



LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MODELOS MENTALES DE LOS ESTUDIANTES SOBRE EL  
CONCEPTO DE VECTOR EN FÍSICA

FABIANA ANDREA CÁRDENAS GIRALDO



Universidad<sup>®</sup>  
Católica  
de Manizales

VIGILADA Mineducación

Obra de Iglesia  
de la Congregación



Hermanas de la Caridad  
Dominicas de La Presentación  
de la Santísima Virgen

MODELOS MENTALES DE LOS ESTUDIANTES SOBRE EL CONCEPTO DE  
VECTOR EN FÍSICA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Licenciada en  
Matemáticas y Física

Asesor

Rubén Darío Lara Escobar

Autora

Fabiana Andrea Cárdenas Giraldo

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MANIZALES

2023

Si yo tuviera una hora para resolver un problema, y mi vida dependiera de la solución,  
gastaría los primeros 55 minutos en determinar la pregunta apropiada,  
porque una vez conociera la pregunta correcta,  
yo podría resolver el problema en menos de cinco minutos.

**Albert Einstein**

La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y,  
por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos.

**Albert Einstein**

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Resumen

Desde la propuesta se realiza la exploración de los modelos explicativos del vector, a través de una situación cotidiana, contribuyendo al análisis del cambio conceptual de estos modelos hacia un modelo conceptual estándar en la física. Estos cambios se evalúan teniendo en cuenta la implementación que realizan los estudiantes de grado décimo a partir de las representaciones semióticas, incluyendo: lenguaje natural, algebraico y diagramas e imágenes.

El desarrollo metodológico se basa en un enfoque mixto, de tipo experimental y diseño cuasi-experimental, lo cual permite orientar la investigación en la búsqueda de alternativas de aprendizaje para la enseñanza de conceptos científicos integrados a las matemáticas y física.

Por medio de la investigación se pudo corroborar que hubo un cambio conceptual en la estructura de los modelos explicativos de los estudiantes de grado décimo, mediante la integración de nuevos conceptos, procedimientos y asignación de nuevos sentidos al concepto de vector, a través de diferentes tipos de representaciones semióticas.

**Palabras Claves: Modelos Mentales; Cambio Conceptual; Representaciones Semióticas; Vectores.**

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### **Abstract**

The proposal explores the explanatory models of the vector through an everyday situation, contributing to the analysis of the conceptual change of these models towards a standard conceptual model in physics. These changes are evaluated taking into account the implementation made by tenth grade students from semiotic representations, including: natural language, algebraic and diagrams and images.

The methodological development is based on a mixed approach, experimental and quasi-experimental design, which allows guiding the research in the search for learning alternatives for the teaching of scientific concepts integrated to mathematics and physics.

Through the research it was possible to corroborate that there was a conceptual change in the structure of the explanatory models of tenth grade students, through the integration of new concepts, procedures and assignment of new meanings to the concept of vector, through different types of semiotic representations.

**Keywords: Mental Models; Conceptual Change; Semiotic Representations; Vectors.**

**Tabla de contenido**

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción .....	13
CAPÍTULO I .....	14
1. Problema .....	14
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Formulación del problema .....	18
1.3 Hipótesis.....	18
1.4 Objetivos .....	19
1.4.1 Objetivo general.....	19
1.4.2 Objetivos específicos .....	19
1.5 Justificación.....	19
1.6 Contextualización o delimitación o alcance del problema.....	22
CAPÍTULO II.....	23
2. Marco referencial .....	23
2.1 Antecedentes investigativos .....	23
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.3 Antecedentes nacionales .....	23
2.1.4 Antecedentes locales .....	24
2.2 Marco Legal .....	25
2.3 Marco Teórico.....	30
2.3.1 Modelos mentales .....	31
2.3.2 Representaciones Semióticas .....	49
2.3.3 Cambio conceptual.....	69
CAPÍTULO III .....	87
3. Metodología de la investigación .....	87
3.1 Enfoque de investigación .....	87
3.1.2 Tipo de investigación.....	88

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

3.1.3 Diseño de un solo grupo con pretest y postest.....	89
3.2 Población y muestra .....	90
3.3 Instrumentos de investigación.....	90
3.3.3 Estructura metodológica .....	92
3.4 Fases de investigación.....	114
3.5 Pilotaje del instrumento.....	117
3.6 Consentimiento Informado.....	120
CAPÍTULO IV.....	123
4. Resultados.....	123
4.1 Análisis de los resultados .....	179
CAPÍTULO V.....	197
5. Conclusiones y recomendación.....	197
5.1 Conclusiones .....	197
5.2 Recomendación .....	198
Referencias.....	199
Apéndice .....	205
1. Test.....	205
2. Planeación .....	209
Clase 1.....	210
Clase 2.....	223
Clase 3.....	231

**Índice de tablas**

Tabla 1 .....	110
<i>Diferencias entre el modelo conceptual en física y en matemáticas</i> .....	110
Tabla 2 .....	112
<i>Semejanzas entre el modelo conceptual en física y en matemáticas</i> .....	112
Tabla 3 .....	115
<i>Categorías de investigación</i> .....	115
Tabla 4 .....	120
<i>Cronograma</i> .....	120
Tabla 5 .....	127
<i>Modelo explicativo 1 del pretest</i> .....	127
Tabla 6 .....	132
<i>Modelo explicativo 2 del pretest</i> .....	132
Tabla 7 .....	138
<i>Modelo explicativo 3 del pretest</i> .....	138
Tabla 8 .....	145
<i>Modelo explicativo 1 desde la guía 1</i> .....	145
Tabla 9 .....	147
<i>Modelo explicativo 2 desde la guía 1</i> .....	147
Tabla 10 .....	148
<i>Modelo explicativo 3 desde la guía 1</i> .....	148
Tabla 11 .....	150
<i>Modelo explicativo 1 desde la guía 2</i> .....	150

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Tabla 12 .....	153
<i>Modelo explicativo 2 desde la guía 2</i> .....	153
Tabla 13 .....	155
<i>Modelo explicativo 3 desde la guía 2</i> .....	155
Tabla 14 .....	157
<i>Modelo explicativo 1 desde la guía 3</i> .....	157
Tabla 15 .....	159
<i>Modelo explicativo 2 desde la guía 3</i> .....	159
Tabla 16 .....	160
<i>Modelo explicativo 3 desde la guía 3</i> .....	160
Tabla 17 .....	162
<i>Modelo explicativo 1 del postest</i> .....	162
Tabla 18 .....	167
<i>Modelo explicativo 2 del postest</i> .....	167
Tabla 19 .....	173
<i>Modelo explicativo 3 del postest</i> .....	173
Tabla 20 .....	179
<i>Descripción global del cambio conceptual en los modelos explicativos</i> .....	179
Tabla 21 .....	183
<i>Interpretación de las respuestas de los estudiantes (categorías de análisis)</i> .....	183
Tabla 22 .....	189
<i>Interpretación de las categorías desde las guías y modelos explicativos</i> .....	189

**Índice de figuras**

Figura 1 .....	21
<i>Antecedentes de los principales enfoques teóricos sobre el concepto de vector. ....</i>	<i>21</i>
Figura 2 .....	92
<i>Modelo conceptual de vector en física.....</i>	<i>92</i>
Figura 3 .....	97
<i>Definición de cada componente del vector en física .....</i>	<i>97</i>
Figura 4 .....	102
<i>Modelo conceptual sintetizado del vector en física .....</i>	<i>102</i>
Figura 5 .....	103
<i>Definición de cada dimensión.....</i>	<i>103</i>
Figura 6 .....	106
<i>Modelo conceptual de vector y las relaciones entre los componentes .....</i>	<i>106</i>
Figura 7 .....	109
<i>Modelo conceptual de vector en matemáticas .....</i>	<i>109</i>
Figura 8 .....	115
<i>Vinculación entre: modelo conceptual, modelo explicativo y situación.....</i>	<i>115</i>
Figura 9 .....	126
<i>Tipo de clasificación de análisis.....</i>	<i>126</i>
Figura 10 .....	195
<i>Cambio conceptual alcanzado.....</i>	<i>195</i>
Figura 11 .....	196
<i>Especificación del cambio conceptual de los estudiantes .....</i>	<i>196</i>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Figura 12.....	212
<i>Brújula para la ubicación en mapas o lugares.....</i>	212
Figura 13.....	213
<i>Brújula para medir el desplazamiento.....</i>	213
Figura 14.....	213
<i>Ubicación de las orientaciones cardinales a través de la brújula.....</i>	213
Figura 15.....	215
<i>Campo magnético que posee el planeta tierra.....</i>	215
Figura 16.....	216
<i>Secuencia de pasos para elaborar el experimento.....</i>	216
Figura 17.....	217
<i>La construcción de un vector en 2 dimensiones.....</i>	217
Figura 18.....	218
<i>Cada dirección posee dos sentidos +/-.....</i>	218
Figura 19.....	220
<i>Componentes del vector en física.....</i>	220
Figura 20.....	223
<i>Diagrama de la situación.....</i>	223
Figura 21.....	225
<i>Gráfico que describe la situación en la cual se vincula una fuerza.....</i>	225
Figura 22.....	232
<i>Suma de vectores en el plano cartesiano en 2d.....</i>	232
Figura 23.....	233

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<i>Gráfico de la corriente de río y la velocidad del barco</i> .....	233
Figura 24 .....	234
<i>Movimiento del bar a causa de la corriente</i> .....	234
Figura 25 .....	236
<i>Suma de vectores (corriente del río + la velocidad del barco)</i> .....	236

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Introducción

La presente investigación tiene como temas centrales el concepto de vector en física y los modelos mentales que los estudiantes poseen sobre él. Por tanto, alrededor de dicho espacio de conceptualización, se vinculan las representaciones semióticas siendo la mediación más importante en el aprendizaje de las matemáticas y la cuantificación para hallar los componentes del vector; por otro lado, para observar cómo los estudiantes pueden construir un modelo explicativo más profundo y con diversos recursos cognitivos guiados hacia el modelo conceptual de vector en física, se tiene como base principal el estudio teórico y práctico del cambio conceptual.

Se debe subrayar que esta investigación posee relevancia porque, en la búsqueda de antecedentes se encontró que, hay una falta de investigaciones centradas en la vinculación del concepto de vector en física y los modelos mentales de los estudiantes, por ende, adquiere importancia a nivel académico y con mayor énfasis en el mejoramiento de los procesos de aprendizaje y enseñanza, facilitando la educación desde la física.

Por último, para el desarrollo de la investigación, se tiene en cuenta una metodología de enfoque mixto de tipo experimental y diseño cuasi-experimental (pretest y posttest con un solo grupo) lo cual permite crear y aplicar una intervención basada en el desarrollo de 3 guías de aprendizaje; en las guías se encuentran actividades con los componentes del vector y las relaciones entre sus componentes (suma de vectores).

**CAPÍTULO I****1. Problema****1.1 Planteamiento del problema**

La enseñanza conceptual y práctica brindada desde la física, permitió observar que los estudiantes poseen una referencia del concepto de vector de manera incompleta e inconexa, es decir una construcción que no les brinda recursos conceptuales para identificar los componentes y las relaciones entre ellos, a partir del modelo conceptual en física. Y lo hallado crea un obstáculo epistemológico o didáctico para llevar a cabo la vinculación estudiante-concepto y esto se puede dar por la abstracción conceptual del vector, puesto que está definido desde un lenguaje formal y científico.

Según Brousseau: “(...)los obstáculos epistemológicos son errores reproducibles y persistentes. (...) los obstáculos pueden ser de diverso origen como: ontogénico, didáctico y epistemológico” (Brousseau, citado por Zea Saldarriaga, 2012, p. 123).

De acuerdo con lo anterior, el obstáculo epistemológico se puede dar por falta de conocimiento del objeto de análisis o concepciones erróneas; por otro lado los obstáculos didácticos son los establecidos a partir de una inadecuada orientación en la enseñanza, dado que el maestro utiliza lenguaje formal para explicar el concepto, y el obstáculo ontogénico hace referencia al desarrollo individual del estudiante, el cual se encuentra relacionado con el contexto, las características, emociones y percepciones.

Teniendo en cuenta las ideas planteadas, es recurrente que en las clases los estudiantes procedan con algo de dificultad en la adquisición de los conceptos físicos, puesto que, son propuestos de forma abstracta y no siempre los estudiantes pueden observarlos de manera explícita.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Específicamente, cuando a los estudiantes se les enseñan los vectores demuestran confusión entre los componentes que posee el modelo conceptual de vector; esto se evidencia cuando requieren de planificación y análisis para solucionar las situaciones que se les propone, allí los estudiantes hacen diferentes procesos como: leer varias veces el enunciado, preguntar lo que deben hacer, escribir aparte los datos o plantear incompreensión del enunciado; por ende, en muchas ocasiones no brindan la solución.

Se puede decir que, la enseñanza de la física toma valor desde procesos de aula que se centran en transmitir los conocimientos a partir de lo expuesto en los libros de texto, y el mostrar el concepto de vector como una flecha orientada que se puede representar en el plano cartesiano, sin embargo, no se realiza una transposición didáctica que permita a los estudiantes comprender los cambios de registro de un mismo fenómeno físico; puesto que, se adjudica a los estudiantes el entendimiento de las representaciones semióticas, impidiendo la comprensión adecuada del concepto.

(...) los vectores en la asignatura de física para la educación media, se aborda generalmente como la presentan los libros de texto; mediante el uso del segmento de recta orientado (la flecha), para luego trasladarlo al plano cartesiano y representarlo como una pareja ordenada de números reales, sin hacer algún tipo de distinción. (...) (Ramírez Urrego, 2016, p. 19)

Es así como la enseñanza de la física actualmente se ciñe al entendimiento de los conceptos de manera superficial, sin situaciones problema y aplicaciones en la realidad como: desplazamiento, velocidad y aceleración. En este caso surge un obstáculo didáctico por parte del maestro; puesto que la enseñanza que brinda no se centra en la concepción que los estudiantes

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

poseen del vector y por ello el maestro no reconoce qué tanto saben los estudiantes del objeto físico.

Teniendo en cuenta lo que plantean Ortiz-Sacro et al. (2020), los maestros realizan los procesos educativos sólo teniendo en cuenta los estándares básicos de aprendizaje desde una enseñanza tradicional, en la cual dejan a un lado el pensamiento racional científico y la postura crítica en la adquisición de conocimientos. (p.88)

Asimismo, como la educación se brinda desde el cumplimiento legal no desde un paradigma que le permita a los estudiantes interiorizar conocimientos para reconocer los alcances con respecto al concepto y las mejoras que pueden establecer, no ocurre una trascendencia educativa que sea perenne en la aplicabilidad y entendimiento del vector. Es decir, no se asume en su mayoría una enseñanza en donde se tenga en cuenta que cada persona construye de forma fácil los conocimientos a partir de los recursos cognitivos que posee.

Sin embargo, aunque repletos de significado, ciertos hechos o conceptos no son susceptibles de comprensión en determinado estadio del desarrollo o nivel de aprendizaje, por carecer aún el aprendiz de la estructura conceptual en función de la cual interpretarlos. (...) (Navarro, 2008, p. 28)

Es importante decir que, como la enseñanza de los vectores parte desde un lenguaje formal y abstracto para los estudiantes, es un buen camino para explorar qué tan incompletas se encuentran las percepciones de los estudiantes desde el concepto de vector en física, y del uso de sus recursos cognitivos dependerá la posibilidad de los estudiantes para reflexionar acerca de los conocimientos que adquieren, porque si las concepciones son inconexas no lograrán realizar asociaciones precisas.

Como Costa y Di Domenicantonio (2006) enuncian, los estudiantes:

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

(...) muestran una limitada capacidad para operar con vectores, lo cual dificulta notablemente el aprendizaje de los conceptos básicos de la mecánica newtoniana, impidiendo que puedan alcanzar cabalmente aprendizaje significativo de la naturaleza vectorial de magnitudes físicas tales como: fuerza, velocidad y aceleración. (A. Gutiérrez & Martín, 2015, p. 89)

Aquí es donde cobra sentido la enseñanza de los vectores desde un enfoque que permita entender la manera en cómo perciben los estudiantes el vector desde la física, puesto que al conocer las acciones, actuaciones y la forma en cómo ordenan las actividades a ejecutar, el maestro puede lograr una formación consciente en donde los estudiantes controlen sus decisiones y entiendan ampliamente el fenómeno haciendo uso de sus conocimientos iniciales.

Dicho en otras palabras, cuando los estudiantes no cuentan con la estructura conceptual que les permite entender el vector, no son capaces de elaborar una explicación conceptual, porque sus percepciones están vinculadas con la experiencia, relaciones conceptuales y la comprensión de los conceptos.

En conclusión, se encontró que los estudiantes poseen un vacío en la enseñanza del concepto de vector, puesto que, no hacen uso de los recursos cognitivos y esto les impide la elaboración de explicaciones o soluciones. Lo expresado, también se debe a que no han realizado investigaciones que establezcan la relación entre el concepto de los vectores en física y los modelos explicativos que poseen los estudiantes, un ejemplo de ello es: investigación realizada por Dan Liu et al., (2019) denominada “Desconexión entre la comprensión de los aspectos algebraicos y geométricos de los vectores por parte de los estudiantes universitarios”.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 1.2 Formulación del problema

En la Institución Educativa José María Falla, se encontró que los estudiantes poseen una dificultad para entender el concepto de vector en física, lo cual surge de los modelos mentales incompletos que poseen, por tanto, se hace necesario enlazar la enseñanza a partir de la construcción de un modelo conceptual de vector, que permita observar el modelo explicativo que poseen los estudiantes. A partir de la discusión anterior la pregunta de investigación es:

¿Cuáles son los modelos mentales sobre el concepto de vector en física que poseen los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa José María Falla?

### 1.3 Hipótesis

Los estudiantes pueden poseer en un principio modelos explicativos incompletos; pero, a medida que se relacionan con el concepto desde sus componentes, ejemplos, relaciones y actividades, ellos irán refinando gradualmente sus modelos, adquiriendo un entendimiento cada vez más profundo, lo cual los acerca al modelo conceptual de vector en física y esto se hace evidente en la forma en como ellos afrontan las situaciones.

En síntesis, se cree que es por medio de la enseñanza, fundamentación y diálogo entre pares, que los estudiantes podrán agregar a sus modelos explicativos nuevos significados y relaciones entre los componentes del vector. Allí, el maestro en su mediación debe procurar generar el cambio conceptual, a través de intervenciones que les brinde a los estudiantes recursos conceptuales para que a nivel cognitivo puedan realizar una conexión entre los saberes nuevos y los que ya poseían.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo general

- Identificar los modelos mentales sobre el concepto de vector en física, que poseen los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa José María Falla.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

- Diseñar una situación que permita la identificación de los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto de vector en física.
- Clasificar los modelos explicativos que poseen los estudiantes sobre el concepto de vector en física.
- Comparar los modelos explicativos que poseen los estudiantes con el modelo conceptual de vector en física.

### 1.5 Justificación

En primer lugar la investigación es importante, porque se centra en enseñar el concepto de vector en física teniendo en cuenta los modelos explicativos que poseen los estudiantes, brindando una perspectiva diferente a la manera en cómo se forma en las ciencias; puesto que, no solo se basa en la educación desde el lenguaje formal, sino que incluye los conocimientos que poseen los estudiantes del vector como punto de partida para desarrollar los procesos pedagógicos y didácticos.

La planificación docente, se convierte en una herramienta fundamental de acción para organizar y sistematizar el aprendizaje, en atención al contexto social, el diagnóstico de las necesidades, los estadios cognitivos, prioridades e intereses de los educandos, como elementos que se articulan en la enseñanza de manera significativa; vivencial en la

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

estructura cognitiva del educando. (Colina Ysea, citado por Mendoza Moreira & Rodríguez Gámez, 2019, p. 2)

Por otro lado se puede expresar que, la enseñanza por medio de los modelos mentales que poseen los estudiantes admite entender las dificultades más frecuentes que presentan y hallar un patrón desde sus concepciones incompletas; por tanto, al ofrecer una educación desde esta perspectiva se logrará que los estudiantes puedan conectar los conocimientos y facilitar la profundización conceptual, evitando la repetición de mediaciones didácticas inadecuadas.

