10 m/s y en un ángulo de 25° respecto a la horizontal. Determinar el tiempo que el atleta permanece en el aire, la distancia que recorre el atleta y la altura máxima que alcanza.

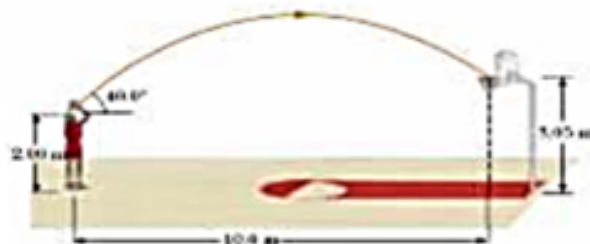
- a. R= 0,431 s; 7, 81 m; 0,911 m.
- b. R= 4,31s; 78 m; 91,1m
- c. R= 34.1s; 87 m; 81 m
- d. R= 0, 33s; 8,6m; 0.81

3. Un atleta realiza un salto de 800 cm cuando lo hace con un ángulo de 30° con la horizontal. Calcular la velocidad inicial y la altura máxima que alcanza respectivamente es



- a. 9.6m/s y 1.15m
- b. 1.15m/s y 9.6m
- c. 10.6 m/s y 2.5m
- d. 11.5m/s y 9.6m

4. Un jugador de baloncesto que mide 2 m de estatura está de pie sobre el piso, a 10 m del aro. Si lanza el balón a un ángulo de 40° con la horizontal, calcule la rapidez inicial que debe lanzarlo para que pase por claro sin tocar el tablero. La altura de la canasta es 305 cm



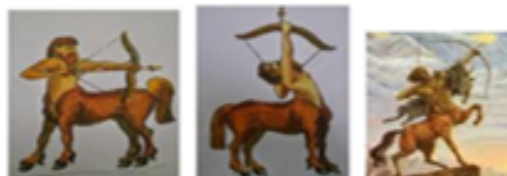
- a. 10.67
- b. 11.57
- c. 9.8
- d. 9.67

5. Una pelota de fútbol 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 de si la pelota sube o baja

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



- a. 15°
- b. 30°
- c. 45°
- d. 60°

I

Diagram illustrating a projectile launched from a height of 4.0 m with an initial velocity of 40 m/s at a 30-degree angle. The path is a dashed parabola reaching a maximum height of 8.0 m. A building is shown in the background.

- 158

[illegible][illegible][illegible]

159

Anexo I. Diseño secuencia didáctica 3.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca.

TEMÁTICA: Situaciones problema para simular y resolver con el software interactivo Phet.

CONTENIDOS: Construcción de modelos matemáticos y exploración mediante animaciones, gráficos y tablas. A través de expresiones algebraicas y ecuaciones los estudiantes experimentarán visual e interactivamente con modelos y animaciones que permiten la comprensión de los fenómenos y sus distintas representaciones.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA Y NÚMERO DE SESIONES PREVISTAS: La duración de la secuencia fue de 8 horas distribuidas en dos fases, en la primera se explicó el software interactivo Phet, se realizaron actividades de análisis grupales y en la segunda sesión se propuso un taller para resolver nuevamente en grupos pero con mayor grado de complejidad; finalmente, los grupos expusieron sus resultados y compartirán su experiencia, ya que se buscaba que los estudiantes tengan un espacio de proposición de las estrategias aplicadas y la reflexión mediante el dialogo con sus pares.

PROPÓSITO: La finalidad de esta secuencia fue que los estudiantes en sus grupos de trabajo comprendieran, construyeran, propusieran y diseñaran estrategias para solucionar problemas que puedan surgir en la vida cotidiana y sean susceptibles de tratamiento matemático. El estudiante desarrollará la

capacidad de seleccionar y verificar la pertinencia de soluciones propuestas a problemas determinados, y análisis desde diferentes estrategias de solución.