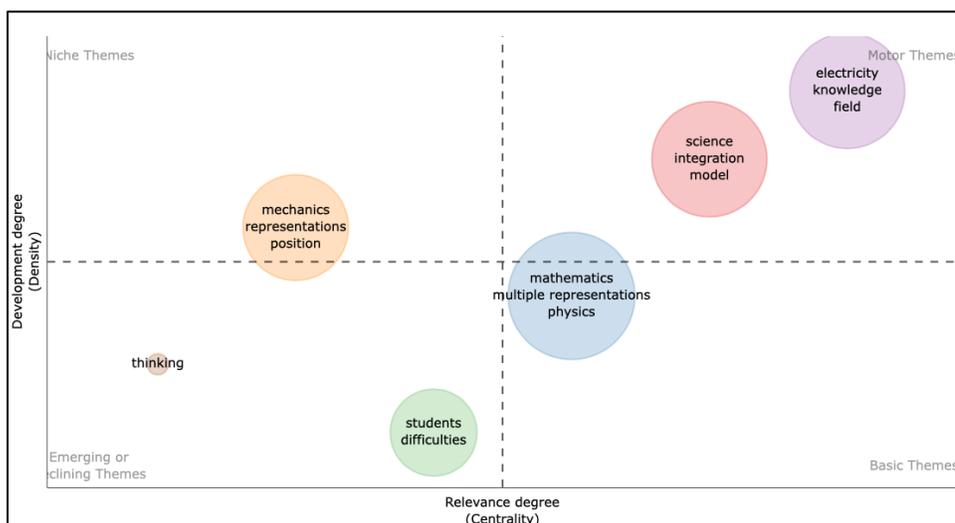
(...) Muchos estudiantes en los cursos introductorios de física no desarrollan un aprendizaje significativo de la naturaleza vectorial de las cantidades físicas como *fuerza* y *aceleración*. Para promover el entendimiento conceptual de estas cantidades, es necesaria una exploración de los problemas de orden cognitivo que los estudiantes presentan a través de una educación tradicional (...) (Flórez-García et al., 2008, p. 1)

Desde otra perspectiva en la indagación de antecedentes se encontró que, no hay literatura relacionada con los modelos mentales sobre el concepto de vector, lo cual da lugar a realizar investigaciones que se centren en lo mencionado, no solo por el poco acceso a investigaciones, sino porque el concepto de vector es importante y necesario para comprender diversas temáticas en la física como: el movimiento, la fuerza, velocidad, desplazamiento, campo eléctrico, entre otros, los cuales explican procesos y acciones de la vida cotidiana.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Figura 1

*Antecedentes de los principales enfoques teóricos sobre el concepto de vector.*



*Nota.* El cuadro muestra cuatro cuadrantes, los cuales permiten clasificar la importancia de los temas en la enseñanza del concepto de vector en física, los temas básicos están a la derecha en el cuadrante inferior, los temas más relevantes que son tendencia actual, están a la derecha en la parte superior, los temas emergentes están a la izquierda en el cuadrante inferior y los temas que forman el núcleo teórico se encuentran a la izquierda en la parte superior.

En síntesis, lo que se alcanzará con la investigación será facilitar los procesos de aprendizaje y enseñanza, puesto que, la teoría de los modelos mentales es útil en la medida en que el maestro reconozca las percepciones de los estudiantes acerca del concepto de vector en física, encontrando herramientas adecuadas para refinar los modelos explicativos de ellos; por otro lado, también beneficia a los estudiantes, porque, poco a poco obtendrán responsabilidad para realizar constantes introspecciones de la adquisición del concepto y a su vez podrán mejorar las ideas que no se relacionan adecuadamente con el modelo conceptual de vector.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### **1.6 Contextualización o delimitación del problema.**

Esta investigación posee como limitación, la cantidad de estudiantes que se tienen en cuenta para el estudio de la problemática descrita. La muestra corresponde a 36 estudiantes de un grado décimo de bachillerato, perteneciente a la Institución Educativa José María Falla. Es decir, cada proceso de intervención se realizará acorde a las características de los modelos explicativos de estos estudiantes. Por tanto, como no es una muestra muy significativa no se admiten generalizaciones.

Otra limitación que se puede presentar, es que los estudiantes no hagan uso de los recursos que poseen desde los modelos explicativos y esto genere una mayor complejidad al momento de recolectar la información. Por ello, los modelos mentales pueden presentarse de manera diversa y esto requiere de la capacidad del maestro para objetivar el nivel de conocimiento en que se encuentran los estudiantes con respecto al modelo conceptual de vector en física.

Por último, puede suceder que algunos estudiantes no posean conocimientos iniciales acerca de las magnitudes vectoriales y ellos presenten mayor dificultad para relacionarse con actividades que vinculan el concepto de vector; puesto, que al momento de usar su modelo explicativo el acceso a los recursos cognitivos no se dé, porque el estudiante solo puede ejecutar las actividades que su conocimiento acerca de vector le permitan desarrollar.

**CAPÍTULO II****2. Marco referencial****2.1 Antecedentes investigativos****2.1.2 Antecedentes Internacionales**

En los antecedentes internacionales, las investigaciones que se tienen en cuenta utilizan el concepto de vector desde el modelamiento en  $R^2$ , la comprensión del campo eléctrico desde múltiples representaciones y las dificultades que presentan los estudiantes, estas se basaron en la metodología APOE o metodología cualitativa. Allí encontraron que: los estudiantes estructuran el conocimiento desde la geometría, la rotación, el razonamiento algebraico y la importancia de la dirección en la conversión. (Parraguez González y Yáñez Pérez (2017); Campos et al., (2020); Karnam et al., (2020))

Para concluir, aunque las investigaciones son relevantes y vinculan el concepto del vector, no lo hacen teniendo en cuenta la percepción que tienen los estudiantes del objeto físico, por ello centran la atención en las representaciones multimodales, en las dificultades sin especificarlas y brindan un avance en el rendimiento académico sin hacer alusión al cambio conceptual, lo cual deja en evidencia la necesidad de desarrollar procesos investigativos en los cuales la enseñanza se centre en el aprendizaje de los estudiantes a través de los modelos explicativos que poseen.

**2.1.3 Antecedentes nacionales**

En los antecedentes nacionales, se tienen en cuenta dos investigaciones. La primera hace referencia a la enseñanza de los vectores geométricos, basada en el uso de la tecnología específicamente desde GeoGebra y Phet. La segunda, se basa en la enseñanza de los vectores desde la geometría euclidiana y analítica, allí el autor diseñó una secuencia didáctica, en donde

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

hizo un diagnóstico de los obstáculos de los estudiantes, una evolución histórica del concepto y analizo los procesos didácticos; ambas investigaciones se basan en la metodología cualitativa y una de ellas se centra en investigación acción. Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes: la investigación permitió estimular el pensamiento crítico y significativo; otro es que, donde tenían grupo de control y de intervención, los estudiantes control no demostraron cambio conceptual y el segundo grupo mejoró el rendimiento. (Zuluaga Urrea (2020); Ramírez (2016))

En síntesis, las investigaciones hacen procesos educativos con la vinculación de los vectores específicamente desde la geometría, además diseñaron estrategias didácticas por medio de la tecnología, la historia del vector y la comprensión de los obstáculos que pueden presentar los estudiantes. Sin embargo, no queda muy claro de qué manera evidencian un cambio conceptual, si no reconocen los modelos explicativos de los estudiantes.

### **2.1.4 Antecedentes locales**

De acuerdo con investigaciones locales, el concepto de vector es analizado en el marco de la enseñanza de temas generales de la física, pero no ha sido específicamente el objetivo de la investigación, por lo cual no está claro su papel en la comprensión de los conceptos generales de la física, tales como las leyes de Newton, la cinemática, el movimiento en general (García et al., (2015); Silva Perdomo, (2002); Zuluaga Gómez, (2016)); Sin embargo, no es claro como es interpretado por los estudiantes en el marco del aprendizaje de la física.

En conclusión, se requiere de investigaciones más profundas en donde se comprenda cómo los estudiantes se relacionan con el concepto de vector en la enseñanza de la física. Estos estudios permitirán identificar dificultades específicas y desarrollar estrategias pedagógicas efectivas para mejorar la comprensión de los estudiantes, con relación a los principios fundamentales de la física.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 2.2 Marco Legal

Los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional son: Lineamiento Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, los cuales fueron diseñados para brindar a los maestros una orientación fundamentada desde la filosofía de las ciencias que les permita una aplicabilidad en los salones de clase. En este caso un rastreo desde la física como ciencia experimental, teórica y un constructo de hipótesis, además es un estamento que centra la educación en procesos secuenciales que posibilitan estimular habilidades en los estudiantes.

La ciencia es ante todo un sistema inacabado en permanente construcción y destrucción: se construyen nuevas teorías en detrimento de las anteriores que no pueden competir en poder explicativo. Con las nuevas teorías nacen nuevos conceptos y surgen nuevas realidades y las viejas entran a hacer parte del mundo de las “antiguas creencias” (...) (MEN, 1998, p. 14)

Lo mencionado, hace que el maestro se piense desde la labor que ejecuta y pueda realizar procesos investigativos que lo lleven a pulir sus procesos educativos, dado que como el conocimiento se encuentra en constante construcción, esto conlleva a que se comprenda que no solo es prestar atención al avance teórico, sino también la forma en cómo dichos procesos se relaciona con las construcciones que establecen los estudiantes acerca de los conceptos físicos. Dado que, los estudiantes a través de estímulos tanto extrínsecos como intrínsecos logran estructurar una base de conocimientos que les permite comprender, facilitar o dificultar el proceso de aprendizaje.

A su vez, como la investigación trazada se encuentra vinculada con el concepto de los vectores en física, es preciso traer a colación la situación enunciada por Gardner, él comenta qué: una estudiante en el salón de clases demostraba capacidad para memorizar y dar a conocer de

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

manera explícita la definición de las leyes de Newton, pero al momento de tener que aplicar dichos conocimientos en procedimientos computacionales no lograba realizarlo, por tanto, el analizo lo que podría estar causando esta situación y planteó:

“(…) El comportamiento de Jane es típico de lo que sucede cuando los estudiantes que han tenido entrenamiento formal en física o ingeniería se enfrentan a problemas por fuera del aula” (MEN, 1998, p. 45).

De acuerdo a lo planteado por el autor, más que contemplar la dificultad por parte del formalismo de la ciencia, esto se genera por solo basar la enseñanza desde dicho proceder teórico que en ocasiones es inalcanzable por los estudiantes, más aún esto conlleva a desarrollar procesos de investigación que contribuyan a reconocer cuáles son los procesos que lleva a cabo el estudiante desde la construcción de los conocimientos, movilizandoo el pensamiento hacia: ¿qué tanto comprende el estudiante de física? ¿ya construyó las bases que cimientan ese formalismo? Y ¿cómo se está llevando a cabo la enseñanza de dicho formalismo?

Ahora se debe subrayar que, en la enseñanza los maestros en ocasiones tienen en cuenta saberes previos para dar inicio a una clase, lo cual se sustenta en: “Estas preconcepciones señaladas como persistentes después de la secundaria y aún de la universidad, dejan en cuestión las inadecuadas estrategias utilizadas en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales (...)” (MEN, 1998, p. 46). Sin embargo, se puede decir que a estos no se les brinda la importancia que poseen, dado que solo son descubiertos para un inicio de la clase y estos en el trayecto se desdibujan

Es decir, algunos maestros que enseñan física no contemplan la responsabilidad educativa que poseen para con los estudiantes, desde la utilización de herramientas conceptuales que les

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

brinde un mejoramiento en sus percepciones y consolidación de aprendizaje. Si los maestros no reconocen el alcance conceptual de los estudiantes, difícilmente podrán lograr que la forma en cómo imparten los conceptos, permita que ellos puedan aplicarlos en su vida cotidiana donde requieran una solución práctica haciendo uso de los conceptos físicos.

Por ende, se debe subrayar que los conceptos se estructuran de manera cognitiva a través del lenguaje y la reflexión desarrollada a partir de lo comprendido, y estos pueden llegar a evolucionar cuando en el colegio se crean espacios activos de diálogo entre estudiantes y maestros, puesto que, este proceso de intercambio de imaginarios permite que se nutran las perspectivas que se crean a partir de la percepción, es decir, es un proceso en donde se amplían las concepciones y se pulen. Además, los sistemas físicos están basados en símbolos que posibilitan relacionarlos con un sistema conceptual, por ende, los estudiantes deben comprender de manera profunda los objetos físicos para lograr correlacionarlos.

Lo planteado se evidencia en:

(...) Se trata de diversos cambios que guardan ciertas relaciones entre ellos. Al mismo tiempo que el niño empieza a caminar se establecen ciertas conexiones neuronales en su cerebro, por ejemplo. En la adolescencia, al mismo tiempo que hay un crecimiento drástico y un cambio radical en su forma de pensar, hay también cambios hormonales bruscos. (MEN, 1998, p. 89)

En definitiva, los estudiantes llevan consigo una serie de cambios tanto corporales como cognitivos los cuales le permiten una puesta en escena en los contextos en que interactúa, por tanto, se hace evidente en la cita cómo existe una conexión fuerte entre el desarrollo corporal y el cognitivo. Asimismo, en la adolescencia los estudiantes en su desarrollo humano y gradual ya

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

presentan una mayor estimulación en la parte prefrontal del cerebro la cual se encarga de la planificación, de modo que, no solo ocurre una maduración emocional sino también cognitiva, la cual surge desde una mielinización.

Desde otra perspectiva se tuvieron en cuenta los Estándares Básicos de Competencias, desde el área de Ciencias Naturales, dado que son un documento esencial que sitúa de manera jerárquica cada una de las habilidades que puede y se encuentra en posibilidad de alcanzar cada estudiante, de acuerdo a su grado escolar. Se debe aclarar que como el nombre lo indica es lo básico que puede llegar a obtener el estudiante. Además, allí se describen las acciones de saber hacer y saber ser, dado que no solo se ciñen a procesos de conocimiento.

En este documento se encontró un enunciado muy pertinente para la investigación:

(...) en la escuela se pueden practicar competencias necesarias para la formación en ciencias naturales a partir de la observación y la interacción con el entorno; la recolección de información y la discusión con otros, hasta llegar a la conceptualización, la abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos de los fenómenos observables y no observables del universo. (Ministerio de Educación Nacional, 2004, p. 9)

Se puede decir que, la construcción de los conceptos se da no solo de manera paulatina sino también desde un inicio de implementación de recursos y habilidades primarias, por ello la comprensión de los objetos físicos requiere de la observación de fenómenos, los cuales le sirven al estudiante para que comprenda los contextos y la forma en cómo se están dando, es decir la observación brinda herramientas predictivas, por tanto allí se empieza a construir un modelo explicativo, el cual se va puliendo a medida que el estudiante adquiere mayor experiencia e

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

información, y ello determinará lo que el estudiante va a lograr aprender en las mediaciones educativas.

Para concretar los EBC, se pondrá en evidencia lo que plantean desde los grados 10 y 11 para dar cumplimiento a las competencias en el Entorno Físico (procesos físicos):

- Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.
- Modelo matemático del movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. (Ministerio de Educación Nacional, 2004, p. 23)

Finalmente, se tienen en cuenta los Derechos Básicos de Aprendizaje del área de Ciencias Naturales específicamente se traen a colación los que corresponden al grado 10 y al concepto de vector. Es necesario dar a conocer que los DBA guardan una relación coherente y fundamental para con: los Lineamientos y los Estándares, puesto que, cada uno brinda una herramienta conceptual y estratégica para los maestros, pero los DBA son una ruta más específica de cómo llevar a cabo la enseñanza y se dan a conocer evidencias de aprendizaje, las cuales permiten observar como lo que se enseña se debe basar en lo que debe aprender el estudiante y vincula el reconocimiento de los saberes en la vida cotidiana, para que el maestro se guíe y recree propuestas didácticas con las cuales estimula habilidades.

A continuación, se darán a conocer los DBA que se relacionan con el concepto de vector desde la física:

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

1. Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad.
2. Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte.

(MINEDUCACIÓN, 2016, p. 34)

Como se observa para el cumplimiento de los dos DBA descritos, el maestro debe llevar al estudiante desde la habilidad de estimar, hasta las habilidades de identificar y predecir, dado que estas son las que le permitirán no solo obtener el conocimiento del concepto de vector, sino también reconocer herramientas que le permitan saber cómo actuar en diferentes situaciones y comparar los elementos del mundo real con los conceptos aprendidos.

En conclusión, la relación existente entre los documentos tomados para soportar de forma legal el proyecto de grado, se basa en que los Lineamiento trazan los objetivos y principios de la educación para lograr un desarrollo de competencias en los colegios de Colombia; desde los estándares ya es la especificación de la utilidad de las competencias desde el saber hacer y ser desde cada área del conocimiento y los derechos básicos son el complemento para los demás procesos con miras a alcanzar la calidad educativa.

### **2.3 Marco Teórico**

En este espacio se presentarán los campos conceptuales claves de la investigación, incluyendo modelos mentales, representaciones semióticas y cambio conceptual. Esto proporcionará una base de conocimiento teórico.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 2.3.1 Modelos mentales

Es necesario iniciar dando a conocer que esta categoría se analiza desde una mirada inductiva. Es por ello que, conceptualmente se entienden los modelos mentales como un proceso cognitivo que hace parte de las representaciones mentales. Éstas son implementadas como una serie de reglas que la persona despliega en sus interacciones, puesto que están conformadas por las ideas preconcebidas que pueden ser transmitidas y construidas desde diferentes medios, ya sea a través de palabras, imágenes o cualquier símbolo que le refleje un significado a la persona.

Tamayo Álzate (2006), plantea que: “Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior (...)” (p. 3).

También la persona hace uso de elementos de comprensión y estructuración cognitiva, para el uso de los conceptos en donde primero los ejecuta sin la asociación entre diversas representaciones mentales, y cuando a avanzando en el proceso de adaptación y entendimiento, logra reflejar una percepción que le posibilita diseñar las ideas utilizando cada una de las representaciones; por tanto, este proceso es fundamental en el desarrollo cognitivo y estimulación de habilidades de pensamiento que no solo definen el objeto, sino que permiten dar solución a situaciones y tomar decisiones.

(...) la representación permite exponer la información de muchas maneras a fin de mejorar la visualización del problema haciendo más fácil la comprensión del objetivo, planteamiento y restricciones. Las representaciones mentales se entienden como la forma material o simbólica de dar cuenta de algo real y están organizadas en estructuras que permiten darle sentido al entorno. (De Barros Camargo & Hernández Fernández, 2016, p. 5)

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Desde otra perspectiva, las representaciones mentales no solo son herramientas a las que recurre una persona, sino que también son procesos en constante construcción. Las cuales se nutren en las mediaciones que experimenta; a la vez, estas representaciones adquieren relevancia en el refinamiento de las percepciones, dando una simbolización y sentido a la realidad a través de creencias, hechos e ideas.

De Barros Camargo y Hernández Fernández (2016), enuncian que: las representaciones se encuentran constituidas por algunos elementos, los cuales son: la percepción que se refiere a la manera en cómo la persona interpreta las sensaciones que percibe de la realidad; los procesos emocionales, que se encargan de brindar una experiencia que se traduce en sentimientos, valores y actitudes; por último se encuentran los procesos cognitivos que se encargan de sintetizar la información que es percibida. (p. 5)

Es preciso recalcar que las representaciones son una elaboración que brinda un saber sobre el entorno, la introspección, la sociedad y la naturaleza. Esto significa que su construcción se basa en procesos cognitivos de selección y organización de datos, que se traducen en actitudes, procedimientos, pensamientos, opiniones y acciones. Para lograr esto, se hace uso de las bases internas y externas, encontrando una conexión entre ellas para dar sentido a la realidad.

Para lograr lo planteado es fundamental que, cuando una persona se dedique a adquirir un amplio conocimiento sobre un objeto, adopte una postura que la lleve a confrontar sus representaciones mentales. Este proceso le proporciona una responsabilidad en la adquisición de los nuevos conocimientos que incorpora en sus representaciones, y seguridad en que sean funcionales en cualquier contexto. Esto implica la posibilidad de realizar asociaciones cognitivas que permitan establecer conexiones entre opiniones e ideas pasadas, futuras o aún inexistentes, generando así una mayor perspectiva.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Por otro lado, los psicólogos han descubierto que las representaciones mentales pueden poseer conjuntos de semejanza, los cuales permiten establecer conexiones entre diferentes elementos; estos conjuntos pueden incluir patrones, categorías o estructuras mentales basadas en modelos. Es por medio de lo expresado que un estudiante puede utilizar diferentes conjuntos, lo que le ayudará a entender mejor cómo se construyen y utilizan los modelos mentales.