ACTIVIDADES DE APERTURA:

Se formaron grupos de tres estudiantes quienes revisaron las actividades iniciales de análisis propuestas en el simulador Phet; inicialmente se implementó el uso del software ya que este de una manera sencilla y gráficamente llamativa permitió a los estudiantes verificar los resultados obtenidos en las secuencias anteriormente realizadas, observando de manera particular el comportamiento de los elementos característicos, velocidad inicial y sus componentes, ángulo de elevación, identificación de variaciones y los cambios dados en la trayectoria, la altura y el alcance. El hecho de poder observar cómo se describe punto a punto el movimiento de un proyectil al utilizar diferentes materiales y masas permitió consolidar las características de los elementos del movimiento parabólico.

Mediante el enlace https://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_es.html se sugirió a los estudiantes ingresar, jugar y tomar en cuenta los parámetros anteriormente mencionados y que tomaran notas de lo que consideren necesario, se les entregó una guía para realizar una representación gráfica acorde a lo visto en el primer simulador.

La implementación de software en la secuencia didáctica complementó la contextualización de los procesos de aprendizaje y la modelación de la realidad, el aumento del interés y significatividad del aprendizaje de los conceptos físicos y matemáticos.

Una vez realizado el trabajo en grupo se procedió al análisis y comparación de respuestas entre los equipos, y entre ellos determinar errores en los planteamientos, en los conceptos y procedimientos, para entre todos confirmar y verificar los nuevos conocimientos y proponer alternativas de solución e interpretación de los resultados.

ACTIVIDADES DE DESARROLLO:

Para hacer énfasis en que los estudiantes comprendan, construyan, propongan y diseñen estrategias para solucionar problemas susceptibles de tratamiento matemático, se implementó un taller grupal en el software interactivo Phet en el cual se diseñan escenas en las cuales el estudiante puede interactuar con la simulación, hacer experiencias de situaciones de movimiento y manipular variables o parámetros que dan riqueza a los significados obtenidos. Para este caso se utilizó para el tiro parabólico de un objeto cambiando algunos parámetros como altura de lanzamiento, velocidad de salida del objeto y ángulo.

En las situaciones planteadas en esta secuencia se permite transitar desde los aspectos físicos de un movimiento de proyectiles y llegar a la descripción de la situación.

Para comprender el movimiento parabólico el estudiante debía poseer los lenguajes que se presentan a continuación:

1. Verbal: conceptos, proposiciones y argumentos para justificar.
2. Gráfico: Representaciones gráficas de las trayectorias del movimiento de un proyectil en el plano cartesiano, a partir de la función cuadrática o de las ecuaciones paramétricas del movimiento.
3. Numérico: Construcción de tablas de posiciones X y Y del proyectil para diferentes valores de tiempo t , en el caso de las representaciones paramétricas o tablas de los valores de las posiciones X y Y derivadas de la función cuadrática que representa el movimiento.
4. Analítico: Representación algebraica de las ecuaciones del movimiento en su forma paramétrica o cartesiana.

El conjunto de actividades didácticas propuestas tuvo como finalidad principal la resolución de problemas en situaciones físicas, relacionadas con el Movimiento de Projectiles. De la realización de las mismas se esperaba que originaran que los estudiantes adquirieran un sistema de prácticas eficaces para analizar, interpretar y resolver problemas en este contexto, lo cual es equivalente a decir que han logrado enriquecer el significado de los objetos matemáticos denominados parábola y función cuadrática.

AJUSTES PROCEDIMENTALES:

Finalizada la comparación de respuestas se hacen las respectivas aclaraciones con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos y aquellos que fueron modificados.

ACTIVIDADES DE CIERRE:

Las actividades de cierre se realizaron con la finalidad de lograr una integración del conjunto de tareas desarrolladas, permitiendo realizar una síntesis del proceso y del aprendizaje desarrollado. A través de ellas se buscó que el estudiante lograra reelaborar la estructura conceptual que tenía al principio de la secuencia, reorganizara su estructura de pensamiento a partir de las interacciones que ha generado con las nuevas interrogantes y la información a la que tuvo acceso. La actividad consistió en la elaboración de la socialización de su experiencia para que los estudiantes contaran con un espacio de exposición y proposición de las estrategias aplicadas y la reflexión mediante el dialogo con sus pares.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE:

Reportes de la evolución por medio del diario de campo y análisis de resultados en los talleres PhET.