La teoría de los modelos mentales se ha pensado para explicar los procesos superiores de la cognición y, en particular, la comprensión y la inferencia. Sugiere un inventario simple de tres partes para el contenido de la mente: hay procedimientos recursivos, representaciones proposicionales y modelos. (Johnson-Laird, 1983, citado por Rodríguez Palmeto et al., 2001, p. 2)

Se puede agregar que, es un proceso cognitivo que se hace complejo en sentido de descripción, lo que se puede dar a conocer es que cuando se implementan se convierten en una posibilidad de imaginar y conceptualizar los conocimientos desde dos dimensiones, además se emiten sucesiones en donde se involucra la búsqueda de información a través de redes neuronales que se dan por medio de las funciones ejecutivas, puesto que son las que brindan la localización, planificación y toma de decisiones.

Asimismo, Johnson-Laird posee como objetivo desarrollar una teoría en la cual se exponga la manera en cómo las personas a través del lenguaje pueden evocar una descomposición de la estructura cognitiva que poseen y la construcción de mundo que han preestablecido. Logrando de este modo, obtener medios que le permiten ir desde explicaciones lingüísticas particulares, hacia una construcción general de procesamiento, en donde puede dominar, evaluar y analizar sus modelos de pensamiento, al igual que realizar reubicación de conceptos, corrección y renovación.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Esta manera de concebir el potencial de las personas, se encuentra fundamentado en la actualidad como un mecanismo favorable para los procesos de aprendizaje, ya que, si los maestros reconocen las estructuras cognoscitivas de los estudiantes, tendrán la oportunidad de comprender las falencias que presentan en el proceso de transposición didáctica, puesto que, cuando la enseñanza no es coherente con la representación que realiza la persona, ella puede establecer una inadecuada percepción.

Mayer (1992), expresó que el modelo mental es:

(...) como una imagen en la mente del sujeto actuante que representa la realidad física o social. Esta imagen esta constituida de tres elementos centrales: (1) los componentes, (2) las relaciones entre los componentes y (3) los principios guías. Hemos adecuado esta definición a los datos específicos recibidos en relación con la actividad educativa en acción. (Mayer, 1992, citado por Rauner, s.f, p. 2)

Es preciso dar a conocer que los modelos mentales hacen referencia al proceso cognitivo que realizan las personas como una mediación que hace factible recordar y poner en práctica lo que van elaborando por medio de las frases que escuchan, lo que ellas mismas hablan y lo que pueden observar, se construye una amalgama de sucesos y experiencias que contribuyen a estructurar de manera detallada y pertinente las conceptualizaciones, convicciones, modos de actuar y pensamientos.

Cuando una persona recuerda los conceptos a través de imágenes, puede asignar ciertos atributos a los objetos para elaborar un modelo mental sobre ellos, pero no accede a todos los recursos que los definen. Esto se debe a que, si bien la visualización es importante en el proceso, también es necesaria la percepción y la mediación cognitiva. De esta forma, el proceso de recordar y utilizar estos modelos mentales en diferentes contextos requiere una adaptación y

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

construcción continua, dependiendo del medio en que los pueda utilizar, por ende, requerirá de conexiones para que la construcción de significado sea precisa.

Por otro lado, para que la persona obtenga la capacidad de saber cómo actuar en las situaciones que se le presenten no es necesario un abanico de construcciones, basta con que haya establecido un modelo a pequeña escala, el cual a través de la experiencia le indique qué hacer y cómo puede mediar en el espacio en que se encuentre inmerso. Esto es posible porque puede ejecutar procesos internos a partir de estímulos externos, lo que le brinda la posibilidad de establecer diversas alternativas.

A través de los aportes brindados por Johnson-Laird se puede dar a conocer que: los modelos mentales son la base principal para establecer una representación de un objeto, hasta la construcción del mundo, puesto que de este modo la persona puede vincular los saberes con los sucesos del medio donde habita y obtener una comprensión de la cotidianidad de manera particular.

Para lograr definir la forma de un modelo conceptual se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. La estructura que forma, corresponde a lo que establece y específica.
2. Se pueden formar de imágenes, sentidos y desde la interacción.
3. Se forma una base de los objetos, no en la totalidad, ni con exactitud.
4. Pocos elementos y la interacción entre ellos.
5. La representación ocurre por procesamiento y evaluación.
6. Se forman por la necesidad de representar lo que se observa.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Cuando las personas se vinculan con la realidad adquieren la posibilidad de formar una percepción a través de la cual diseñan una representación que les permite detectar una idea de lo observado. De este modo, para que las cosmovisiones se conviertan en un objeto maleable debe existir una conexión entre lo pensado y lo que ello representa a través del lenguaje, es por ello que pasar de representación es un proceso complejo, porque, es establecer una interacción entre la experiencia y la construcción particular.

Según Grenier y Dudzinska-Przesmitzki (2015): “(...) Las experiencias vinculadas por una característica común permiten el surgimiento de un modelo mental de esa experiencia, el que, a su vez, influencia las percepciones y acciones asociadas a dichas experiencias” (Cárdenas-Figueroa, 2019, p. 2).

El proceso cognitivo que se estructura a partir de la percepción, es una mediación que contribuye a vivenciar espacios de razonamiento y creación de pensamiento. Esto es lo que permite dar solución a las circunstancias, por tanto, cuando hay una situación problemática la manera en cómo se diseña un plan de acción, se encuentra determinado por el modelo existente y la forma en cómo se relaciona con lo que vivencia la persona, adquiriendo de este modo la posibilidad de adaptar dicho modelo a los sucesos.

De igual forma, es un recurso mental que le permite a las personas interactuar con conceptos nuevos que aún no comprenden en totalidad, porque las ideas ya existentes posibilitan una asociación con el conocimiento. De lo contrario, el modelo mental puede actuar como un recurso de tratamiento de datos a través del cual la persona interactúa con el saber y amplía sus ideas. Es relevante tener en cuenta que, el modelo contribuye a generar varias posibilidades a partir del mismo análisis.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Según Johnson-Laird: “Así, cuando hay más de una razón para que ocurra un resultado, pueden existir varios modelos mentales en paralelo” (Johnson-Laird, 2001, citado por Cárdenas-Figueroa, 2019, p. 3).

Se puede subrayar que, una persona obtiene la posibilidad de brindar una conclusión acerca de lo que observa cuando posee la capacidad de asociar las ideas concebidas con cada uno de los modelos construidos, dado que la producción de opiniones y conceptos se basan en un espacio de análisis de los datos encontrado y la comparación entre ellos, proporcionando como resultado un aumento en la validez de las acepciones, porque se cuenta con una variedad de ideas que disminuyen la ambigüedad de los pensamientos.

Teniendo en cuenta lo descrito, es relevante de igual forma dar a conocer lo que sucede a nivel cognitivo cuando se relacionan las percepciones con las proposiciones. Esto se genera cuando el cerebro capta estímulos como proposiciones, por tanto, estas se expresan o comprenden a través del lenguaje a partir de frases o conceptos, es decir, se van evaluando en la medida en que se van vinculando entre sí, cuando los supuestos son evaluados para reconocer su validación o desviación allí se recurre al modelo, el cual puede ser modificado todo el tiempo.

Es importante destacar que los modelos mentales sólo pueden ser modificados, pulidos o reconstruidos a través del proceso de aprehensión. El nivel de comprensión de una persona determinará su capacidad para ofrecer soluciones, respuestas o inferencias, ya sea como experto o novato. Las construcciones que realiza se basan en premisas, por lo que los novatos pueden tener dificultades para identificar aspectos que son falsos y ofrecer soluciones. Esto se debe a que aún no han desarrollado los procesos cognitivos necesarios para resolver el tipo de problema con el que se relaciona.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Teniendo en cuenta lo planteado por Johnson-Laird (1983), Normal (1983) y Vosniadou (1992), los modelos mentales son un reflejo de las creencias que diseñan las personas sobre un sistema y este debe reflejar una coherencia tanto en la conceptualización que construyen como lo que emite el sistema en la realidad (p. 4).

Se debe resaltar que los modelos mentales son dinámicos, por tanto permanecen en constante cambio, acorde a las experiencias que vivencia la persona. Además, son incompletos e inespecíficos, puesto que no evidencian una representación detallada; por último son parsimoniosos, es decir brindan una explicación simple de la realidad.

Por otro lado, cuando una persona obtiene un primer encuentro con el modelo éste se dispone de manera ligera, de modo que no requiere mucho esfuerzo para canalizar las ideas que se asocian con el entorno de actuación; pero en un encuentro más profundo no solo bastará con reconocerlo y proceder, porque allí requiere de la capacidad de decidir, la cual debe ser procesa a través de parámetros probabilísticos mediante la vinculación de: percepciones, experiencias y predicciones.

Según Orrego Cardozo, López Rúa y Tamayo Álzare, los modelos mentales son: (...) artefactos epistémicos no solo informan sobre lo que piensan los sujetos, sobre cómo está constituido su pensamiento o cómo se procesa la información; también aportan conocimiento útil acerca de cómo funcionan los modelos en la práctica científica en el aula de clase. (p. 3-4)

Por ello, la utilización de los modelos mentales, se convierte en una inmersión a través de la intuición, permitiendo asociar las construcciones conceptuales con las bases de la heurística,

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

logrando poner en práctica las habilidades creativas a partir de elementos como: la representación, disponibilidad de anclaje y corrección.

Cárdenas-Figueroa (2019), plantea que: “(...) Así, la calidad de este juicio heurístico depende del acceso y calidad de sus modelos mentales” (p. 3).

A partir de lo dicho, se puede enfatizar en la forma en cómo una persona puede hacer uso de dichas herramientas intuitivas y heurísticas para facilitar sus procesos cognitivos, puesto que, permiten idealizar la situación para analizar las probabilidades de acción. Así el objeto de estudio sea complejo, el modelo mental brinda la posibilidad de desarrollar planes para una ejecución, dado que contiene recursos de representación y planificación.

Es por ello que los modelos mentales desde la psicología se comprende como un recurso que contribuye a procesar y acceder a la información de manera fluida, porque, se comprenden como una red de conocimiento que permite asociaciones, las cuales diseñan las ideas para ejecutar una acción y lograr expresar lo que entiende la persona de cada contexto o de cada fenómeno. Brindándole una procedencia, de acuerdo a las diversas conexiones que logra estimular, por ende, a mayores conexiones, mejores producciones de pensamiento.

Según Evans (2006) y Johnson-Laird (2001): existe la posibilidad de que las personas se sitúen desde dos puntos de vista cognitivamente. Una de ellas se basa en las creencias que construyen desde la percepción denominada dimensión epistémica, la cual es única en cada persona; por otro lado, se encuentran las dimensiones semánticas que son el sostén del modelo mental obtenido desde las afirmaciones, pues estas se generan a partir de la variedad de experiencias que las personas enfrentan constantemente.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Es importante tener en cuenta tanto la formación cognitiva como la comprensión del lenguaje en la construcción de conceptos. Estas dos perspectivas se complementan, ya que permiten establecer una mediación personal basada en la percepción y la integración de conocimientos, al tiempo que se comprende el lenguaje utilizado. De esta manera, se enriquecen los modelos mentales individuales, logrando una conexión amplia que considera creencias, cosmovisiones, pensamientos y formas de desenvolverse.

Desde otra perspectiva, en el análisis histórico de la cognición, encontraron que el razonamiento se basa principalmente en la implementación de representaciones pictóricas, lo cual se hace evidente en los ejercicios de los científicos, puesto que, ellos en su gran mayoría hacen uso de representaciones visuales (diagramas), contribuyendo al desarrollo de las ideas y conocimiento científico.

Nersessian y Oliva plantean que:

Tales representaciones mediante imágenes han sido usadas con frecuencia en conjunción con el razonamiento analógico en ciencias, constituyendo un heurístico que ha servido para focalizar la atención sobre determinados aspectos del fenómeno en estudio y como un nivel intermedio de abstracción entre el fenómeno y la representación matemática mediante fórmulas. (Nersessian & Oliva, 2007, p. 9)

Otro aspecto relevante es la imagen mental, esta es la manera en cómo la persona obtiene la capacidad de pensar en los elementos obtenidos desde una experiencia, pero no solo se basa en lo que obtuvo, sino que puede moldear y utilizar con un poco de profundidad lo que imagina. Por ejemplo el dibujo, se puede decir que es una imagen mental que posee la persona y le permite

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

decir o hacer, puesto que desde esta representación ella no puede describir lo que ve, sino la construcción que desarrollo de lo que ve.

También, se encuentra el lenguaje, el cual permite que la persona dé a conocer lo que sabe a partir de construcciones semánticas y lingüísticas haciendo uso de signos que contribuyen a denotar un código.

Según Vygotsky la capacidad simbólica cumple un papel importante en la construcción de los conceptos a partir del sentido y significado:

“(…) Este autor sostiene que las funciones mentales superiores dependen de la adquisición de herramientas culturales, incluido el lenguaje y otros símbolos, que iluminan la memoria, archivan datos y expanden el pensamiento. (…)” (Vygotsky, 1978, citado por De Barros Camargo & Hernández Fernández, 2016, p.3)

Es por ello que, de manera inconsciente o consciente las personas al interactuar con el medio, la cultura y comunidad, obtienen información a través de los sentidos, por tanto, la sinterización de lo que observan va al cerebro para establecer una construcción mental, la cual sirve como base para interpretar la realidad y poder tomar decisiones. Estas pueden presentarse en un principio como externas, pero como no son estáticas (se enriquecen desde la experiencia) se convierten en representaciones internas. En síntesis, lo que se puede decir es que la construcción ofrece una mirada particular de reconocer el mundo.

Cuando las personas adquieren herramientas cognitivas que les permite relacionarlas con el lenguaje, pueden resignificar sus conocimientos y recurrir al recuerdo para categorizar las percepciones, de modo que dicho proceso le brindará relevancia a las percepciones de acuerdo a las connotaciones que éstas evocan. De esta manera, pueden organizar la construcción de sus

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

concepciones y convertirlas en ideas, lo que les posibilita expresar de manera clara y efectiva su pensamiento y su interacción con el mundo.

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, ese es el proceso que contribuye a que la persona posea la capacidad de comprender los objetos o sucesos cognitivamente y lograr llegar a convertirlos en ideas que obtengan la característica de maleabilidad. Sin embargo, lo dicho no necesariamente se convierte en un asunto que pueda exteriorizarse de forma metacognitiva, es decir, una persona puede manipular información mentalmente, sin recurrir a la planificación de una reflexión sobre sus construcciones e ir más allá.

“(...) el sujeto recurre a diversos mecanismos de inferencia, a las representaciones existentes y al conocimiento general del mundo, generando a partir de todo ello transformaciones realistas desde un estado físico al siguiente” (Nersessian & Oliva, 2007, p. 7).

Uno de los procesos más relevantes en el estudio de los modelos mentales, es el poder disponer de una herramienta que permita estimular habilidades de orden superior, concibiendo una mayor relevancia que conllevan a la comprensión y la inferencia. Por ello, para poder somatizar los constructos en la mente se deben tener en cuenta tres procedimientos, el primero es el procedimiento recursivo, representaciones proposicionales y modelos. Este mecanismo no se puede describir de manera factible ni mucho menos se puede observar, sino que son composiciones abstractas que se pueden evidenciar en el mapeamiento de actividades dentro de un modelo.

En el segundo, se encuentran unos medios mentales en donde se utilizan pensamientos a través de imágenes y visualizaciones en 2 dimensiones, allí existen mediaciones como prototipos

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

que dan a conocer características específicas de algunos modelos mentales y las variables que intervienen en el procesamiento de la información.

En conjunto cada uno de ellos, permite la comprensión de conceptos abstractos y las relaciones entre los modelos mentales que se poseen, estableciendo de este modo una representación de manera simplificada de conceptos complejos, dando como resultado una forma fácil y estructurada para desarrollar la construcción de una idea.

Johnson-Laird, plantea la Teoría de los Modelos Mentales brindando como información una serie de argumentos que sostienen la manera en cómo es imposible poder aprehender de manera aislada y materializada, por tanto él considera necesario desarrollar los siguientes procesos como factor mínimo: “(...) a) las representaciones proposicionales, que pueden ser expresadas verbalmente, b) los modelos mentales, como análogos estructurales de una situación del mundo real o imaginario y c) las imágenes mentales como perspectivas particulares de un modelo mental” (Johnson-Laird, 1983, citado por De Barros Camargo & Hernández Fernández, 2016, p. 6).

A través del modelo mental, la persona adquiere la posibilidad de conectar ideas y conceptos imaginarios con la realidad que lo permea, y a través de dicho vínculo puede profundizar la conceptualización a través de la experiencia. Es de este modo como puede llegar a adquirir prospectiva social, porque, el nivel de la construcción es la que determinará la proactividad de la persona en diversos panoramas y la forma en cómo enfrenta las problemáticas. Éste en últimas viabiliza la construcción de una comprensión amplia por medio de la percepción particular que le brinda a los estímulos.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Según Nersessian, cuando una persona se sitúa sobre el análisis de una teoría, necesariamente requiere de la construcción de un modelo mental que le permita comprender de forma fácil y sintetizada; dado que, los conceptos científicos pueden ser codificados proposicionalmente. Para lograr un entendimiento se requiere de procesos de comprensión y esto lleva a una mediación de interpretación. “Así, lo que los filósofos han venido llamando "significado" y "referencia" (i.e., interjuego entre palabras, mentes y mundo) es, en esta visión, mediado por la construcción de modelos mentales que relacionan el mundo de maneras específicas” (Nersessian, 1992, citada por Rodríguez Palmeto et al., 2001, p. 17).

Lo más relevante de los modelos mentales es la acción que permiten ejercer, dado que, no se limitan a una necesaria disposición de un contexto en específico, sino que aparecen en el momento en que sean requeridos. De este modo, a través de ellos las personas pueden ajustarse a las situaciones, a su vez es posible aprenderlos y compartirlos, logrando no solo la participación intelectual, sino también la mejora del procesamiento de la información y la búsqueda para pulir los esquemas establecidos.

Los estudios pioneros realizados sobre los modelos mentales desde la didáctica de las ciencias estuvieron orientados a describir los modelos que tenían los alumnos en dominios específicos del conocimiento, tanto los que hacían referencia a conocimientos de orden intuitivo como los adquiridos mediante la enseñanza. (Ortega Cardozo et al., 2013, p. 6)

A partir de lo expresado es necesario dar a conocer que cuando los modelos se materializan a partir de una analogía como la construcción de un artefacto, se obtiene la posibilidad de comprender los vínculos externos que hacen parte de las elaboraciones que ejecutan los estudiantes, por tanto, se vuelve un campo maleable porque no solo se hace

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

concreto, sino que permite una intervención en el aula que brinda acceso a la comprensión desde las elaboración y corrección de los modelos explicativos que se hallan instalados en los estudiantes que conforman el aula de clases.

Los modelos mentales son análogos estructurales del mundo. Son producidos por los individuos durante su funcionamiento cognitivo y tienen dentro de sus funciones principales, el mantenimiento de la estructura del objeto o del fenómeno que supuestamente representan, es decir, su estructura corresponde a la estructura de la situación que los origina. (...) (Vosniadou, 1994, citada por Tamayo Álzate, 2006, p. 4)

Se debe subrayar que este proceso cognitivo, aunque se encuentre establecido admite de igual forma una maleabilidad de los modelos mentales, por ende, a través de las opiniones, percepciones o imaginarios ocurren procesos de asociación, definiciones y respuesta a las acciones externas para brindar una predicción de fenómenos o gestos de las personas. Es por esto que las personas solo podrán brindar concepciones desde lo que poseen y pudieron construir en parámetros de significación del mundo y los elementos que lo constituyen.

Es fundamental dar a conocer que existe una diferencia notable entre las representaciones proposicionales y los modelos mentales, dado que las primeras hacen utilidad de la sintáctica para poder comunicar las ideas, por tanto hacen uso del lenguaje y este a su vez puede establecer límites en la exteriorización, y por el otro lado los modelos permiten procesos imaginativos y de asociación con mayor libertad puesto que en ocasiones se facilita la intervención de varios medios mentales que permitan establecer una comunicación.

Teniendo en cuenta a Brewer (1999), Vosniadou y Ioannides (1998): “(...) el Modelo Mental es considerado como una estructura psicológica adecuada para entender situaciones en

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

las que existe interacción constante entre el sujeto, la tarea y el ambiente, situaciones que requieren decisiones rápidas ante cambios imprevistos” (Rauner, s.f, p. 3).

Además, los modelos mentales se basan en un proceso más económica de producción, es decir, se articulan con definiciones, actitudes y experiencias permitiendo guardar información de manera reducida en diversos espacios de comprensión y lo que ejecuta el sujeto es la utilización de lo que le sirve de cada una de ellas, puesto que es un proceso que se realiza en la vida cotidiana en ocasiones hasta de manera inconsciente, pero es lo que permite una interacción.

Según Tamayo Álzate (2006): “(...) Percepción, discurso e imaginación son, entonces, procesos centrales en la construcción de los modelos mentales” (p. 4).

Sin embargo, la construcción de los modelos en su proceso deja observar una serie de obstáculos que se pueden presentar, dado que estos se asumen desde una perspectiva haciendo uso total de la memoria de trabajo y en ocasiones cuando se ejecutan procesos mal articulado a la estructura se genera una saturación que impide producir definiciones o brindar percepciones, a partir de estas también se genera una debilidad y es porque del medio a veces se encuentran contradicciones que no encajan con la construcción por tanto no se aumenta la información.

Cuando la educación se basa en la implementación de procesos guiados hacia centrar la importancia en el aprendizaje de los estudiantes a partir del reconocimiento de los modelos, la representación que allí establecen los estudiantes posibilita que ellos puedan relacionar el concepto del fenómeno con la expresión del lenguaje, por tanto: “Los modelos van primero, y luego se produce la abstracción para crear las expresiones formales que conforman las leyes y axiomas de las teorías” (Nersessian & Oliva, 2007, p. 565). Es fundamental allí que el maestro

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

reconozca el orden adecuado y preciso para que pueda desarrollar procesos acorde a la iniciativa sobre la que se sitúa.

Al leer las elaboraciones de Nersessian se comprendió que los científicos a través en sus recopilaciones experimentales y teóricas para el desarrollo de sus trabajos creativos en los cuales vinculan la resolución de problemas o construcciones de teorías, han sido basados en modelos, puesto que es un proceso que admite la modelización mental de lo que se estudia a partir de la vinculación externa desde las bases científicas existentes, de donde quedan procesos de conocimiento que pueden ser implementados en prácticas científicas, dado que cuando se hace uso de un modelo el resultado será el desarrollo y cambio de conceptos.

A partir de la perspectiva sobre la cuál se sitúan Vosniadou y Brewer, es necesario aclarar que, tanto los niños como las personas adultas construyen desde una primera instancia una estructura cognitiva partir de la intuición por medio de las experiencias que pueden desarrollar en su medio coloquial, y estos a su vez pueden pasa a convertirse en teorías ingenuas porque se basan en conocimientos fragmentados, dado que sus concepciones permiten una relación con teorías que anteceden las teorías propias del conocimiento, como la idea desfasada de realidad que en ocasiones en la física han llevado a pulirlas y establecer concepciones nuevas.

La fragmentación de información en la construcción de modelos mentales hace referencia a la recopilación de información de diversas fuentes y la posterior unificación de la misma. Esto implica que la persona tiene una construcción inicial del fenómeno, pero esta no sigue necesariamente una secuencia lógica. En cambio, se cortan los aspectos que le hacen sentido a su construcción y se unen de manera que puedan formar un todo. Sin embargo, esto no garantiza que los diferentes elementos que se unen tengan cohesión interna ni que sean coherentes con la

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

realidad. En otras palabras, la construcción resultante puede parecer como un retazo de ideas que no necesariamente están relacionadas de manera lógica o coherente.

Sin embargo, a través de las mediaciones que experimenta la persona, ésta adquiere la posibilidad de establecer una reestructuración, de modo que, puede modificar su manera de pensar y percibir el mundo. Existen dos procesos, uno denominado débil, que consiste en un procesamiento de información paulatino, donde la persona empieza a ajustar ideas en su modelo mental y por otro lado se encuentra el reestructuramiento radical, el cual genera un cambio abrupto no solo en el modelo mental sino también en los rasgos de personalidad causados por un cambio de enseñanza que lo lleva a cuestionar y actuar de forma oportuna y rápida para lograr una intercepción en el medio.

Para concluir, es necesario dar a conocer que a través de las perspectivas teóricas de los autores mencionados, se pueden definir los modelos mentales como estructuras cognitivas internas que pueden ser nutridas o modificadas por medio de estímulos externos como enseñanza, experiencia y la cultura. Y estas son utilizadas por las personas para organizar sus ideas, transmitir los pensamiento, interpretar la realidad y dar sentido a los conocimientos que adquieren, a su vez son un recurso que posibilita tomar decisiones y solucionar problemas tanto en las áreas de conocimiento como en la vida cotidiana.

A continuación, se dará paso a lo concerniente a la segunda parte conceptual que fundamenta la investigación, puesto que en la física que se imparte en el colegio es pertinente desarrollar los procesos abstractos a nivel conceptual desde diversas representaciones para que los estudiantes puedan concretar cada vez más su saber y a través de ello permitir que los conceptos se hagan cada vez más cercanos a ellos, ya sea a través de ecuaciones, gráficos, diagramas de cuerpo libre o símbolos. Además, se debe aclarar que como en los vectores desde

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

la física se requiere de una matematización, las matemáticas se aprenden a partir del cambio de representación.

### 2.3.2 Representaciones Semióticas

Es importante iniciar señalando que, a lo largo de la historia se han comprendido las representaciones desde dos perspectivas diferentes. La primera perspectiva surgió debido a la gran cantidad de representaciones similares que se encontraban, lo cual se puede explicar por el hecho de que las imágenes reflejadas por la luz pueden cambiar de posición y reflexión según el ángulo de observación. Por otro lado, existe el conocimiento de diversos tipos de representaciones, incluyendo imitaciones, instrumentalización científica (como los telescopios), procesos matemáticos, geométricos y otros que pueden ser un poco más abstractos de conseguir, como las imágenes mentales.

Según Duval (2017): “La diversidad de representaciones de un mismo objeto se origina en la variedad de sistemas físicos o semióticos que pueden reproducir representaciones” (p. 23).

Lo dicho se puede complementar, cuando el estudio de las representaciones semióticas se comprendieron como un espacio de esparcimiento conceptual, dado que fue una excelente propuesta para establecer la creación de nuevas notaciones y se permitió el paso al descubrimiento del cálculo infinitesimal, dando paso a que científicos y matemáticos como: Newton, Leibniz y Descartes, tuvieran un papel importante en dicha búsqueda de conocimiento, donde se analizaron las matemática como una acumulación de objetos simbólicos, los cuales podrían llegar a sobrepasar la concepción de descartes, de que los humanos solo podrían analizar los objetos desde la intuición.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

“(…) Leibniz observó que el conocimiento simbólico puede superar esta finitud de la intuición al proporcionar posibilidades ilimitadas para el acceso indirecto a los objetos matemáticos” (Duval, 2017, p. 29).

Dicho en otras palabras, las matemáticas por constituirse de objetos llevan a una comprensión y análisis que permite construir su utilidad de una manera más próxima a la realidad, desde representaciones por medio de símbolos. Ello brinda una gama amplia de procesos en los cuales se pueden manipular estos objetos, puesto que dan paso a reglas que se pueden utilizar para abordar nuevos problemas matemáticos y físicos. Dando como soporte una forma de superar la intuición humana, que en aspectos tan abstractos se limita.

Las representaciones, son una herramienta fundamental para dotar de significado conceptual al objeto que se analiza o estudia y así convertirlo en un elemento tangible expresado a través de: signos, símbolos, números, gráficos y esquemas, siendo la expresión que comunica el sentido de los objetos matemáticos para una intervención que contemple procesos de tratamiento, conversión y expresión, dado que, esta es la forma más completa de aprender matemáticas; sin embargo, es un proceso paulatino en donde se requiere de adquisiciones conceptuales para lograr pasar por cada tipo de registro, y saber qué tipo de cambio se está ejecutando.

De este modo, cuando se desconoce la manera en cómo los estudiantes representan los objetos y fenómenos matemáticos - físicos se imposibilita la obtención de conocimiento o proceso de enseñanza, dado que cuando se posee dicho saber se posibilita el desarrollo de mecanismos que sean coherentes con los procesos mentales que desarrollan ellos. Es así como la semiótica contribuye a que dichas técnicas se puedan ampliar desde la diversificación de

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

representaciones a partir de un mismo objeto, lo cual requiere de mayor número de asociaciones posibilitando un aumento de la capacidad de creación.

Tamayo Álzate (2006), plantea que: “(...) Otro aspecto importante hace referencia al cambio de las formas de representación, como consecuencia de la selección de procesos cognitivos más económicos en el tratamiento de las representaciones” (p. 5).

Dicho en otras palabras, cuando se crea una enseñanza que lleva a que los estudiantes logren hacer procesos cognitivos económicos, se estará facilitando el aprendizaje, porque aprenderán a recurrir a la búsqueda conceptual más fácil en cualquier espacio de ejecución; por tanto, esto simplifica el proceso de tratamiento y permite que la comprensión de los conceptos sea más factible. Por ello, si aprenden a realizar lo mencionado, estarán estimulando la capacidad para elegir las herramientas más eficientes, puesto que, solo recurren a un número reducido de recursos cognitivos.

El análisis realizado a los procesos que se llevaban a cabo en la formación desde las matemáticas, permitió ampliar las concepciones de la enseñanza de la ciencia pasando de modelos tradiciones que se basaban en la interpretación de textos y gráficos, a una formación desde el cambio de representación que se puede ejecutar para cada objeto. Esta es la mediación que viabiliza, reconocer los obstáculos presentes en la elaboración de las representaciones externas y la forma en cómo los maestros y estudiantes hacen uso de ellas para comprender los conceptos.

Es preciso tener en cuenta que, para construir una representación se debe pasar por una serie de actividades que ayuden a utilizar la información que se retiene desde la comprensión hasta la conformación de los caracteres que constituyen los objetos matemáticos. Allí es

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

relevante poseer claridad en el propósito de lo que se aprende, dado que esto permitirá que la información se conserve y se pueda utilizar en momentos futuros. En este proceso es conveniente que intervenga el procesamiento, el entendimiento y la construcción, para que los saberes sean guardados en la memoria de largo plazo.

Desde la perspectiva de Duval (1999), se destacan unos procesamientos como:

(...) *las de formación*, como aquellas representaciones de algo a partir de un conjunto de caracteres e internacionalidades; las de *tratamiento*, cuando una transformación produce otra dentro del mismo registro; y las de *conversión*, cuando la transformación produce otra representación en un registro distinto al de la representación inicial, por ejemplo, la transformación analógica a la digital. (p. 5)

Por consiguiente, a la hora de enseñar los cambios de representación, el maestro debe brindar instrucciones precisas para que los estudiantes comprendan las acciones que están ejecutando, dado que no es correcto que realicen procesos inconscientes, sino que sea desde un punto de vista comprensible en donde ellos descubran la importancia de manipular el objeto desde cada una de las representaciones en las que se puede situar, y saber el tipo de proceso que está ejecutando, puesto que, podrá interiorizar la diferencia entre tratamiento y conversión.

En este espacio representacional, es necesario tener en cuenta el papel que juegan los componentes de la semiótica, en primer lugar, se encuentra la noesis la cual se encarga de proporcionar al estudiante la posibilidad cognitiva de comprender lo que refleja un signo; por otro lado, se encuentra la semiosis, ahí es donde el proceso toma participación, puesto que, ya no solo es comprender, sino que es dar significado al signo y a la construcción que se estableció de

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

él. En definitiva, estos procesos son recíprocos y permiten una coexistencia epistemológica, evidenciada a través del lenguaje para comunicar el pensamiento.

(...) Las operaciones propias de cada registro son operaciones cognitivas. Esto quiere decir que el sujeto ya debe haber tomado conciencia de ellas para poder realizarlas de manera intencionada y espontánea. Esta es la condición para que el uso del registro movilizado cumpla con las tres funciones cognitivas, que están involucradas en el ACTO DE PENSAR (Noesis). (Duval, 2017, p. 87)

Se debe enunciar que, la etimología de la palabra semiótica toma valor en una definición griega: *sēmeiōtikós* la cual hace mención a las palabras, señal o signo y esta determinación conceptual fue acuñada por Ferdinand de Saussure, en la época de la edad media postulándose desde la creación de una teoría del lenguaje. Él fue un lingüista muy importante, por tanto obtuvo el reconocimiento como uno de los principales precursores de la semiótica moderna y su definición permite un análisis general que admite un vínculo con las matemáticas.

Uno de los aspectos fundamentales al mediar con la teoría de representaciones semióticas, es que la inmersión en ésta requiere de hacer énfasis en procesos que contribuyan a interiorizar que el objeto no es la representación que se realiza de él, sino que es una materialización del objeto para convertirlo en algo tangible, además los estudiantes deben comprender que al hacer un procedimiento de conversión o tratamiento el resultado no es un reflejo de cambio interno, sino solo de apariencia, percepción, lenguaje y mecanismo de interpretación.

El trabajo realizado por Duval (2017), plantea variedad de aspectos importantes y es este espacio se tendrán en cuenta los siguientes: “la importancia de la conversión para no confundir el

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

objeto representado con el contenido de la representación, que depende del registro seleccionado, y la profundas dificultades que la conversión provocaba sistemáticamente a la gran mayoría de los estudiantes” (p. 94).

Un aspecto importante es que, a través de las conexiones cerebrales entre conceptos, ideas y representaciones interiorizadas, la persona puede establecer nuevos pensamientos que pasarán a ser representaciones nuevas. Lo descrito es una ampliación del conocimiento y lo que hace el cerebro es ordenas las nuevas representaciones halladas en el mismo espacio conceptual de las que ya poseía; una característica que van a poseer es la diferencia interna de sentido, pero compartirán el contexto en que se pueden usar (matemáticas-física). A su vez, la manera de exteriorizarlas es a través de medios comunicativos físicos como: esquemas y prototipos.

“La transformación de una representación semiótica en otra exige poner en relación el dominio del conocimiento de las ciencias cognitivas y el de las relaciones entre la ciencia y su enseñanza, y muy particularmente, el concepto *transposición didáctica*” (Chevallard, 1985, Gómez, 2005, citados por Tamayo Álzate, 2006).

Es por ello que el maestro, es el encargado de mediar en los procesos educativos y de este modo, es pertinente que inicie por reconocer la manera en cómo los estudiantes experimentan la comprensión del objeto matemático y a través de ello construyen conocimientos, definiciones, ideas y dan significado. Obteniendo de esta manera, una base sobre la cual iniciar un proceso desde sus concepciones, para poder clasificarlas desde erróneas hasta ideas bien elaboradas, para a través de la transposición didáctica enseñar las reglas y conceptos epistemológicos de los objetos en estudio.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

“(…) El reconocimiento de que la conversión de una representación semiótica en otra es la actividad cognitiva de mayor dificultad para los estudiantes (…)” (Tamayo Álzate, 2006, p. 43).

Cuando se reconoce cómo los estudiantes construyen su conocimiento, se puede atribuir una definición a las representaciones semióticas y enriquecerla a través de la implementación y construcción de mediaciones didácticas, para generar nuevos conocimientos y facilitar los procesos de aprendizaje. De esta manera, las representaciones no solo son una herramienta de enseñanza, sino también un mecanismo que facilita la comprensión de los contenidos y las abstracciones matemáticas.

Con relación a la enseñanza que se brinda desde las matemáticas, ésta se asume de manera natural como en cualquier campo del conocimiento, sin embargo, es un espacio de adquisición de saber, en dónde se hace fundamental el enfatizar en la estimulación de habilidades que le permita a los estudiantes interactuar con los objetos matemáticos, los cuales hacen referencia a: procesos de razonamiento, análisis y perspicacia en la visualización, dado que son medios para interactuar con los códigos de representación y comprensión de los conceptos.

Según Tamayo Álzate (2006): “(…) Se admite, además, que la pluralidad de sistemas semióticos permite diversificar las representaciones de un mismo objeto, y, de esta forma, amplía las capacidades cognitivas de los sujetos y, por tanto, sus representaciones mentales” (p. 41).

Para complementar la forma adecuada en cómo se pueden posibilitar los espacios educativos desde las matemáticas, es importante dar a conocer que el maestro debe poseer claridad conceptual desde lo que enseña, por tanto, la acepción más básica es la de objeto, por ello se mencionará la definición que brinda Bruno D'Amore al respecto:

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

El objeto matemático se presenta, en cierto sentido, como único, pero en otro sentido, como múltiple. Entonces, ¿cuál es la naturaleza del objeto matemático? No parece que haya otra respuesta que no sea la estructura, formal, gramatical (en sentido epistemológico), y al mismo tiempo la estructura mental, global, (en sentido psicológico) que los sujetos construimos en nuestros cerebros a medida que se enriquecen nuestras experiencias. (D'Amore, 2006, p. 17)

Esto significa que la comprensión de los objetos matemáticos no solo depende de su estructura formal, sino también de cómo los seres humanos perciben, interpretan y relacionan esa estructura con sus experiencias personales. De igual manera, es necesario recalcar que, los objetos matemáticos pueden ser múltiples, debido a que no solo parte desde la perspectiva de representación, sino desde los contextos en los cuales se pueden implementar, dado que no solo son fundamentales en las matemáticas, sino también desde la comprensión del mundo.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se puede dar a conocer que las representaciones semióticas no solo se fundamentan en el proceso de la adquisición hábil para la interacción con ellas de manera epistemológica, sino que actúan también como una mediación que da la posibilidad de aprender matemáticas, puesto que, los objetos matemáticos se sitúan en un medio particular de comunicación y representación a través de símbolos y signos que permiten interpretarlos.

(...) una de las funciones principales de los maestros, sino la más importante referida al proceso de enseñanza-aprendizaje, es la de hacer evidente a sus estudiantes los procesos de transformación y de conversión que se requieren para el paso de una representación a otra. (Tamayo Álzate, 2006, p. 47)

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Además, las representaciones semióticas no se pueden analizar ni clasificar, si con antelación no se conocen los sistemas que las conforman, por ello, se debe interiorizar el sistema de signos, sistema de referencia y sistema de interpretación, porque esto contribuye a que se interprete la manera en cómo las representaciones interactúan con los fenómenos u objetos. Éste es el medio que permite una comunicación asertiva en la cual se vinculen los datos necesarios para transmitir el conocimiento, siendo el modo más eficaz de interacción con los signos que a través de la historia cobran valor.

“La única operación cognitiva para obtener nuevas propiedades o dar acceso a objetos matemáticos es el mapeo uno a uno de las unidades de significado de dos representaciones semióticas que difieren entre sí por sus respectivos contenidos (...)” (Duval, 2017, p. 49).

En matemáticas, el mapeo uno a uno es una herramienta fundamental que permite establecer correspondencias precisas y rigurosas entre elementos de conjuntos diferentes. Esta acción de correspondencia se basa en una relación inyectiva, en la que cada elemento (dominio) se relaciona solo con uno y solo un elemento del otro conjunto (rango). A través del mapeo uno a uno, cualquier objeto o representación semiótica puede ser comparado con otros de manera precisa y rigurosa.

La vinculación cognitiva que se establece en este proceso no se trata solo de buscar puntos de encuentro, sino también de despreciar elementos que no encajen en dichas particularidades. Es decir, se debe tener en cuenta que la relación biyectiva requiere que no existan elementos sobrantes ni faltantes en ninguno de los conjuntos que se están relacionando.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

De este modo, se debe subrayar que, aunque los procesos cognitivos se relacionan con las representaciones semióticas, estos se dan de forma distinta, puesto que, desde la parte cognitiva se ejecutan una serie de pasos como: la atención, en donde la persona adquiere la posibilidad de centrar su interés en los detalles del concepto o fenómeno, para luego pasar a la codificación, puesto que, es necesario que el cerebro describa la representación mental y permita utilizar la construcción, y finalmente se ejecuta organización, elaboración y evaluación para corroborar con otros recursos conceptuales la veracidad del modelo que se establece.