RECURSOS:

Se empleó la simulación PhET, además de contar con la orientación de diferentes tesis de grado, textos y videos para determinar los conceptos y ejercicios más

adecuados para comprender los saberes propios del movimiento parabólico y su interpretación por medio del lenguaje matemático.

Anexo I-1. Secuencia didáctica 3. Simulador PhET.

SECUENCIA 3

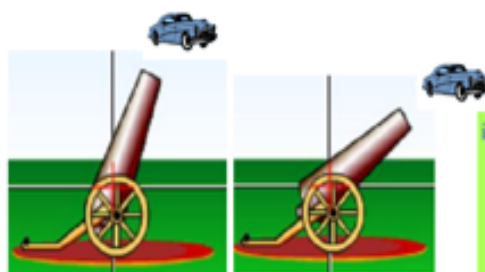
AUTOR: Helga Viviana Almeida Sánchez

PROYECTO: situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Floridablanca

ASIGNATURA: Física. **FECHA DE APLICACIÓN:** día ____ mes ____ año ____

ACTIVIDAD 1:

1. Imaginen que su grupo fue escogido para un lanzamiento de un misil contra una base enemiga, pero solo tienen una oportunidad de dar en el blanco o serán descubiertos y su misión fallará. ¿Qué tendrían en cuenta para que esta misión sea exitosa?, determine los efectos en el lanzamiento de un proyectil al variar las condiciones iniciales, explique las predicciones que realiza para el lanzamiento de un proyectil, ¿Cómo afecta la velocidad en el eje horizontal y vertical? ¿Es la misma velocidad? ¿Hay alguna diferencia? ¿Cómo afecta el rozamiento con el aire al movimiento? ¿Cómo afecta la gravedad al movimiento?
2. Dadas las condiciones responda según su experiencia y conocimientos:



Velocidad inicial: 18 m/s

Masa (kg): 100

Diámetro: 0,5

Ángulo variable: 45° y 90°

¿Cuál carro llegará más lejos o ambos llegarán al mismo tiempo? ¿Cuál estará en el aire más tiempo?

¿Cuál carro llegará más alto?



¿Cuál llegará más lejos?

¿Cuál volará más alto?



¿Cuál llegará más lejos?

¿Cuál es la diferencia que observa al emplear en el ejercicio la resistencia del aire?

TIRO PARABÓLICO

SIMULACION: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/projectile-motion>

NOMBRES: _____

- Abrir la simulación, colocar el blanco a 15 m del cañón.
- Seleccionar el tipo de proyectil: (NO seleccionar Resistencia del aire), apuntar el cañón de manera de tratar de dar en el BLANCO, registrando los valores en la tabla:

DATOS	1º INTENTO	2º INTENTO	3º INTENTO
Proyectil:			
Masa (kg)			
Velocidad Inicial (.....)			
Angulo (.....)			
Alcance (.....)			
Altura (.....)			
Tiempo para alcanzar altura máxima (.....)			
Tiempo total (.....)			

RESPONDER:

- 1) ¿Si se aumenta el ángulo, el proyectil llega más cerca o más lejos?
- 2) ¿Con qué ángulo se obtiene el mayor alcance?
- 3) ¿Con qué ángulo se obtiene la mayor altura? ¿Cómo se llama ese movimiento?
- 4) ¿Si se aumenta la velocidad, el proyectil llega más cerca o más lejos?
- 5) ¿Cree que el alcance (distancia horizontal) en un movimiento parabólico depende de la masa del cuerpo que lo describe? Emplear la simulación para verificar la respuesta, cambiando el objeto a lanzar. (registrar los valores obtenidos)
- 6) ¿Cree que la distancia vertical (altura máxima) de un objeto depende de la masa? Emplear la simulación para verificar la respuesta, cambiando el objeto a lanzar. (registrar los valores obtenidos)
- 7) Averiguar cuál es la gravedad en Júpiter y lanzar una pelota de fútbol en ese lugar. Compararla con la misma pelota (lanzada a la misma velocidad y con el mismo ángulo en la tierra). Registrar los valores de alcance y altura máxima y escribir las conclusiones obtenidas con respecto a la influencia de la gravedad en el tiro parabólico.
- 8) Averiguar cuál es el record nacional de lanzamiento de jabalina. Colocar el blanco de la simulación a esa distancia y con la ayuda de la simulación determinar la velocidad y el ángulo de lanzamiento. Luego cambiar los valores de la gravedad (manteniendo la velocidad obtenida) y completar la tabla:

DATOS	Alcance ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	Alcance ($g = 7 \text{ m/s}^2$)	Alcance ($g = 15 \text{ m/s}^2$)
Velocidad de lanzamiento..... ángulo.....			

Escribir conclusiones sobre el efecto que produce en el tiro parabólico, de la gravedad del lugar donde se realiza.

¿Dónde será mejor tratar de batir un record en lanzamiento de jabalina cerca de los polos o cerca del Ecuador? (Averiguar los valores de la gravedad en esos lugares).

- 9) Lanzar un humano a una velocidad de 10 m/s y con un ángulo de 35° y calcular con las fórmulas correspondientes (verificando los resultados con la simulación):
 - a. Tiempo que tarda en alcanzar la altura máxima.
 - b. Tiempo que tarda en tocar tierra.
 - c. Altura máxima.
 - d. Alcance.
 - e. Velocidad vertical, velocidad horizontal y velocidad resultante a los $1,2 \text{ s}$.
 - f. Posición vertical a los $1,2 \text{ s}$. y posición horizontal a los $1,2 \text{ s}$.
 - g. Hacer un gráfico aproximado con la trayectoria del proyectil y marcar la posición a los $1,2 \text{ s}$ y los vectores velocidad en ese tiempo.
- 10) ¿Qué tipo de movimiento realiza un proyectil en dirección horizontal? (MRU o MRUV) ¿Por qué?
- 11) ¿Qué tipo de movimiento realiza un proyectil en dirección vertical? (MRU o MRUV) ¿Por qué?
- 12) ¿Cuál de los dos movimientos está influenciado por la gravedad, el horizontal o el vertical?

Fuente. Adaptación Guía de Trabajo PhET Interactive Simulations. Physics Education Technology Project University of Colorado Boulder. 2002

Anexo J. Post-test



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

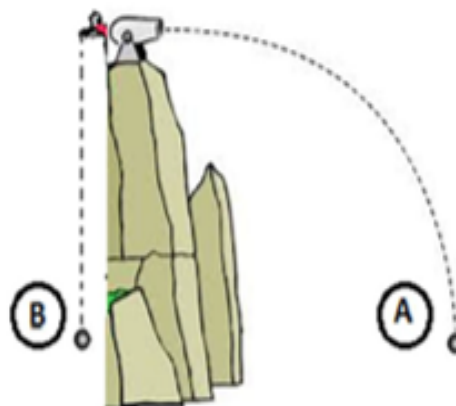
POST TEST

Nombre: _____ Fecha: _____

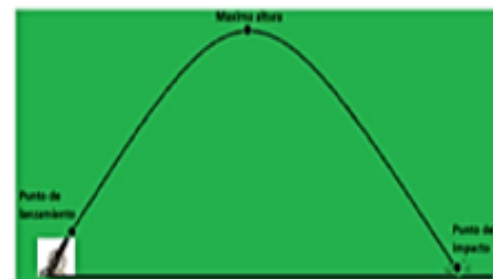
Instrucciones: A continuación se desarrollan una serie de problemas los cuales debe resolver justificando y argumentando los procesos realizados.

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

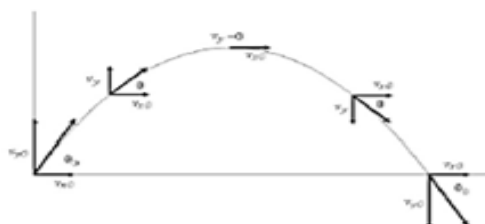


2. En el tiro parabólico la mínima velocidad sucede
- a. En el punto de lanzamiento
 - b. En la altura máxima
 - c. No hay velocidad mínima. Siempre es la misma
 - d. En el punto de impacto.