Teniendo en cuenta lo que plantea Duval (2017):

Este es el punto crucial para el aprendizaje de las matemáticas, y también es el primer desafío en la enseñanza de las matemáticas. Es necesario desarrollar un tipo de funcionamiento cognitivo totalmente diferente al que se moviliza en la práctica de las otras ciencias para que los estudiantes comprendan cómo el aprendizaje de las matemáticas contribuye a su desarrollo intelectual global. (p. 12)

Por otro lado, la comprensión de las matemáticas se da desde: orden, ya que lo primero es comprender la situación expuesta, para pasar a un espacio de entendimiento que exige el reconocimiento teórico del objeto para poder determinar una validación, a través de las diferentes representaciones semióticas y dar paso a una justificación, la cual es prudente hacerla en repetidas ocasiones para desligar las ideas de afirmaciones subjetivas, y volver a brindar una validación para finalmente, realizar una demostración, completando el proceso mediante la expresión rigurosa de razonamientos lógicos.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Para comprender dichas representaciones, según D'Amore, son definidas de la siguiente manera: “semiótica =<sub>df</sub> representación realizada por medio de signos; noética =<sub>df</sub> adquisición conceptual de un objeto” (D'Amore, 2006, p. 10-11).

Es fundamental tener presente que, el reconocimiento más relevante otorgado a las representaciones semióticas no es el hecho de que se convierten en una mediación que posibilita la materialización de los objetos matemáticos y físicos, sino el visualizarlas desde el procesamiento que permiten, dado que esta es la mediación de aprendizaje que admite un proceso de alto nivel cognitivo para la comprensión matemática y la creación del conocimiento, a través de ideas que se convierten en pensamientos útiles en el contexto de experimentación.

(...) No todos los sistemas semióticos son registros, solo los que permiten una transformación de representaciones. Hemos destacado el caso muy genuino del lenguaje natural. Allí, la producción de representaciones semióticas se puede lograr según dos modalidades muy fenomenológicas. (...) (Duval, s.f, p. 12)

A partir de la cita se comprende que, existen diversos campos en los sistemas semióticos y no todos son de la misma naturaleza, de este modo como el lenguaje natural se asume como un registro, admite observar cómo el lenguaje se forma a partir de la unión de códigos para establecer un mecanismo que no solo busca informar, sino que materializa el objeto, brindando un punto de vista amplio que a través de los procesos de comprensión, instalará bases cognitivas para la aplicación en contexto que requieran de su uso. Además, por ser la representación más cercana a los estudiantes, se convierte en uno de los principales medios para involucrarse en el lenguaje matemático.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

El lenguaje natural es uno de los registros utilizados en matemáticas para formular definiciones, teoremas, razonamientos matemáticos y para justificar soluciones. En la enseñanza de las matemáticas, el lenguaje natural interviene en todos los planteamientos de problemas que se plantean a los alumnos, pero principalmente en los que requieren aplicación de conocimientos. (Duval, 2017, p. 107)

Teniendo cuenta los sistemas semióticos, éstos son una herramienta útil para comunicar y ello implica precisar que en este espacio no todos los procesos que allí se encuentran vinculados constituyen un cambio de registros, pero los que se mencionan a continuación si los ejecutan de ese modo, que son los procesos que más se implementan en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, pues permiten operar ya sea desde una modificación o una transformación en la representación.

Antes de entrar en la descripción de los sistemas semióticos, es importante dar una definición de la forma en cómo se hace posible manipular los objetos matemáticos. Según Radford (2005):

Ahora bien, ¿cuáles son los medios para mostrar el objeto? Esos medios son los que llamo medios semióticos de objetivación. Estos son objetos, artefactos, términos lingüísticos y signos en general que se utilizan con el fin de volver aparente una intención y de llevar a cabo una acción. (Radford, 2005, citado por D'Amore, 2006, p. 8)

Por ello, se hace necesario expresar que el primer proceso semiótico se denomina tratamiento el cual consiste en un proceso semiótico en donde se realizan tránsitos por el registro, pero sin cambiar de representación, por ejemplo, se asume la solución de una situación porcentual, por tanto, los porcentajes se pueden representar como decimales y fraccionarios, es

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

decir ocurre un cambio de observación del objeto matemático, pero es una misma mediación numérica. Esto brinda la posibilidad de implementar símbolos y signos para una comprensión en contexto, además es un medio de reconocimiento de los procesos numéricos que es posible hacer por medio de las representaciones.

Según Raymond Duval (2017): “Los tratamientos son las transformaciones intrínsecas propias del registro seleccionado” (p. 100).

Por otro lado, se encuentra una actividad matemática que se denomina conversión la cual consiste en realizar un proceso semiótico que cambia el registro a través de representaciones, es una manera de brindar una ampliación al objeto matemático, por ejemplo, se dispone una gráfica que contiene una línea recta, la cual al pasarse a la representación algebraica se convierte en la ecuación de la recta. A partir de lo dicho, se puede decir que, ocurrió un cambio de representación porque se pasó de una ilustración gráfica a una numérica, lo cual brinda dos representaciones diferentes pero que describen el mismo objeto matemático.

“La teoría de los registros se desarrolló a partir de esta metodología, ¡ y no a la inversa! Más precisamente, se desarrolló utilizando la conversión como herramienta analítica de variaciones de representaciones realizadas sistemáticamente dentro de un registro” (Duval, 2017, p. 128).

En este espacio es necesario dar a conocer que, los estudiantes requieren de un proceso cognitivo elevado para comprender que un objeto matemático se puede representar de diversas maneras a través de los registros semióticos, sin que exista una modificación interna de él. A su vez, necesitan interiorizar la construcción conceptual que les ilustre que la representación no es

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

el objeto, sino la manera en cómo se puede hacer un poco más tangible el objeto a través de la semiosis.

Hay dos tipos de tareas cognitivas en la actividad matemática. Se dan o yuxtaponen directamente dos representaciones semióticas que difieren entre sí por sus respectivos contenidos. Luego hay que RECONOCER si son representaciones del mismo objeto o no. Por el contrario, las representaciones semióticas que se dan no difieren en tipo: enunciados verbales o expresiones simbólicas, o figuras geométricas, etc. (Duval, 2017, p. 62)

El reconocimiento de los tipos de representación, se convierte en el primer paso para lograr obtener una comprensión completa desde el área de matemáticas, dado que son la base fundamental sobre la cual se inscriben todos los objetos que intervienen en los cambios de registro que se pueden llegar a establecer. Además, es un proceso que permite distinguir entre el concepto, el contenido y el objeto representado, pues las tres conforman al objeto pero no hacen mención a la misma característica de él, sino su definición total, es decir, establecen un complemento, sin la concreción de alguno de los procesos mencionados, no se lograría entender la utilidad y formas en que se puede reflejar el objeto.

Desde otra perspectiva, para que los estudiantes logren interiorizar los conocimientos con respecto a la interacción matemática con los objetos, se hace necesario que desde la representación de lenguaje natural comprendan la diferencia entre la implementación de los teoremas y el argumento, dado que el primero es la utilización lingüística de procesos irrefutable que se convierten en mediaciones descriptivas para la aplicación y el segundo es el que brindar un escenario de convencimiento, por esto el maestro debe guiar a los estudiantes a que

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

desarrollen procesos de pensamiento deductivo y no elaboren dificultades epistemológicas en este caso desde el tratamiento.

“(…) Para lograr que ellos alcancen este nivel, se requiere el uso de actividad de representación transicional tal como la construcción de gráficos proposicionales” (Duval, s.f, p. 23).

Considerando la vinculación de los estudiantes para con los gráficos proposicionales esto les permitirá obtener elementos que facilitarán la comprensión de los conceptos matemáticos, porque se formulan enunciados a los cuales se les da un calificativo de acuerdo a lo que se desea representar, en su mayoría se asumen espacios en donde obtienen falso o verdadero y esto lleva a las personas a interiorizar los conocimientos de manera lógica. En definitiva, éste es un proceso que clarifica las definiciones y los conceptos.

Se debe subrayar que, en la mediación educativa en que se ejerza la adquisición de bases para el cambio de registro no solo se pueden basar en la formulación de situaciones problema en donde los estudiantes apliquen conocimientos, sino que es fundamental integrar tareas en donde los estudiantes obtengan el desafío de pasar por cada registro, es decir variar un registro original entregado para que puedan establecer modificaciones, cambios y transformaciones en el registro, de lo contrario se convierten en un proceso de replicación y no de aprendizaje, lo cual exige un procesamiento de información reflexivo.

Seguidamente desde la conversión, esta se comprende como el proceso que hace uso del registro base para ejecutar sobre él cambios de representación allí hay un registro base sobre el cual se actúa y se emiten cambios de representación, en los cuales se descubre que en ocasiones ocurre un proceso en donde es posible observar el registro de llegada y ello actúa como algo una

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

codificación, es decir internamente interactúan los signos y símbolos de representación y se brinda como resultado una comunicación variada de lo que del registro permite entender.

Teniendo en cuenta lo que plantea Duval (1995) es posible reconocer tres factores que explican el fenómeno percibido desde la conversión:

- En primer lugar, se puede dar que exista una relación uno a uno entre los constituyentes significativos (símbolos, palabras, o rasgos visuales) expuestos desde los elementos que conforman la representación fuente y la representación de llegada.
- La unión entre los significados de la representación para con el elemento de llegada puede darse de dos modos, que exista una conexión con un único objeto o no sé de la conexión.
- La relación que existe entre los significativos de salida con respecto a los de llegada guardan internamente un orden o puede ocurrir que al interior de la representación de llegada se den modificaciones las cuales son reflejo del punto de partida. (p. 24)

Teniendo en cuenta lo expuesto se puede decir que, cuando los estudiantes no poseen la capacidad de asociar el objeto con su representación, allí se encuentran con una dificultad de aprendizaje dado que se opta por una postura que los lleve a considerarlos como dos objetos distintos. De este modo, se hace necesario brindar a los estudiantes bases cognitivas que les permita comprender que dicho objeto se puede asociar con diversos escenarios de representación, pero que no todos brindan una información matemática útil, por tanto, deben discernir entre qué les sirve como información del objeto matemático y lo que es una simple representación.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Se debe plantear que el aprendizaje en el campo de las matemáticas se logra cuando las personas demuestran posturas de comprensión, interiorización y coordinación entre los procesos inmersos en cada tipo de registro, de modo que, cuando una persona logra diferenciar dos tipos de representación de un mismo objeto matemático, ello se convierte en la evidencia de una amalgama de conocimientos para brindar como resultado la vinculación de los registros de representación en su sistema de referencia.

Es imprescindible tener en cuenta los siguientes interrogantes en cualquier espacio en donde se requiera el procesamiento de pensamiento e información a través de un cambio de representación o de la comprensión de técnicas para aplicar las representaciones, puesto que estos son fundamentales para establecer una base sólida de aprendizaje:

¿Tenemos un acceso directo e inmediato a los objetos (para lo que a menudo utilizamos la palabra general y plurívoca "intuición")? ¿Cuáles son los sistemas, las estructuras, que se requieren para obtener los objetos, ya sea directamente o mediante una secuencia de procesos conscientes o inconscientes? Por último, ¿cuál es la naturaleza de la relación cognitiva entre estos procesos y los objetos de conocimiento? (Duval, 2017, p. 21-22)

A partir de las preguntas estimadas con antelación es importante decir que allí con ellas se establece un esquema que permite comprender y estudiar la naturaleza del campo con el que se hace inmersión, es la principal herramienta de interpretación, porque admite la exploración y búsqueda de elementos claves que garantizarán la funcionalidad de los conceptos y justificaciones. Este adquiere el nombre de esquema de análisis de conocimiento y posee como pretensión de igual forma brinda bases para interpretar los componentes que intervienen en la adquisición y producción de conocimiento.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Es de aclarar que, aunque los signos posean una relación con las representaciones no son lo mismo, dicho en otras palabras, los signos pueden estar conformados por símbolos los cuales brindaran la posibilidad de transmitir código y estos son contenidos por las representaciones, o sea que serían solo una parte que ofrece una relación convencional de la construcción de representación, pero esta última es un método de acumulación, organización y transmisión de información o conocimiento, por tanto posee una relación con lo que representa.

“La relación entre las representaciones y los objetos resulta de la acción inicial de los objetos sobre los receptores físicos o sensoriales” (Duval, 2017, p. 38).

Ahora se puede decir que entre los signos y los objetos se genera una relación de referencia de acuerdo a la representación a la que hace mención, es decir, ya sea desde el numérico, lenguaje natural o gráfico. Además, están sujetas a las capacidades que posea la persona para ejecutar procesos de tratamiento para modificar o transformar las representaciones semióticas, porque el cambio de representación requiere de la comprensión consciente de las implicaciones que establece en el objeto matemático y cómo este objeto continuará conservando su naturaleza.

Se debe subrayar, que el cambio que surgió para la semiótica tuvo origen desde los análisis estipulados a partir de las ecuaciones algebraicas, las fórmulas en la física y las curvas que hacen mención a la parte gráfica específicamente desde la mecánica y ahí se dio la necesidad de interpretar de manera profunda lo que sucedía en los sistemas numéricos y la exteriorización que obtenían. Esto es un punto a tener en cuenta a modo de síntesis, porque, aunque principalmente las representaciones semióticas permiten aprender matemáticas no solo son necesarias en este espacio del conocimiento, sino que se hace evidente la vinculación con la física.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Queda por destacar cómo las representaciones semióticas se integran en la enseñanza de la física, al igual que ocurre en la enseñanza de las matemáticas. En ambos casos, se busca establecer una conexión entre los conceptos abstractos y los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana. En este sentido, la física ha utilizado las representaciones gráficas para describir el movimiento y, de esta manera, facilitar su comprensión. Por lo tanto, se puede decir que, la inclusión de las representaciones semióticas en los procesos educativos de la física es fundamental para que los estudiantes logren una comprensión profunda y significativa de los conceptos físicos.

Asimismo, Belluco y Carvalho (2009) plantean que desde la termodinámica realizaron en primer lugar una puesta en escena que les sirvió como base para empezar a entender que tan viable podría llegar a ser la implementación gráfica cartesiana desde el diseño de gráficas que describen el calor y la temperatura, dado que allí, hacían la vinculación desde los diferentes medios de representación como: lenguaje común, gráfico, escrito y representativo. De modo que, esta práctica los llevó a concluir que los estudiantes poseían mayor grado de comprensión cuando los llevaban a hacer diversos análisis de los objetos, es decir no solo desde el entendimiento de situaciones se convierten en dificultades porque son complejas de comprender y para construir la idea los estudiantes requieren de unas bases conceptuales.

Lo dicho se puede reflejar en:

La investigación señaló la importancia del uso coordinado de los lenguajes orales, escritos, visuales, gestuales y matemáticos, con sus recursos tipológicos y topológicos, articulados con los recursos de cooperación, y la especialización entre ellos, para promover una visión del fenómeno estudiado a través de tales lenguajes (...) (Mora, 2019, p. 131)

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

La utilidad de las representaciones semióticas desde la física radica en el proceso de facilitar al aprendizaje de los estudiantes desde la ciencia mencionada, puesto que al ser un espacio en el cual se estudian fenómenos naturales que en su mayoría son abstractos se requiere del uso variado de recursos que permitan un análisis global y específico de los conceptos fundamentales de la física y la extrapolación de estos en la utilidad del mundo real. Allí se hace necesario utilizar gráficos, diagramas de fase, modelación matemática, lenguaje cotidiano, para luego llevarlos a la construcción de conceptos complejos y completos.

En definitiva, las representaciones semióticas más que una herramienta son una base comunicativa que permite a los maestros desde las matemáticas y la física convertir los objetos abstractos en unos más asequibles a su nivel intelectual e imaginario. A su vez, son una mediación que admite a los estudiantes llevar los conceptos a la solución de una situación problema, demostrando desde su solución una interiorización conceptual más efectiva. Desde los fenómenos naturales son una forma de representarlos a través de la modelación matemática y hacer uso de las funciones ejecutivas del cerebro para brindar conclusiones de predicción de los sucesos futuros.

Por último, se encuentra el cambio conceptual utilizado desde una perspectiva educativa, este concepto comprendido como un espacio en el que los estudiantes al poseer modelos mentales, pueden manifestarse a través de representaciones semióticas y dirigir sus conocimientos hacia el modelo conceptual de vector en física. Por lo tanto, la intervención de los maestros en el proceso de enseñanza, conlleva a una enriquecedora experiencia en la que las concepciones de los estudiantes se refinan.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 2.3.3 Cambio conceptual

En esta mediación de conocimiento y diseño del mismo, todo surgió a partir de la necesidad que encontraron por comprender los procesos internos que desarrollan los estudiantes, puesto que algunos de ellos no lograban construir nuevos conocimientos llevando esto a preguntarse ¿cuál era el obstáculo? Hallando de este modo que, más allá de establecerse un concepto erróneo por el desconocimiento, ello se convierte es un limitante para el procesamiento, porque, no se trata de la inadecuada utilización del concepto solamente, sino que esa interiorización primaria afectará a las demás conceptualizaciones asociadas.

Al profundizar en lo planteado, es preciso hacer mención a Brousseau, cuando define los obstáculos epistemológicos y la manera en cómo expresa la importancia de tener en cuenta a estos en la enseñanza. Él propone que las mediaciones didácticas que el maestro establece, deben partir de las experiencias, expresiones y opiniones que brindan los estudiantes, puesto que, ellos a través de sus percepciones están dando a conocer una representación cognitiva, con relación a los medios y objetos con que interactúan.

Para concretar las ideas desarrolladas, Brousseau: “(...) menciona a Bachelard quien identifica los siguientes obstáculos en las ciencias físicas: de la experiencia anterior, del conocimiento general, verbal, uso abusivo de imágenes familiares, conocimiento unitario y pragmático, el obstáculo sustancialista, realista, animista, y del conocimiento cuantitativo”. (Brousseau & Bachelard, citados por Barrantes, 2006, p. 3)

Teniendo en cuenta lo mencionado por los autores, es importante destacar que el papel del maestro en la enseñanza es fundamental, porque a través de ella puede estimular las concepciones que los estudiantes han esquematizado cognitivamente. Sin embargo, si los maestros llevan a cabo los procesos sin profundidad conceptual, los estudiantes pueden crear

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

ideas aisladas de la realidad y, por tanto, desarrollar conceptualizaciones superficiales que les impide ampliar sus percepciones.

Desde otra perspectiva, la identificación de obstáculos en el aprendizaje puede ser facilitada a través de la observación, análisis de las opiniones y comportamiento de los estudiantes. Este análisis puede tener en cuenta aspectos ontogénicos, epistemológicos y didácticos que influyen en la construcción de conocimientos. La falta de atención a estos aspectos puede llevar a la construcción de concepciones erróneas o superficiales que limitan la comprensión profunda de los conceptos. Por lo tanto, es importante que los maestros seleccionen recursos y estrategias educativas que consideren estos aspectos y promuevan un aprendizaje profundo.

A partir de lo que plantea Brousseau, para comprender los obstáculos epistemológicos se debe profundizar teóricamente en ellos para lograr entender de dónde surgen y por qué se dan de cierto modo. Por ello, es relevante posicionarse desde la experiencia que obtienen los estudiantes para canalizar la manera en cómo ellos hacen uso de los conocimientos y definiciones. Siendo ésta una mediación para que a través de las conceptualizaciones o prácticas, comprendan sus propias limitaciones, es decir realicen una metacognición de su saber.

A su vez, la forma en cómo surgen en la dinámica educativa las posibles concepciones incompletas que se trabajaron y se creía que estaban superadas, pueden aparecer de manera inoportuna y modificar la acción didáctica, pasándola a un proceso de cuestionamiento de lo que se está aplicando, proyectando la necesidad de reformular la intervención de los estudiantes y del maestro. Este espacio es fundamental, porque permite que se modifiquen parámetros de actuación y se puedan trasladar esas concepciones erradas a la creación de nuevas percepciones.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

La función de una lección no es solamente aportar un saber nuevo que se yuxtapone armoniosamente con los precedentes y que se debe aprender, sino que debe destruir las antiguas concepciones, que eran útiles pero que son incompatibles con el nuevo conocimiento. (Barrantes, 2006, p. 6)

De lo expuesto es preciso resaltar que, los procesos educativos son una puesta en escena que no solo se puede reducir a brindar conocimientos e intervenciones motivadoras, sino que debe reflejar una mediación que posea como pretensión la formación de estudiantes con la capacidad de reconocer las concepciones y la manera en cómo las estructuran, para que puedan suprimir las que no se encuentran en sintonía con la obtención de nuevos saberes, puesto que si no ejecutan dicho proceso cognitivo, ellos estarán sólo en la capacidad de responder e intervenir con los conocimientos que poseen, más aún no podrán ampliar el modelo mental que han construido.