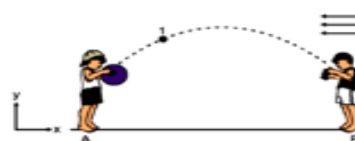
3. El movimiento de un proyectil en "el vacío" resulta de la composición de:
- a. MRU- MRU
 - b. MRUA- MRUA
 - c. MRU- MRUA
 - d. MRUA Solamente

4. Las componentes de la velocidad en un tiro parabólico son tales que la velocidad horizontal es _____ y la velocidad vertical es _____
- Constante- constante
 - Constante- Variable**
 - Variable – Variable
 - Variable- Constante



5. 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:
- Llega primero el cuerpo A
 - Llega primero el cuerpo B
 - Depende de la velocidad de lanzamiento del cuerpo A
 - Ambos cuerpos llegan iguales**

6. Dos niños juegan en la playa con una pelota de caucho. El niño A lanza la pelota al niño B, la cual describe la trayectoria mostrada en la figura. En uno de los lanzamientos cuando la pelota se encuentra en el punto 1, comienza a soplar un viento lateral que ejerce una fuerza hacia la izquierda sobre la pelota. Suponiendo que el aire quieto no ejerce ninguna fricción sobre la pelota, el movimiento horizontal de la pelota antes de llegar al punto 1 es
- Uniforme
 - Acelerado pero no uniformemente
 - Uniformemente acelerado hacia la derecha
 - Uniformemente acelerado hacia la izquierda**

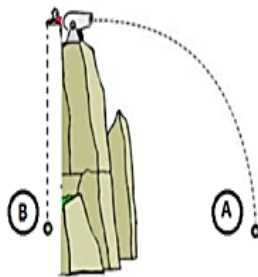
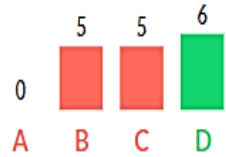


7. A partir del instante 1 el movimiento horizontal de la pelota
- No sufrirá cambios
 - Tendrá velocidad nula
 - Tendrá velocidad constante
 - Tendrá velocidad decreciente.**
8. Un proyectil fue lanzado con cierto ángulo con respecto a la horizontal. Sin tomar en cuenta la resistencia del aire ¿Cuál es su aceleración vertical?
- Su aceleración vertical es cero porque el proyectil sube en contra de la gravedad en la primera parte del movimiento
 - Su aceleración vertical es la gravedad porque la fuerza de gravedad es la aceleración de un cuerpo que se deja caer o se lanza hacia arriba
 - La aceleración en el eje vertical depende únicamente de la medida de su velocidad inicial.
 - En el eje vertical, la aceleración depende únicamente del ángulo de tiro con respecto a la horizontal
9. En un tiro parabólico prescindiendo del rozamiento con el aire, se verifica que
- La aceleración que actúa es desconocida.
 - El movimiento sobre el eje horizontal es uniformemente acelerado.
 - La componente vertical de la velocidad se hace nula en el punto de máximo alcance horizontal.
 - El ángulo de lanzamiento no se relaciona con el alcance horizontal.**
10. La aceleración horizontal del proyectil corresponde a:
- Es de igual magnitud que la aceleración para el eje vertical.
 - Únicamente depende de la función coseno del ángulo de tiro.
 - Su aceleración es cero porque la velocidad en el eje horizontal no varía.
 - La aceleración corresponde a $9,8 \text{ m/seg}^2$.**

POSTEST GRUPO EXPERIMENTAL

Correct: 38%

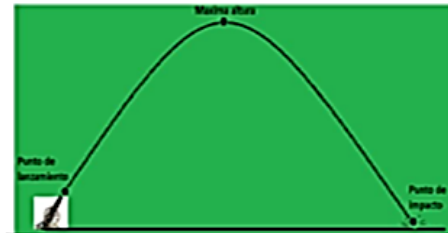
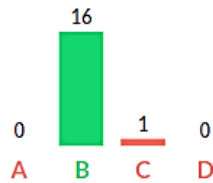
Desde un acantilado se lanza horizontalmente un cuerpo A, con cierta velocidad inicial y simultáneamente se deja caer desde el mismo punto un cuerpo B ocurre que



- A llega primero el cuerpo A
- B llega primero el cuerpo B
- C depende de la velocidad de...
- D ambos cuerpos llegan iguales

Correct: 94%

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...

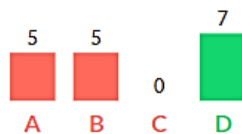


- A a
- B b
- C c
- D d

Activar Wind

Correct: 41%

3. La velocidad de un proyectil en un vuelo parabólico siempre es _____ a la trayectoria. a. Paralela b. Perpendicular c. Tangente d. Secante



- A a
- B b
- C c
- D d

Correct: 56%

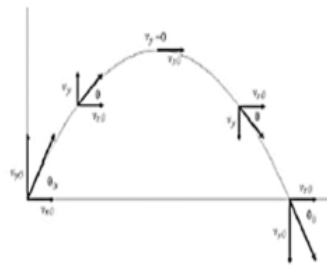
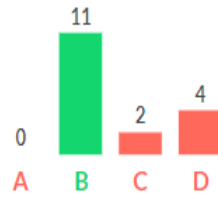
4. El movimiento de un proyectil en "el vacío" resulta de la composición de: a. MRU- MRU b. MRUA- MRUA c. MRU- MRUA d. MRUA Solamente



- A a
- B b
- C c
- D d

Correct: 65%

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



- A a
- B b
- C c
- D d

Correct: 100%

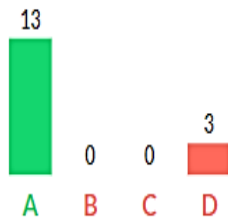
10. Un proyectil fue lanzado con cierto ángulo con respecto a la horizontal. Sin tomar en cuenta la resistencia del aire ¿Cuál es su aceleración vertical? a. Su aceleració...



- A a
- B b
- C c
- D d

Correct: 81%

8. Dos niños juegan en la playa con una pelota de caucho. El niño A lanza la pelota al niño B, la cual describe la trayectoria mostrada en la figura. En uno de los lanzami...



- A a
- B b
- C c
- D d

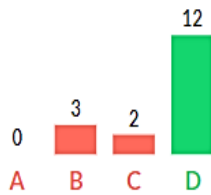
Correct: 59%

9. A partir del instante 1 el movimiento horizontal de la pelota a. No sufrirá cambios b. Tendrá velocidad nula c. Tendrá velocidad constante d. Tendrá velocidad decrecien...



- A a
- B b
- C c
- D d

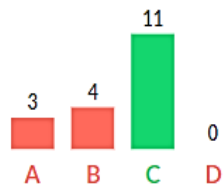
Correct: 71%



11. En un tiro parabólico prescindiendo del rozamiento con el aire, se verifica que a. La aceleración que actúa es desconocida. b. El movimiento sobre el eje horizontal es...

- A a
- B b
- C c
- D d

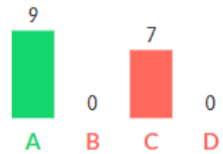
Correct: 61%



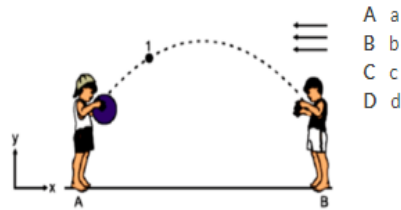
El alcance máximo de un proyectil en un tiro parabólico se logra cuando el ángulo de lanzamiento es: a. 30° b. 60° c. 45° d. 75°

- A a
- B b
- C c
- D d

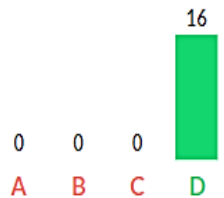
Correct: 56%



6. 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 al...



Correct: 100%



7. Si el tiempo de vuelo de un objeto que describa una trayectoria parabólica completa es de 12 segundos. El tiempo que emplea dicho cuerpo para subir hasta su punto máxim...

- A a
- B b
- C c
- D d

Fuente. Recopilación de preguntas SABER 11, situaciones problema editorial Santillana.

Anexo K. Formato evaluación de expertos.

FORMATO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSENSO DE LOS EXPERTOS, SOBRE LA PRUEBA PRETEST Y POSTEST.