Además, como los obstáculos epistemológicos no siempre surgen por la enseñanza que brinda el maestro o las herramientas con las cuales transmite el conocimiento, sino que lo que posee más repercusión en el avance conceptual del estudiante es su propia manera de pensar y el nivel conceptual que tiene del objeto en estudio; esto lleva a contemplar que, en primer lugar, el maestro es el encargado de desarrollar procesos educativos, en los cuales los estudiantes puedan reconocer el modelo explicativo que poseen, para que luego ellos realicen procesos autónomos de aprendizaje y nutran sus acepciones, dando como resultado una superación del obstáculo.

Vosniadou (2000), plantea que: “Algunas veces el conocimiento previo puede obstaculizar el aprendizaje nuevo. Los estudiantes deben aprender cómo resolver las inconsistencias internas y, cuando es necesario, reestructurar los conceptos preexistentes” (p. 20).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

A partir de las ideas desarrolladas con antelación, los teóricos observaron necesario enfatizar en la comprensión de las dificultades que estaban prevaleciendo en la enseñanza, además los maestros realizando una introspección de su labor y un análisis minucioso de los procesos que ejecutaban los estudiantes en el aprendizaje. Allí visualizaron, como agente fundamental el diseño de un modelo que subsanara las falencias, específicamente en el área de la ciencia, por tanto, de dicho modo surgió, el cambio conceptual.

Éste consiste en reconocer los procesos cognitivos que ejecutan los estudiantes y las concepciones sobre las cuales operan, por ende, en ocasiones al resolver una situación problema los resultados no son muy favorables, puesto que ellos brindan respuestas inadecuada a lo que se pretende hilar como solución, dejando entrever los imaginarios que han construido y lo que les permite procesar información y devolver contenido. Es ahí donde se requiere del modelo explicativo que poseen para que necesariamente ocurra un cambio y se refinan los conocimientos que poseen, para que logren brindar una solución acorde a lo planteado.

“El cambio conceptual va más allá de la revisión de creencias, apuntando a la modificación de las estructuras conceptuales subyacentes” (Castorina, 2006, p. 127).

De igual forma, el cambio conceptual se fundamenta en la búsqueda de mecanismos para fortalecer la reestructuración de las ideas primarias que brindan los estudiantes acerca de la temática a abordar, de modo que, esto es reflejo de las concepciones que tienen instauradas. Sin embargo, para alcanzar una nueva manera de procesar los saberes, se requiere de una enseñanza a través de la cual el estudiante se sienta en la necesidad de nutrir y modificar las nociones que posee, dado que este medio lo posiciona desde una actitud positiva que facilitará el ordenamiento de las ideas que conforman los saberes.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Aquí cobran sentido dos procesos cognitivos importantes en la construcción de los esquemas de los estudiantes. El primero hace referencia a los niveles epistemológicos, estos guiados hacia el nivel de comprensión que poseen de un concepto y éstos van desde una instauración básica hasta lograr un conocimiento profundo y cada vez más complejo. El segundo aspecto se basa en las teorías implícitas, las cuales brindan el entendimiento de cómo los estudiantes conciben una temática a partir de creencias y suposiciones. Ambos aspectos influyen en cómo las personas entienden y brindan sus aportes.

Según Strike y Posner (1985) es preciso resaltar que las personas para lograr nuevos conocimientos: “desarrollan cuatro condiciones fundamentales que deben darse para el cambio conceptual: insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y fructificidad” (Barrantes, 2006, p. 3). Es decir, las personas deben realizar procesos mentales que involucran un desequilibrio mental el cual admite en primer lugar el reconocimiento del objeto que se desea conceptualizar, para obtener la capacidad de ir acumulando información que nutra y estructure la percepción de manera paulatina.

Como la perspectiva, desde la que se habla posee un alto grado de intervención cognitiva para con los procesos de mejora y modificación de las percepciones y saberes que poseen las personas, esto conlleva a hacer alusión a lo que Posner (1985) denomina como “ecología conceptual” la cual consiste en desarrollar espacios de conocimiento en donde la persona obtenga la posibilidad de desechar los conocimientos que no le son útiles para que los pueda suplir por saberes prácticos y necesarios, de modo que los pueda implementar en sus interacciones sociales y escolares.

En la transformación de los conocimientos iniciales que poseen los estudiantes, es fundamental tener en cuenta el proceso que emprenden para lograr nuevas concepciones e

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

interpretaciones del mundo. Este proceso puede ser complejo y no siempre predecible, por lo que los maestros deben ser sensibles y flexibles ante las diversas formas en que los estudiantes pueden abordar y comprender el concepto. Las elaboraciones de los conocimientos son el resultado de una amalgama de experiencias, contribuciones, interés y persistencia de los estudiantes, por lo que es importante valorar y fomentar la diversidad de perspectivas y enfoques.

Lo mencionado se puede sustentar a través del planteamiento de Carey (1985), donde describe que: “(...) el cambio conceptual implicaría un cambio en los procesos y representaciones mediante los que los alumnos procesan los fenómenos científicos y no sólo un cambio en el contenido de esas representaciones” (Carey, 1985, citado por Pozo, 1999, p. 2).

Dicho en otras palabras, el maestro desde la enseñanza posee como responsabilidad no solo formar conceptualmente, por el contrario, su perspectiva debe surgir de la necesidad de formar a los estudiantes desde la estimulación de habilidades, tanto de procesamiento de información como de habilidades de orden superior para que ellos sean conscientes del conocimiento que poseen y puedan comprender de manera adecuada los fenómenos científicos.

El interés y la persistencia son fundamentales para el aprendizaje, y los maestros pueden crear un ambiente de aprendizaje desafiante que fomente estos aspectos. Además, las transformaciones de los conocimientos pueden implicar una mayor conciencia de las relaciones y conexiones entre diferentes áreas de conocimiento, por lo que los maestros pueden fomentar la interdisciplinariedad y la transversalidad en sus estrategias de enseñanza para ayudar a los estudiantes a construir una comprensión más amplia y conectada del mundo que los rodea.

“El aprendizaje está fuertemente influido por la motivación del alumno. La conducta y las afirmaciones de los maestros pueden motivarlos hacia el estudio” (Vosniadou, 2000, p. 29).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Ahora se debe dar a conocer que, el proceso cognitivo que deben realizar las personas está constituido por dos fases. La primera hace mención a la asimilación; ésta se basa en el trasegar que contribuye a que las personas interioricen percepciones nuevas y las sitúen en el sistema mental existente, al igual que asociarlas con los conocimientos primarios. Esto conlleva a que no se tenga en cuenta en totalidad su novedad, sino que se entienda como una acumulación de la comprensión del mundo, brindando como resultado una ampliación de la concepción.

Según Vosniadou (2000), es posible obtener un cambio conceptual cuando los maestros consideren en el aula: “(...) disminuir gradualmente su participación en clase y permitir a los estudiantes tomar una mayor responsabilidad durante su aprendizaje” (p. 17).

También se encuentra la adaptación, que hace mención al proceso que se ejecuta a través de las nuevas ideas en correspondencia con las estructuradas mentalmente existentes. Ello permite inferir que, se ejecuta un proceso en el cual existen modificaciones de las concepciones, para nutrir la percepción del mundo y desechar las ideas que se encuentran poco aplicables en los espacios con los que está interactuando la persona, por ende, cambia los conceptos poco confiables por unos que permitan una interacción relevante y coherente a nivel conceptual.

“(…) se define como cambio conceptual el proceso gradual en el que la información procedente de la instrucción es sintetizada junto con la información de las estructuras conceptuales iniciales, produciendo los modelos sintéticos y los errores (...)” (Fernández Betancor & Asensio Brouard, s.f, p. 84).

Ahora es fundamental, dar a conocer que tanto el entendimiento como la adaptación son procesos necesarios y progresivos, en donde se requiere del primero para llegar al segundo; por tanto, las personas cuando adquieren nuevos conocimientos o conforman nuevas ideas

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

comprenden que es necesario establecer modificaciones para pulir y estructurar de manera adecuada los imaginarios que poseen, de lo contrario si no existe una adquisición nueva no se dará un ajuste en los esquemas. De este modo adquiere la posibilidad de comprender fenómenos nuevos que con antelación no comprendía en totalidad.

Para lograr que el estudiante pueda reestructurar sus conocimientos y realice un meta-aprendizaje, el maestro debe estimular la autonomía, porque, cuando se enseña a través de un proceso de cambio en los conceptos que posee el estudiante para que ello se dé de manera pertinente, es fundamental que ellos dispongan de su capacidad y atención para favorecer el proceso. Por tanto, los estudiantes deben ser los encargados de detectar cuándo están definiendo un concepto de manera errónea, llevándolos a buscar información y adquirir conocimientos nuevos que viabilicen una renovación cognitiva.

Es importante tener en cuenta que cuando las personas interaccionan con nuevos conocimientos, estos son posicionados desde la adquisición, de modo que los estudiantes le dan sentido a éstos convirtiéndolos en una posibilidad para alcanzar las construcciones renovadas de manera factible, porque al estar desde ese panorama ellos se encuentran con la predisposición física y cognitiva que los instala desde la difusión de nuevas posturas e intervenciones sociales, culturales y humanas que nutren sus concepciones.

“(…) Dentro de esta lógica y esta dinámica, la nueva concepción debe resolver los problemas que las concepciones anteriores no resolvían y, además, debe tener consistencia con otras creencias de los sujetos que están bien establecidas (…)” (Barrantes, 2006, p. 6).

De este modo, se comprende que las concepciones nuevas se convierten en un proceso cognitivo que contribuye a interpretar de manera adecuada cada situación que se experimenta. Al

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

poseer mayor cantidad de información, los estudiantes adquieren la posibilidad de hacer más asociaciones entre los modelos mentales, lo que estimula habilidades como la flexibilidad de pensamiento y la capacidad de diseñar soluciones acorde a los requerimientos de cada situación.

Desde otra perspectiva, lo que plantea Piaget en el desarrollo y la estructura cognitiva de las personas, sirve como base para otros autores como Carey y Vosniadou, porque, ellos utilizaron lo que planteaba Piaget, para brindar una explicación profunda de los grados que se establecen en el cambio conceptual. Allí plantean que, el primer paso que pueden realizar se denomina reestructuración débil o enriquecimiento, en este espacio no ocurre un cambio en la base de la estructura de la teoría. Por otro lado, existe un paso que se llama reestructuración fuerte y revisión, en la cual se pueden establecer modificaciones en la teoría que es la base central del conocimiento inducido, dado que allí se incorpora información a la teoría.

Se debe subrayar que Vosniadou (1999), planteó que el cambio conceptual: “es un proceso gradual, lento, y no un salto repentino de teoría” (Fernández Betancor & Asensio Brouard, s.f, p. 2).

De acuerdo a las ideas descritas, se puede decir que, el cambio conceptual es un modelo que permite elaborar, nutrir y dar un significado a los procesos cognitivos que experimentan las personas, asimismo, no solo es un procesamiento, sino que es un encuentro cognitivo en donde ellas canalizan las creencias para evaluar la apropiación de la construcción que poseen de los conceptos o fenómenos en estudio, los cuales se basan en ideas primitivas y de ser el caso adquieren la capacidad de modificarlas. Por tanto, se debe hacer alusión a los modelos neoinnatistas, los cuales brindan información explícita de manera innata en cómo las personas adquieren una base de estructura mental, sobre la cual se pueden construir los modelos mentales.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Es preciso recalcar que, para que se dé realmente un cambio conceptual es necesario que la persona vivencie escenarios renovados que se ajusten a las modificaciones conceptuales que ha desarrollado, puesto que es necesario que se den procesos en donde pueda participar a través de la estructuración de conocimiento mejorada. Encontrando de este modo en el exterior condiciones motivacionales que den espacio al aprendizaje.

(...) en la medida en que la investigación se ha centrado en estudiar el aprendizaje en contextos académicos, mientras que poco a poco hay que ir trascendiendo dicho entorno para abrirse a nuevos escenarios de aprendizaje que privilegian una manipulación diferencial de algunos de los procesos implicados. (Fernández Betancor & Asensio Brouard, s.f, p. 108)

Es fundamental destacar la influencia de Vosniadou en el estudio del cambio conceptual. En sus investigaciones, ha propuesto que el proceso de cambio conceptual no debe limitarse a detectar la concepción inicial que tienen las personas acerca del mundo físico, sino que debe ser transformado en una mediación que permita comprender tanto las representaciones internas como externas del contexto de percepción. A su vez, expresa que éste se logra a través de la confrontación de la concepción inicial con nuevas experiencias, guiadas por la reflexión y análisis crítico, permitiendo una reorganización de las estructuras mentales.

Por tanto, desde el paradigma que ella propone lo más relevante es comprender que el cambio conceptual no se basa en el desequilibrio mental que puede llegar a ocasionar el ordenamiento de conocimientos, sino del proceso que se ejecuta, en el cual no necesariamente debe existir un conflicto interno para obtener un avance de saberes y nutrir los esquemas estandarizados previamente. Todo ello sustentado en que el conocimiento y aprendizaje son evolutivos y se encuentran en constante actualización, por tanto, lo que realmente importa es

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

cómo actúa la persona con respecto a lo nuevo que adquiere, qué utilidad le brinda y cómo se deshace de lo que ya no le sirve.

También, es un proceso que no se centra exclusivamente en la comprensión teórica, no obstante, se basa en una elaboración cognitiva que resignifica las concepciones y brinda una nueva noción a las ideas ontogénicas elaboradas con antelación. Sin embargo, es fácil reconocer los nuevos conocimientos a partir del cambio, pero es complejo saber cómo se establecen dichas modificaciones. Lo más acercado a esta comprensión fue lo que Carey denominó saber innato, que se dispone desde un dominio-general, allí los conocimientos que van adquiriendo son fáciles de modificar, porque aún no existe una conceptualización completa.

“La dialéctica de las modalidades del cambio conceptual de “dominio general” es válida para la emergencia de novedades cognoscitivas, en los sistemas lógicos, los sistemas numéricos o las teorías de la biología” (Castorina, 2006, p. 134).

Ello quiere decir que, el cambio conceptual se da desde diversas áreas del conocimiento y ciencias, lo cual es relevante, porque cuando se ejecuta un reestructuramiento de los conceptos y percepciones de los fenómenos, se da paso a nuevas ideas que pueden convertirse en teorías o hipótesis que pueden llegar a poner en tela de juicio la forma en cómo se accede a las percepciones. Aunque sea el proceso ideal para establecer modelos mentales, es un proceso que requiere de esfuerzo y confrontación de las ideas iniciales, que se vuelve más complejo cuando son creencias y pensamientos.

“Un aspecto que ha estado muy ausente de la investigación sobre las concepciones de los alumnos y el cambio conceptual ha sido la importancia de los códigos y lenguajes en los que se formulan los modelos científicos” (Pozo, 1999, p. 4).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Es crucial que los maestros y los investigadores tengan en cuenta al enseñar a los estudiantes, los códigos y lenguajes utilizados para expresar los modelos científicos. Por ende, no es suficiente que los estudiantes comprendan los conceptos científicos subyacentes, también deben ser capaces de entender, aplicar el lenguaje y los códigos técnicos utilizados para expresar esos conceptos. Si ellos poseen dificultades para comprender el lenguaje y los códigos de la ciencia, difícilmente obtendrán los conceptos científicos, impidiendo la resolución de problemas y basar sus percepciones en supuestos.

Por ello, cuando el maestro pierde rigor en la enseñanza de la física, los estudiantes pueden tener dificultades para comprender, aplicar los conceptos y principios fundamentales, lo que puede limitar su capacidad para aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas. Además, los estudiantes pueden experimentar desmotivación hacia la física y la ciencia en general si no ven la relevancia en los conceptos presentados. Es esencial que los maestros se enfoquen en la precisión y el rigor al enseñar la física, ayudando a los estudiantes a comprender la importancia de los conceptos físicos en la vida real.

Acorde a lo dicho, se puede dar a conocer el pensamiento de Marín (1999) y Oliva (1999) los cuales en consenso cognitivo y práctico definen que:

“(…) el cambio conceptual no puede ni debe implicar la sustitución de un tipo de representación por otro. Igualmente se acepta el carácter complejo, o pluriprocesual, del cambio conceptual” (Pozo, 1999, p. 4).

Esto hace referencia a la manera en como debe ser visto y aplicado el cambio conceptual, puesto que, no es un proceso de sustituir completamente una manera de pensar por otra, sino una mediación en la cual se pueda integrar el conocimiento primario con las nuevas comprensión. Es

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

por ello que se requiere de espacio educativos en donde el maestro permite que los estudiantes puedan ejecutar de manera precisa el aprendizaje, a través de conexiones y prácticas complejas, porque se basan en la flexibilidad, evidencias y desde diversas fuentes de reconocimiento.

En su artículo Cadavid Álzate y Lara Escobar (2021), explican las tres fases del cambio conceptual, basadas en la perspectiva de Amin, Smith y Wisser (2014). La primera fase (1970-1980) tomó primordial el análisis de la naturaleza racional de las ideas que poseían los estudiantes. La segunda fase (1990-2000) dio paso a una comprensión más profunda de las ideas, pero encaminadas a: las creencias ontológicas, epistemológicas y la dimensión afectiva. Y la tercera fase, es el avance más significativo, porque no solo busca el reconocimiento de las concepciones de las personas, sino también el involucrar procesos de cambio conceptual desde la enseñanza a través de la modelización. (p. 126)

Como se observa en lo mencionado, cada proceso de avance conceptual transita por una serie de pasos los cuales cada vez fundamentan con mayor precisión la pretensión que posee de manera intrínseca. Es por ello, que primero se desarrolla un proceso de análisis, comprensión y conocimiento de los modelos mentales de los estudiantes, para luego establecer una fundamentación teórica que sustente la importancia del cambio conceptual, la cual, solo se logrará si los maestros poseen conocimiento de ello y aplican procesos educativos con miras a nutrir las concepciones de los estudiantes y ellos sean conscientes de sus acciones.

Igualmente, haciendo alusión a Nersessian, quien afirma que para comprender cualquier espacio conceptual desde el cambio conceptual, éste necesita ser comprendido desde la psicología cognitiva, porque, es la única área que vincula de manera directa los modelos mentales de las personas, brindando la posibilidad de reconocer la manera en cómo realizan uniones perceptivas desde las ideas iniciales que poseen. Así mismo, estudia y da paso al método

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

histórico-cognitivo, como la base para establecer un cambio del conocimiento previo a una construcción científica, que se sustentará en una de las teorías cognitivas.

Hay que mencionar además que, aunque el procesamiento de información a partir del cambio conceptual es complejo, existen unas mediaciones que brindan patrones y puntos de referencia los cuales se pueden tener en cuenta para poder actuar desde la retroalimentación de las percepciones. De modo que, desde espacios históricos se han venido desarrollando contextos en donde se vincula la resolución de problemas; esto se hace porque, cuando la persona está solucionando una situación, debe hacer uso de varios modelos mentales y pensar desde diversas posturas para lograr un resultado favorable, de lo contrario si solo se basa en la manera propia de pensar, puede tener dificultades en su determinación.

“(...) pueden ser representadas mentalmente en diferentes formatos de información y estructuras de conocimiento, las cuales actúan durante la resolución de problemas como afirmaciones tácitas ensayadas al construir y transformar modelos (...)” (Nersessian & Oliva, 2007, p. 566).

Adicional a lo expresado, en la resolución de problema surge una estructura de la situación, como el iniciar por soluciones hipotéticas que deben someterse a una base de experimentación mental, por ende, esta acción cuestiona las concepciones que posee la persona del fenómeno natural (en el caso de la física), dando lugar a emprender procesos inconscientes guiados hacia el cambio conceptual, porque, al presenciar dificultades en la solución, demuestra restricciones en el modelo que ha creado del mundo físico.

Se puede en este espacio dar a conocer lo que Thomas Khun define desde la experimentación mental:

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

“(…) considera al experimento mental como una de las herramientas analíticas esenciales empleadas durante los períodos de crisis y que ayudan a promover reforma conceptual básica” (Nersessian & Oliva, 2007, p. 568).

Allí ocurren dos procesos, el primero consiste en la conceptualización inicial que realiza toda persona a través de la percepción y la experiencia, luego al tener encuentros significativos desde la teoría y la práctica, entra en una revisión de qué tan apropiadas son las definiciones que posee, para mirar si es necesario establecer correcciones. Convirtiéndose, en un proceso significativo que llevará a la persona a obtener nuevas formas de analizar una situación e ir puliéndolas desde los recursos que le proporciona el contexto.