PRESENTACION

Me dirijo a usted como experto en las asignaturas de física y matemáticas o conocedor en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las mismas y considero que, sus aportes son valiosos para la validación de las pruebas PRETEST y POSTEST del proyecto de investigación “situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca”.

La información suministrada es de carácter confidencial y de uso exclusivo para la investigación.

OBJETIVO

Diseñar y aplicar un instrumento específico que permita decidir en qué medida la prueba diseñada como Pretest y Posttest, evalúa las competencias de los estudiantes y permite determinar las falencias de los mismos.

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos: _____

Título profesional: _____

Nivel de formación: Doctor () Master () Otro () ¿cuál?

Correo electrónico:

DATOS PROFESIONALES:

Institución donde labora: _____

Cargo: _____

Nombre de un proyecto relacionado con la enseñanza en la cual usted haya participado:

Ciudad _____ País _____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

A continuación, se presenta una serie de preguntas Si –No

¿Considera que las preguntas de que consta la prueba miden los aspectos mencionados?

- Determina el nivel en el que se encuentran los estudiantes con respecto a las competencias científicas y matemáticas.

SI ____

NO ____

OBSERVACIONES:

- Determina falencias conceptuales y procedimentales en el eje temático de movimiento parabólico.

SI ____

NO ____

OBSERVACIONES:

TIEMPO DE APLICACION DE LA PRUEBA CON ESTUDIANTES

Se considera que las pruebas deben ser realizadas en un tiempo aproximado de 90 minutos y 45 minutos para la segunda parte (problema movimiento parabólico).

El tiempo puede considerarse un factor importante en el desarrollo del pretest y posttest, ya que es un aspecto que ejerce presión en el estudiante modificando los resultados obtenidos.

OBSERVACIONES AL RESPECTO:

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sus aportes y valoración, necesarios para continuar con el proceso de aplicación de esta investigación y forman parte de la validez del estudio.

FORMATO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSENSO DE LOSE EXPERTOS, SOBRE LA PRUEBA PRETEST Y POSTEST.

PRESENTACION

Me dirijo a usted como experto en las asignaturas de física y matemáticas o conocedor en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las mismas y considero que, sus aportes son valiosos para la validación de las pruebas PRETEST y POSTEST del proyecto de investigación "situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca".

La información suministrada es de carácter confidencial y de uso exclusivo para la investigación.

OBJETIVO

Diseñar y aplicar un instrumento específico que permita decidir en qué medida la prueba diseñada como PRETEST y POSTEST, evalúa las competencias de los estudiantes y permite determinar las falencias de los mismos.

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos: Carlos Alberto Ortega Medina

Título profesional: Práctica Pedagógica

Nivel de formación: Doctor () Master (X) Otro () ¿cuál?

Correo electrónico: Carlos.Ortega@cvudes.edu.co

DATOS PROFESIONALES:

Institución donde labora: Colegio Técnico Vicente Azuero – Udes.

Cargo: Docente.

Nombre de un proyecto relacionado con la enseñanza en la cual usted haya participado:

Incidencia de las herramientas Web 2.0 para el desarrollo del aprendizaje autónomo en el área de informática, en el Colegio INEM de Kennedy.

Ciudad Bogotá D.C País Colombia

Nombre de un proyecto relacionado con la enseñanza en la cual usted haya participado:

Implementación de herramientas TIC como estrategia
didáctica para el fortalecimiento del proceso de comprensión
lectora en el grado sexto del Instituto Técnico Agrario Yopal.

Ciudad Yopal. País Colombia

Nombre de un proyecto relacionado con la enseñanza en la cual usted haya participado:

Las TICs como estrategia didáctica para el fortalecimiento
de la competencia matemática de los estudiantes del grado
Sexto.

Ciudad Bucaramanga País Colombia.

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

A continuación se presenta una serie de preguntas Si -No

¿Considera que las preguntas de que consta la prueba miden los aspectos mencionados?

- Determina el nivel en el que se encuentran los estudiantes con respecto a las competencias científicas y matemáticas.

SI X

NO

OBSERVACIONES:

Trabajo previo muy organizado, determinando así los niveles
iniciales antes de la intervención.