Tamayo Álzate, permite concretar lo planteado, puesto que enuncia que el cambio conceptual fue brindado a la didáctica desde los aportes establecidos por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), en donde ellos a partir de análisis en un primer espacio consideraron que las concepciones alternativas que poseían los estudiantes, es decir las que en ocasiones no se centraban en el concepto desde la definición estándar, sino desde sus propias percepciones, eran incompatibles con la ecología conceptual. Ya luego, corroboraron la hipótesis planteada y pudieron concretar que las concepciones alternativas como las científicas podían hacer parte de la ecología conceptual. (p. 41)

Por otro lado, la ecología conceptual es un proceso mediante el cual las personas conectan las ideas que se relacionan con el concepto a trabajar de manera adecuada, recurriendo a las vinculaciones reales que existen entre ellas. Esto les permite conectar modelos mentales y lograr una comprensión detallada del concepto, mostrando cómo están construyendo sus ideas. De esta manera, la ecología conceptual puede ser un inicio para establecer un cambio conceptual,

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

ya que el proceso consciente de conectar y analizar las ideas permite observar un contraste entre lo que se piensa y lo que se podría llegar a crear.

Bajo el punto de vista conceptual de Guitierrez (2000): “(...) b) su propia *ecología conceptual*, es decir, el contexto en el cual el cambio conceptual ocurre (...)” (Gutierrez, 2000, citada por Tamayo Álzate, 2001, p. 41).

Además, la ecología conceptual es un espacio de interacción teórica en donde se obtiene la posibilidad de realizar asociaciones entre diferentes conceptos, todo a partir de la comprensión de cómo cada persona es constructora de su saber y da a conocer su aplicabilidad. Es natural y necesaria la actualización constante de los conocimientos y la renovación de las terminologías, dado el avance que brinda la ciencia y las necesidades del contexto, por ello, este espacio de ecología posee de manera intrínseca la necesidad de estar puliendo los conocimientos para ir acorde a lo requerido. Por ende, es un aspecto importante dentro del cambio conceptual que pueden ejecutar de manera paulatina las personas, a través de la enseñanza y el aprendizaje.

Es necesario mencionar que, en el cambio conceptual ocurren varios procesos, los cuales poseen una correlación, es decir, en primer lugar si el maestro quiere realizar dicho procedimiento con los estudiantes, requiere de la identificación de los modelos mentales que poseen ellos. Estos están contruidos a partir de creencias y percepciones que elaboran de los conceptos y fenómenos naturales, lo cual se puede sustentar cuando Vosniadou (1994), planteó que: “(...) una teoría específica consistiría en una serie de proposiciones o creencias interrelacionadas que describen las propiedades y comportamiento de los objetos físicos, generadas mediante la observación o de acuerdo a la información dada por la cultura” (Vosniadou, 1994, citada por Barón Birchenall, 2009, p. 77).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Considerando que, para una persona pasar desde su construcción cognitiva a una organización interna y de fondo conceptual, requiere de un desorden de las ideas para empezar a clasificar las que le sirven en cada contexto y las que por diversos factores ya no son tan viables de poseer. Lo mencionado es una evidencia de lo complejo que se vuelve ese proceso estructural, por tanto, los estudiantes están en la naturaleza de encontrar diversas dificultades en la asimilación y acomodación de las percepciones. La dificultad más recurrente, puede ser que ellos no quieran renovar sus concepciones, por ende, las cataloguen como adecuadas sin reconocer las nuevas formas de percibir un objeto.

(...) 1. Los estudiantes comprenden una teoría nueva pero no la creen; (...) 3. Los escolares demuestran muy poco interés por el fenómeno estudiado; 4. La comunidad en la que vive el estudiante mantiene concepciones diferentes a las que quieren ser enseñadas. (Pruneau et al., 2005, citados por Barón Birchenall, 2009, p. 82)

Es de recalcar que, el cambio conceptual se vuelve un proceso retador a nivel cognitivo, porque, es una vinculación con las concepciones que de una u otra manera constituyen a la persona que las a estructurado; es la visión que posee del mundo y son las mediaciones que utiliza para actuar en ese espacio, de modo que, son arraigada a lo qué es la persona. Asimismo, existe una resistencia al cambio, puesto que, es una salida abrupta de zona de confort, es como si la persona se sintiera exhibida vulnerablemente ante el contexto y ello impide que comprenda la necesidad existente en la renovación a las ideas y pensamientos.

En este punto se puede traer a colación lo que proponen: “Moreira & Greca (2003), quienes afirman que no es lo mismo el aprendizaje de los alumnos y el cambio conceptual a nivel científico, a pesar de las ideas que pueda generar el paralelo” (Moreira & Greca, 2003, citados por Barón Birchenall, 2009, p. 79).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Teniendo en cuenta el planteamiento desarrollado, es preciso dar a conocer que el aprendizaje consiste en la ejecución de un proceso educativo, en el cual la persona estimula habilidades y potencia el talento, estos se retienen a través de memorización y practicidad, a su vez permiten que la persona se desempeñe de manera adecuada en las actividades dispuestas desde ese contexto. Pero, ya el cambio conceptual es un proceso profundo del reconocimiento de los modelos explicativos y los cambios que surgen allí.

En conclusión, el cambio conceptual hace referencia a la reorganización de las ideas y conceptos que una persona tiene sobre un tema determinado. Este proceso puede ocurrir a través de la integración de nueva información y la revisión de conceptos existentes, lo que permite una mejor comprensión y aplicación del conocimiento. Además, se produce cuando se enfrentan nuevas situaciones que no se ajustan a las ideas previas de una persona, lo que genera un estado de conflicto cognitivo. Este conflicto puede ser resuelto a través de la reflexión, la discusión y la interacción con otros, lo que lleva a una revisión y reestructuración de las ideas iniciales.

Éste proceso es importante, porque puede mejorar el aprendizaje y la retención del conocimiento. Al comprender cómo ocurre el cambio conceptual, los maestros pueden utilizar estrategias efectivas para fomentarlo en sus estudiantes. Proporcionar experiencias de aprendizaje desafiantes y alentar la reflexión crítica puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y significativa de los conceptos clave en diferentes áreas del conocimiento. A su vez, el cambio conceptual puede mejorar la capacidad de una persona para resolver problemas y tomar decisiones.

**CAPÍTULO III****3. Metodología de la investigación****3.1 Enfoque de investigación**

Esta investigación es desarrollada desde una perspectiva mixta, teniendo en cuenta los alcances que requiere este proceso, por un lado, se considera la variable cualitativa, puesto que para comprender los modelos mentales de los estudiantes se requiere de la recopilación de interpretaciones y entender las percepciones que ellos poseen; por otro lado, se encuentra la variable cuantitativa que brinda una perspectiva numérica en la cual se puedan hacer comparaciones entre los datos recopilados en el pretest en contraste con los del postest.

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2003) las investigaciones mixtas:

(...) representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o, al menos, en la mayoría de sus etapas (...) agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques. (Hernández et al., (2003), citados por Pereira Pérez, 2011, p. 4)

Es de este modo como la investigación mixta permite combinar varios paradigmas, puesto que, es un proceso que permite obtener información de base investigativa con mayor rigor; en donde no solo se añaden procesos teóricos y descriptivos sino también imágenes, procesos numéricos, tablas, gráficos y respuestas que brinda la población en estudio. Por tanto, es un enfoque de investigación completo y los procesos de análisis teórico son corroborados en la práctica.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 3.1.2 Tipo de investigación

Se decidió que la investigación es experimental, porque ayuda a brindar solución a cada uno de los objetivos y es coherente con la investigación mixta. Además, se ajusta a las características de la investigación, porque admite actuar en un entorno y aplicar condiciones específicas, en este caso condiciones para reconocer los modelos explicativos de los estudiantes e intervenir para llevarlos hacia el cambio conceptual.

Según Fideas Arias: “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (Arias, 2012, p. 35).

En este tipo de investigación se concibe la ejecución de actividades indagatorias que, permiten hacer uso de procesos experimentales en donde se vinculan las variables que intervienen en el proceso teniendo en cuenta que una de ellas es independiente y la otra es dependiente, además esto permite que se pueda tener control sobre alguna de ellas, comprender la manera en cómo actúa una sobre la otra y observar el efecto. Por ello cuando se tiene en cuenta un espacio de indagación, es necesario tener presente el explicitar la causa y el efecto del fenómeno que se está estudiando.

Unas condiciones a tener en cuenta son:

- Marco teórico adecuado al problema de investigación.
- La vinculación de procesos numéricos adecuados y análisis de los mismos.
- Tener en cuenta la variable independiente.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

-La medición de la variable dependiente.

-Observar la existencia de variables asociadas y tener control sobre ellas.

Asimismo, es necesario tener presente que en los procesos investigativos que vinculan la experimentación es relevante contemplar con cuidado la validez con respecto a los resultados que se obtienen. Por un lado, se encuentra la validez interna, la cual se centra en el análisis que la variable independiente genera sobre la dependiente. A su vez, la variable externa es la que permite visualizar qué repercusiones obtuvo la variable independiente en la observación de las mediciones, para comprender los resultados desde una generalización.

### **3.1.3 Diseño de un solo grupo con pretest y postest**

Dada la naturaleza de la investigación se debe subrayar que pertenece a un diseño cuasiexperimental, dado que en este proceso el investigador no ejerce valor sobre variables externas a las que se tienen en cuenta y se eligió solo un grupo de grado décimo para aplicar el proceso; no hay existencia de un grupo control con el cual se puedan hacer comparaciones, sino que la comparación surge desde el análisis del cambio conceptual que pueda ocurrir desde el pretest hasta el postest.

En este caso lo que se tendrá en cuenta, será un pretest y postest dado que es necesario en primera instancia comprender el modelo explicativo que poseen los estudiantes y después de la primera intervención se ejecuta la fase de tratamiento la cual en este caso tendrá en acción unas actividades para abarcar el concepto de vector en física, los componentes de este, las representaciones semióticas que puede tomar el vector y las relaciones existentes entre los componentes, para finalmente aplicar nuevamente el mismo test para observar el avance y

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

permitir descubrir una medida de cambio sin tener en cuenta la comprobación de hipótesis alternativas.

### 3.2 Población y muestra

Para la investigación se tendrá en cuenta una población situada en el municipio de El Dovio, el cual es pequeño y se encuentra situado al noroccidente del Valle del Cauca. Allí se seleccionó la Institución Educativa José María Falla; es el único colegio de secundaria en la zona urbana. Es característico por brindar educación con titulación técnica en producción agropecuaria, dado que el municipio se sustenta de la producción agrícola y pecuaria gracias a la riqueza natural que posee.

Por otro lado, la muestra elegida hace referencia al grado décimo de la Institución Educativa José María Falla, ellos se encuentran en una edad entre los 14 - 17 años, por tanto, se requiere de un análisis de los estudiantes no solo desde los aspectos cognitivos con los cuales pueden interactuar en el aula sino también, estar consciente de las transiciones emocionales por las que pasan y esto pueda brindar una comprensión y resignificación en el aula de clases, porque los procesos se puedan instruir de manera amena y correspondiente a sus intereses sin perder de perspectiva el alcance de aprendizaje y procesos investigativos. Dicho grado se encuentra conformado por 36 estudiantes.

### 3.3 Instrumentos de investigación

Para el diseño del primer instrumento se tienen como referencia los primeros 4:56 minutos de este video [https://youtu.be/w4EQuM\\_t8Fo](https://youtu.be/w4EQuM_t8Fo) en el cual se puede evidenciar de manera adecuada la forma en cómo aterriza un avión bajo condiciones climáticas con turbulencia, por tanto, en este caso los pilotos hacen uso de una maniobra denominada cangrejo. Este instrumento se llama: test, que hace referencia al pretest y postest (**vea en apéndice 1. Test, p. 205**).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

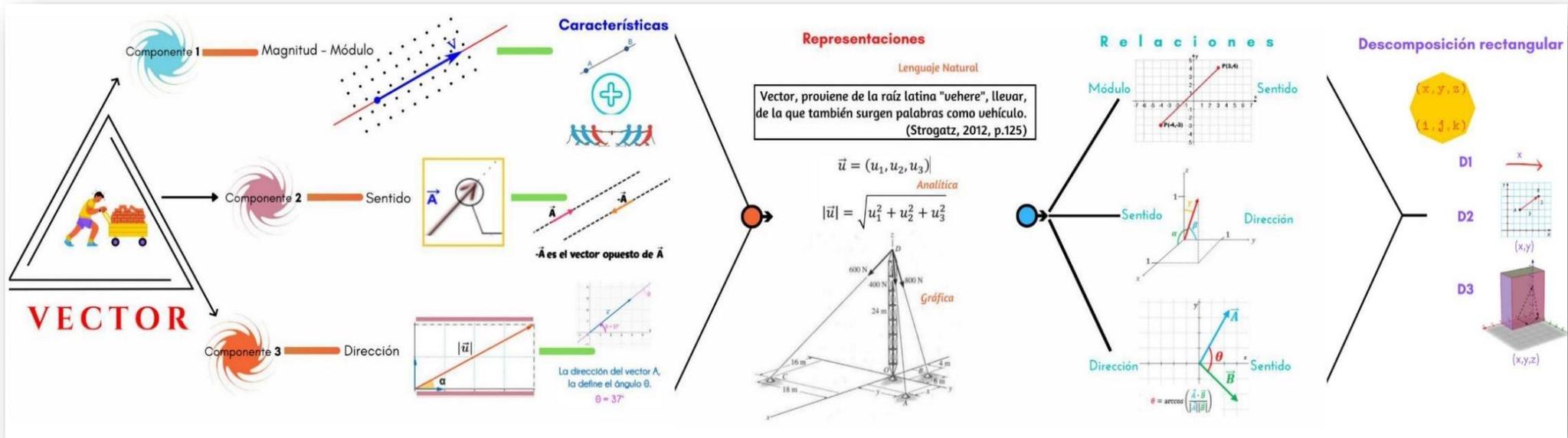
El segundo instrumento es una planificación (**vea en apéndice 2. Planeación, p. 209-239**), allí se encuentran 3 guías: la primera se denomina “Magnitudes Físicas”, la segunda “Profundización” y la tercera “Suma de vectores”, a través de las cuales se dará mayor sentido a los modelos explicativos que poseen los estudiantes.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

3.3.3 Estructura metodológica

Figura 2

Modelo conceptual de vector en física



Nota. El gráfico describe un modelo conceptual de vector en física desde la generalización. Fuente: elaboración propia.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Teniendo en cuenta el orden del diagrama se debe plantear la manera en cómo se dio la materialización del concepto de vector en el área de física, por tanto, es de considerar que su primera aparición fue en el siglo XVII con el surgimiento de la necesidad de cuantificar el movimiento matemáticamente. Esto se convirtió en una forma de ayuda para la comprensión del movimiento y brindó la posibilidad de desarrollar un proceso numérico que describiera primero la velocidad, dado que, aunque esta se presente como un concepto recurrente en la cotidianidad no se había podido representar.

Es importante dar a conocer que la física requiere de medidas precisas y consistentes, las cuales se convierten en un elemento que estandariza los significados, por ello se cuenta con dos tipos de magnitudes físicas existentes y que surgen a partir de una comparación con el patrón de medida, dado que presentan diferencias y semejanzas. Por un lado, se encuentran las cantidades denominadas escalares, porque son todas aquellas que se determinan y definen a partir de la medida y la unidad que hace referencia a lo medido, por ejemplo, si se quiere saber la distancia desde su casa hasta la tienda, puede ser 4 m y de este modo queda totalmente expresada la información necesaria.

También, se encuentran unas magnitudes que no se pueden definir teniendo en cuenta solo la unidad y la medida, porque para que queden definidas requieren desde la física una dirección y un sentido, las cuales obtienen el nombre de magnitudes vectoriales. Por ejemplo, la fuerza y la velocidad, requieren de una definición que permita comprender y analizar hacia donde se ejerce la fuerza y el signo que posee esa intensidad aplicada sobre un objeto. Según Tippens (2011), la dirección de un vector se puede referenciar a partir de orientaciones convencionales como: norte (N), este (E), oeste (O) y sur (S). Por ejemplo, se tienen dos vectores

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

uno con  $20\text{ m}$ ,  $0^\circ$  y  $40\text{ m}$  a  $30^\circ\text{ N del E}$ . La expresión “al Norte del Este” indica que el ángulo se forma girando la línea hacia el Norte, a partir de la dirección Este. (p. 65)

De igual forma, la búsqueda del origen del vector se da por la necesidad de representar los objetos físicos de manera independiente del sistema de coordenadas, por ende, con el avance conceptual y experimental surge la primera denominación como “tensor” el cual se da a partir de la medición de la fuerza sobre los sólidos. Dicho en otras palabras, este tipo de cálculo se ejecutaba a través de un análisis gráfico de los vectores que permitiera describir las fuerzas que actuaban sobre el objeto sólido.

Lo mencionado con antelación se puede visualizar en:

“(...) el análisis vectorial surgió de la necesidad de dotar a los físicos de una herramienta básica para la interpretación de algunos fenómenos naturales. Por ejemplo, en la matematización del movimiento, las cantidades tradicionales se mostraron incapaces de describir la posición (...)” (Zea Saldarriaga, 2012, p. 52).

Los contextos sociales e históricos viabilizan nuevas formas para comprender los objetos físicos. En primer lugar, se da desde la evolución del conocimiento, la cual permite entender una serie de sucesos en la búsqueda de métodos que brinden un mejor entendimiento, por otro lado, se encuentra la vinculación con los avances tecnológicos pues estos se presentan como una explicación cada vez más aproximada a la realidad para lograr la modelización de los fenómenos físicos, dado que de este modo se incrementa la perspectiva de abstracción.

Seguidamente, haciendo alusión a Galileo mencionado por Zea, este halló que al reflexionar de manera detallada los procesos desde la representación analítica, el movimiento parabólico dependía de un movimiento con orientaciones vertical y horizontal de donde

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

precisamente debía surgir una sumatoria para establecer el recorrido efectuado por el objeto o cuerpo. Esto lo llevó a que identificara la necesidad de recurrir a un nuevo método dado que los medios convencionales que conocía no lograban establecer el proceso requerido ni brindaban la solución, por ello se motivó a estudiar un problema nuevo.

Es de este modo como el análisis de los fenómenos naturales permite que Newton piense la manera en cómo puede surgir la suma de dos vectores, en donde establece una idea desde la formación de un paralelogramo, es decir plantea que se pueden formar dos líneas paralelas a las existentes (conforman cada vector) y el vector resultante es el que va desde el origen hasta el último punto que establece el paralelogramo, se forma el vector desde el origen hasta el punto en frente de este.

Lo dicho se puede comprobar cuando Newton, planteó que: “Si sobre un cuerpo actúan dos fuerzas simultáneamente, la fuerza resultante sería descrita por la diagonal de un paralelogramo; al mismo tiempo sus lados, describirían las fuerzas separadamente” (Newton, 1993, citado por Zea, p. 42).

Desde otra perspectiva, Fourier se centró en la comprensión del calor, desde la perspectiva de estudiar la conducción en los sólidos, teniendo en cuenta que es la única transmisión de energía que puede ocurrir en dichos elementos, el trató de modelar matemáticamente la manera en cómo la energía siempre va a pasar de la temperatura alta a la baja, por tanto, se planteaba situaciones las cuales lo llevaron a preguntarse ¿Cuál sería la temperatura en cualquier parte de una varilla? Teniendo una situación imaginaria se basó en diversos elementos como: la temperatura, el contexto y la interacción con metales u objetos, y para dar solución estableció ecuaciones diferenciales.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Desde los aportes surgidos desde el electromagnetismo se encuentran Maxwell y Heaviside quienes, haciendo uso de nuevos modelos que puedan brindar un fácil acceso a la comunidad con respecto a la comprensión de la representación de las cantidades físicas simbolizadas por un vector, utilizaron medicaciones como las integrales para brindar la observación analítica de las ecuaciones que describen el campo eléctrico y el magnetismo; para de esta manera posicionar en el campo vectorial la acción que realiza una fuerza sobre un objeto que se encuentra en movimiento.

Adicional a ello fue Maxwell quien comprendió que desde las conceptualizaciones del cálculo vectorial surgió el nombre de vector: “(...) Proviene de la raíz latina *vehere*, «llevar», de la que también surgen palabras como «vehículo» (...)” (Strogatz, 2012, p. 125).

De acuerdo con la definición que brinda el autor se puede comprender que los vectores son un objeto físico que permiten dar un entendimiento profundo a las magnitudes que requieren de ser transportadas y también permite entender que hace mención a todo cuerpo u objeto que describe un movimiento. De manera inferencial se puede plantear que es un elemento que requiere reflexión desde su contexto, porque se debe comprender que puede generar dicho cambio de posición.