- Determina falencias conceptuales y procedimentales en el eje temático de movimiento parabólico.

SI X

NO

OBSERVACIONES:

El formato empleado para determinar la falencia procedimental
está discriminado de manera correcta (Interpretación, reglas y etc.)

TIEMPO DE APLICACIÓN DE LA PRUEBA CON ESTUDIANTES

Se considera que las pruebas deben ser realizadas en un tiempo aproximado de 90 minutos y 45 minutos para la segunda parte (problema movimiento parabólico).

El tiempo puede considerarse un factor importante en el desarrollo del pretest y postest, ya que es un aspecto que ejerce presión en el estudiante modificando los resultados obtenidos.

OBSERVACIONES AL RESPECTO:

El tiempo es adecuado para el número de preguntas planteadas
y el desarrollo del problema.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sus aportes y valoración, necesarios para continuar con el proceso de aplicación de esta investigación y forman parte de la validez del estudio.

Carlos Ortega.

Firma.

FORMATO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSENSO DE LOS EXPERTOS, SOBRE LA PRUEBA PRETEST Y POSTEST.

PRESENTACION

Me dirijo a usted como experto en las asignaturas de física y matemáticas o conocedor en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las mismas y considero que, sus aportes son valiosos para la validación de las pruebas PRETEST y POSTEST del proyecto de investigación "situaciones didácticas para la articulación de los saberes de física y matemáticas. Caso estudiantes de décimo grado de una institución pública de Floridablanca".

La información suministrada es de carácter confidencial y de uso exclusivo para la investigación.

OBJETIVO

Diseñar y aplicar un instrumento específico que permita decidir en qué medida la prueba diseñada como PRETEST y POSTEST, evalúa las competencias de los estudiantes y permite determinar las falencias de los mismos.

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos: EDGAR AUGUSTO ORTIZ CELIS

Título profesional: MAGISTER EN GESTION DE LA TECNOLOGIA EDUCATIVA

Nivel de formación: Doctor () Master (X) Otro () ¿cuál?

Correo electrónico:

eortizcelis@hotmail.com

DATOS PROFESIONALES:

Institución donde labora: Colegio técnico Vicente Azuero

Cargo: Docente de matemáticas

Nombre de un proyecto relacionado con la enseñanza en la cual usted haya participado:

IMPLEMENTACION DE UNA OVA USANDO EXEARNING PARA MEJORAR HABILIDADES CON NUMEROS RACIONALES

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN MODULO VIRTUAL PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO AMBIENTAL (PRAE)

COMUNIDAD DE PRACTICA USO DE TECNOLOGIAS Y DESARROLLO PENSAMIENTO
MATEMATICO

Ciudad Bucaramanga Pais Colombia

DESCRIPCION DE LA PRUEBA

A continuación se presenta una serie de preguntas Si –No

¿Considera que las preguntas de que consta la prueba miden los aspectos mencionados?

- Determina el nivel en el que se encuentran los estudiantes con respecto a las competencias científicas y matemáticas.

SI X

NO ____

OBSERVACIONES:

Se presenta claridad en la prueba realizada, se clasifican las preguntas de acuerdo a las competencias científicas y matemáticas y son pertinentes para el grado de escolaridad de los estudiantes.

- Determina falencias conceptuales y procedimentales en el eje temático de movimiento parabólico.

SI X

NO ____

OBSERVACIONES:

Los dos diseños empleados permiten identificar las falencias tanto conceptuales como procedimentales presentes en los estudiantes, son apropiadas en cantidad y contenido.

TIEMPO DE APLICACION DE LA PRUEBA CON ESTUDIANTES

Se considera que las pruebas deben ser realizadas en un tiempo aproximado de 90 minutos y 45 minutos para la segunda parte (problema movimiento parabólico).

El tiempo puede considerarse un factor importante en el desarrollo del pretest y postest, ya que es un aspecto que ejerce presión en el estudiante modificando los resultados obtenidos.

OBSERVACIONES AL RESPECTO:

El tiempo establecido para resolver las preguntas conceptuales y la resolución del problema es suficiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sus aportes y valoración, necesarios para continuar con el proceso de aplicación de esta investigación y forman parte de la validez del estudio.



Firma