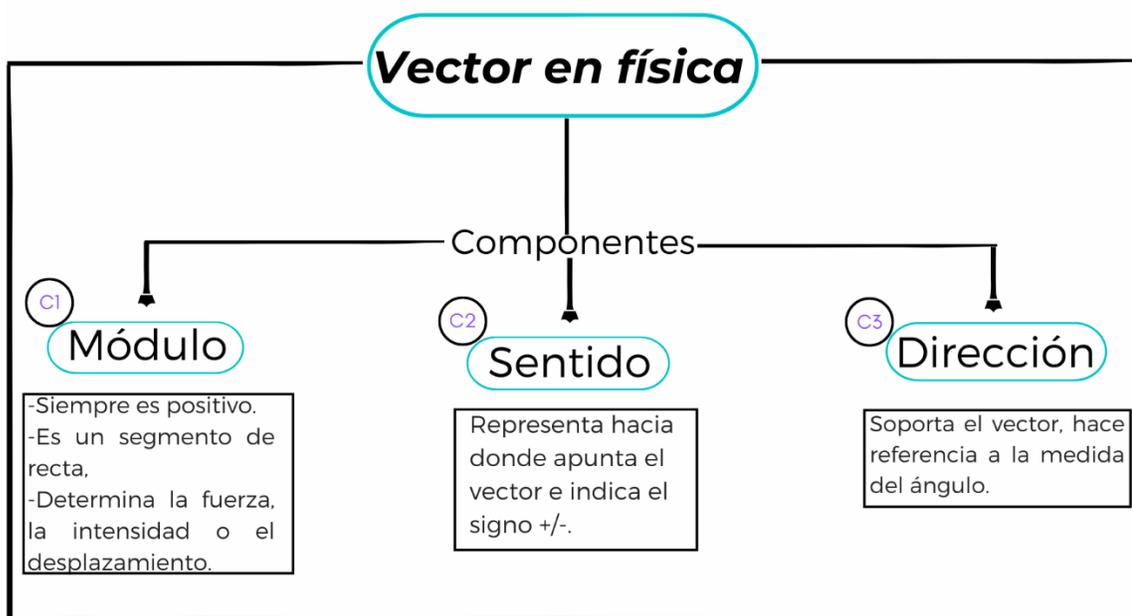
Seguidamente, los componentes de un vector en física son: módulo, sentido y dirección. El primero de ellos hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación analítica, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza; el segundo aspecto hace referencia hacia donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará por tanto se relaciona a los signos +/-; finalmente el tercer componente se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y el *eje x*, es decir, la dirección brinda información de cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace (Norte, Sur, Oeste y Este).

### Figura 3

*Definición de cada componente del vector en física*



*Nota.* Se muestra un resumen de la parte conceptual de los componentes del vector, como una sintetización. Fuente: elaboración propia.

Los componentes que conforman al vector obtienen diversos medios para comunicar la información que ofrecen, por un lado, cuando se asume un lenguaje natural la interacción se dispone desde enunciados y descripciones a través de datos o definiciones. Desde la representación analítica se debe extraer la información implícita en las fórmulas y procesos matemáticos, finalmente desde la representación gráfica como su nombre lo indica es el proceso

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

que comprende la línea dirigida y la ubicación en el cuadrante del plano cartesiano en donde se encuentra situado.

Teniendo en cuenta a Wessel se puede hacer referencia a algunas operaciones que se pueden ejecutar con los vectores. Allí se encuentra la suma y multiplicación de segmentos, por tanto, es preciso dar a conocer que: “En términos algebraicos, Wessel propone la suma muy similar a lo que ya había presentado Wallis: si se tienen dos segmentos  $(a, b)$  y  $(c, d)$  la representa como:  $(a, b) + (c, d) = (a + c, b + d)$ ” (Wessel, citado por Chavarría Bueno, 2019, p. 71).

Además, así no se tenga en cuenta para esta investigación es importante ratificar lo que plantea Wessel, porque no solo asume posturas desde la suma, sino también desde la multiplicación y en una medida lo hace desde los números complejos y en el plano complejo. Allí cuando se ejecuta una multiplicación entre números complejos uno de los factores (parte real) hace referencia a la relación con el otro factor, y ese otro factor (parte compleja) es proporcional al segmento unidad. A nivel analítico lo que ocurre es una multiplicación entre las magnitudes de los vectores y el ángulo entre los puntos de origen brindara la dirección.

Lo cual se sintetiza en: “(...) La novedad estriba en la consideración de la dirección, que viene fijada por el ángulo entre los segmentos” (Vallejo Perplejo, 2006, p. 9).

Es relevante, comprender y traer a colación la posición y los aportes que brindó Wessel porque él no solo se quedo en los procesos ya existente desde las operaciones con vectores en la recta real, sino que fue más allá y permite comprender geoméricamente los vectores desde el plano complejo, donde los números complejos se puede ubicar como un punto en el plano, siendo una implementación asociada a la recta real. A su vez, permite hacer análisis de rigor para

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

implementar los vectores desde sus representaciones semióticas y asociadas a la teoría de números.

Ahora es importante dar a conocer la manera en cómo se relacionan los componentes del vector teniendo en cuenta las representaciones semióticas:

- Módulo – sentido: en conjunto indican hacia dónde se dirige la intensidad de la fuerza, el desplazamiento o la tensión.

Estos componentes poseen relación o se interceptan cuando se asume el módulo como un agente que hace referencia a un origen que encuadra las coordenadas vistas como un punto de referencia situado en los ejes fijos. Entonces ahí es importante definir los ejes desde la construcción de un segmento unidad que representa la longitud dispuesta, pero que aún no es direccional. La distancia que representa las coordenadas va a arrojar una información, la primera es que al comprender el signo de cada número que pertenece a los componentes rectangulares se puede extraer el sentido. Desde otra perspectiva al observar la representación analítica con respecto al módulo esté siempre dará positivo por reglas matemáticas con relación a elevar al cuadrado un número, aunque de manera implícita se puede ir observando el sentido hacia el cual se va a ir orientando dicha cantidad, denominada magnitud.

Desde la representación de lenguaje natural, al enunciado brindar información del punto de coordenadas o de los componentes rectangulares brindando la posibilidad de entender el sentido. Finalmente, en la representación gráfica al obtener la medida del módulo se puede inferir el sentido no solo desde el signo de los componentes, sino también desde la ubicación en los cuadrantes del plano cartesiano, viabilizando en definitiva la posición final de la línea que describe la distancia.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

- Sentido - dirección: más que una relación entre estos 2 componentes existe un complemento, es de este modo como la dirección hace mención al camino que se describe, es decir es la línea que soporta el segmento. Por tanto, si un punto va desde A hasta B, el sentido será B, porque hace mención hacia dónde se dirige el objeto, es de esta manera como se relaciona con la flecha.

Por otro lado, se debe plantear que cada dirección posee dos sentidos y de este modo se concreta que la dirección puede ser descrita por el ángulo que se forma entre el segmento del vector y el *eje x*, por lo cual si el ángulo se forma a favor de las manecillas del reloj entonces se asume que el sentido es negativo con respecto al *eje y*, de lo contrario si el ángulo se forma en contra de las manecillas del reloj será positivo de lo cual se puede decir que el sentido con relación al *eje y* es positivo.

Con respecto a la representación del lenguaje natural, aunque en ocasiones no brindan el ángulo las coordenadas que den en el enunciado o los componentes rectangulares son los que contribuyen a hallar el ángulo, por ello el enunciado da información básica para resolver los vectores, el sentido se comprende desde el signo de las coordenadas hasta el giro del ángulo. En la representación analítica ya se comprende de manera más detallada como las componentes rectangulares del vector brindan la opción de implementar la función trigonométrica tangente (seno, coseno) pues posibilita hallar la dirección y luego se arroja el sentido. Ya desde la representación gráfica ocurre que la dirección va trazando una acción de movimiento y se relaciona con el sentido cuando se comprende hacia donde enmarca la llegada y de esta manera extrapolar se puede decir que la dirección y el sentido determinan la posición del vector.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

- Módulo – dirección: estos dos aspectos se relacionan en primer lugar porque son una medida, sin embargo, lo brindan de manera diferente, por un lado, si se analizan desde el lenguaje natural se obtiene que, el módulo da a conocer distancias, magnitudes o intensidad y la dirección lo hace a través del ángulo que se mide en grados sexagesimales. También se puede plantear que la magnitud es el segmento y el ángulo lo que describe hacia dónde se está moviendo esa cantidad.

Teniendo en cuenta lo planteado se puede decir que la magnitud brinda una información de cantidad a través de los componentes rectangulares, pero lo que le brinda la acción es el ángulo que se representa como la dirección porque esta última es la que traza la ruta que va a seguir la cantidad.

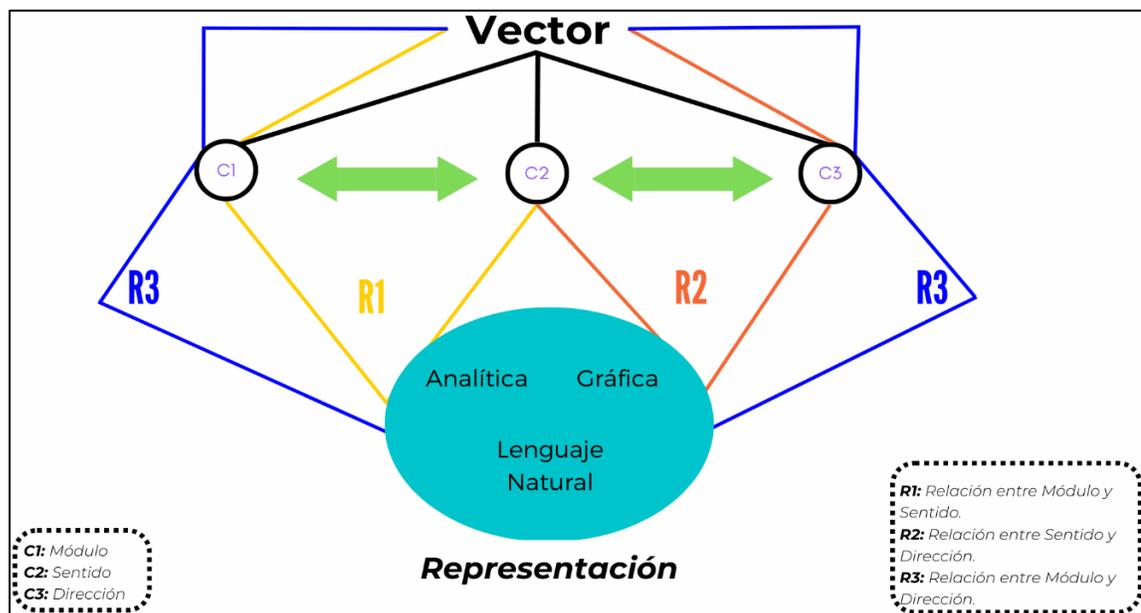
Desde la representación analítica, en primer lugar, se encuentra una asociación cuando los componentes que conforman el módulo son los elementos que permitirán hallar el ángulo entre ellos, es decir se hace uso de la función trigonométrica  $\tan =$

$\left(\frac{\text{componente } y}{\text{componente } x}\right)$ . Por otro lado, en el producto cruz se observa como las magnitudes de los

vectores y el ángulo que forma establece la dirección del vector resultante, ya que si el ángulo entre los vectores es recto el del resultante será ortogonal a ellos, si el ángulo es agudo el resultado del producto cruz será positivo, pero cuando se forma un ángulo mayor a  $90^\circ$  es negativo cuando éste apunta al mismo lado de las manecillas del reloj.

Finalmente, desde la representación gráfica se tiene que en el producto escalar se interceptan los conceptos de ambos componentes puesto que él se basa en la dirección y el módulo de dos vectores, pues los ángulos entre vectores se pueden calcular utilizando la dirección y las proyecciones requieren también del módulo de los vectores involucrados.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Figura 4***Modelo conceptual sintetizado del vector en física*

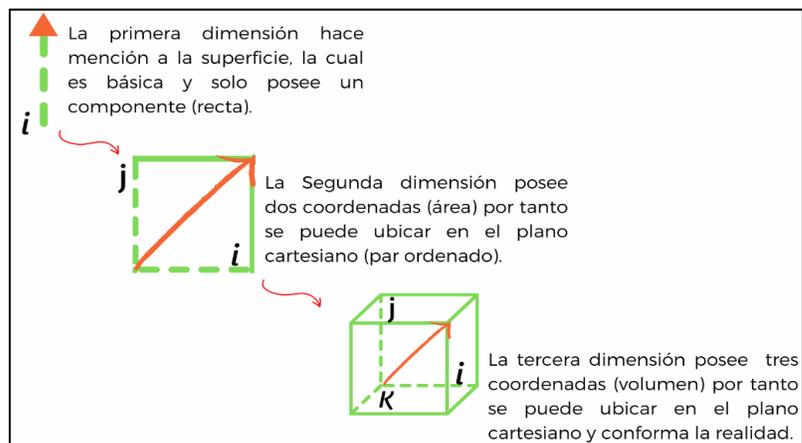
*Nota.* El gráfico muestra de manera visual cada componente del vector y la relación existente entre ellos. Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar que existen 3 dimensiones a las cuales se les puede realizar un análisis físico. Por tanto existe una primer dimensión que se puede apreciar como una simple recta dibujada, una segunda dimensión es la que se puede posicionar en el plano cartesiano que está constituido por dos coordenadas y se representa con un punto de pares ordenados y la tercera dimensión es la más común para las personas, dado que se encuentra expuesta desde todos los objetos que conforman el contexto y poseen altura, amplitud y profundidad, estas hacen mención a las 3 coordenadas ( $x, y$  and  $z$ ) y se relacionan con la base canónica ( $i, j$  y  $k$ ). Se debe subrayar que en esta investigación se implementará el vector desde 2D.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Figura 5

#### Definición de cada dimensión



*Nota.* La imagen presenta una corta definición de cada dimensión en la cual se pueden representar vectores. Fuente: elaboración propia.

Se debe subrayar, que el nivel de profundidad se ceñirá a los modelos explicativos que poseen los estudiantes, en primer lugar, se realizará un test en el cual darán cuenta del concepto de vector que han construido, además, se basará en procesos que permiten orientar los DBA y Estándares Básicos de Competencias. Sin embargo, cuando se obtenga dicha información se clasificará cada estudiante en el modelo indicado (como se explicará abajo) y ello serviría como base para diseñar actividades de intervención para fortalecer y aumentar la estructura que poseen, puesto que, se mediará a través de la teoría de cambio conceptual, luego se podrá utilizar nuevamente el test y determinar qué cambio existió en cada estudiante o si se conservan en el mismo modelo que poseía.

- Modelo 1: en este espacio el estudiante presenta confusiones para comprender las situaciones que vinculan magnitudes vectoriales desde la física, por tanto, no comprende la diferencia entre los componentes del vector (módulo, dirección y

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

sentido). Además, cuando debe cambiar de representación semiótica no comprende que es el mismo objeto desde diversos campos de registro, no obstante, el estudiante se esfuerza por concebir el concepto y en ocasiones brinda ideas sacadas de contexto.

- Modelo 2: el estudiante demuestra que tiene una idea de solo uno de los componentes que posee el vector en física (módulo, dirección y sentido) y con los otros dos componentes presenta confusiones y se le dificulta solucionar las situaciones que se establecen desde dichos componentes, es decir no halla fácilmente la manera de expresar los conocimientos que posee o estos no se encuentran estructurados y por ello no encuentra cómo dar salida a lo requerido, aunque en este espacio el estudiante puede relacionar dos representaciones semióticas de forma clara.
- Modelo 3: el estudiante demuestra que comprende de manera clara dos componentes del concepto de vector en física dado que describe la relación existente entre ellos, pero aún no comprende las demás relaciones y el otro componente, lo cual le permite desarrollar diversas preguntas de manera adecuada-fácil y las otras se le dificultan, llevándolo a decir que no sabe cómo responder y no entiende que debe hacer.
- Modelo 4: en este espacio el estudiante se encuentra en la posibilidad de comprender las situaciones que vinculan magnitudes vectoriales desde la física, por tanto, las puede solucionar, dado que diferencia los componentes del vector (módulo, dirección y sentido) de este modo entiende las características que poseen y la manera en cómo se pueden asociar entre ellos. Puede pasar de una

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

representación semiótica a otra siendo consciente de que el vector puede tomar diversas representaciones. Asimismo, comprende la importancia del sentido, puesto que determina hacia dónde se dirigirá el vector, demostrando que infiere la información que brinda de manera intrínseca y extrínseca a cada uno de los componentes.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se puede decir que el vector en física es un objeto que permite la representación de los fenómenos naturales, además es una mediación que permite describir y cuantificar el movimiento, no solo desde la descripción gráfica, sino que brinda información para interpretar los fenómenos. En este campo el vector se encuentra independiente del sistema de coordenadas porque las características de los objetos físicos no cambian es igual en cualquier sistema sobre el que se instale. Por tanto, dicho elemento está conformado por los siguientes componentes: módulo, sentido y dirección, con los cuales se puede ejecutar operaciones entre vectores sin tener un punto fijo de origen, aunque se puede diseñar un diagrama de cuerpo libre para la ubicación en el plano.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Figura 6**

*Modelo conceptual de vector y las relaciones entre los componentes*



## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

*Nota.* En el gráfico se describe de manera detallada cada una de las relaciones que poseen los componentes del vector, además se hace evidente que todo parte de las representaciones semióticas (analítica, gráfica y lenguaje natural). Fuente: elaboración propia.

Desde las matemáticas el vector se comprende como un segmento dirigido lo cual brinda no solo una definición consistente, sino que también da solución a diversos campos del conocimiento matemático por un lado se le da una nueva mirada a los números negativos, pues estos pasaron de reconocerse como una extensión de los números positivos a obtener reconocimiento desde sus particularidades y asociarlos con la magnitud y la dirección, por tanto, el signo va a relacionarse con los giros que hará el segmento dirigido que puede ser a favor de las manecillas del reloj (-) o en contra de las manecillas del reloj (+).

Asimismo, se desarrolló una manera profunda de comprender los sistemas numéricos puesto que los procesos matemáticos que se estaban experimentando en el siglo XVII impulsaron a ampliar las concepciones desde el número y el entendimiento de la magnitud, conllevando a la creación de una nueva rama denominada álgebra, la cual permitiría formular expresiones que describen figuras y el movimiento, en este espacio es necesario dar a conocer que se hace mención al álgebra simbólica, puesto que no se restringía al solo uso de números positivos.

Se hizo necesaria la ampliación de los procesos numéricos que describen el álgebra, por ello en un comienzo fue mostrada como una medicación en la cual se posibilitó la formulación de una ecuación que determinaría una igualdad sin importar las cantidades numéricas inmersas, esto permitía solucionar problemas de la vida cotidiana o de interés científico. Sin embargo, la ampliación del sistema numérico la llevó a dirigir procesos desde una perspectiva más compleja ya no solo desde las ecuaciones sino también desde vectores y matrices.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Según Sylvester: “El término matriz es usado sin asociarlo a ningún conocimiento específico; es decir, los objetos del arreglo son magnitudes de naturaleza cualquiera; puede ser entendido como un arreglo de cantidades en forma de un cuadrado” (Chavarría Bueno, 2019, p. 109).

Por otro lado, el segmento dirigido se vincula no solo de manera determinante con el vector, sino con la necesidad de representar geoméricamente los números complejos, es de esta manera como se empieza el análisis como un par (o n-upla) ordenado de números, los cuales se encuentran descritos por una parte real y otra imaginaria, estableciéndose como un punto en el plano, esto se logró gracias a la intervención de Gauss, Argand, Buée, Mourey y Warren en el siglo XIX.

De igual forma, uno de los matemáticos más influyentes Hamilton (1843) quien: “acabó con este esquema fundamentando la definición de los números complejos y sus operaciones; para ello adoptó la representación geométrica como puntos o segmentos de rectas dirigidos en el plano” (Hamilton, 1843, citado por Zea, 2012, p. 43). Fue en este espacio donde el álgebra tomó verdadera relevancia porque brindó la oportunidad de representar las fuerzas en dos dimensiones por medio de los números complejos, por este proceso se permitió estudiar el teorema fundamental del álgebra sin importar que sus coeficientes fueran complejos.

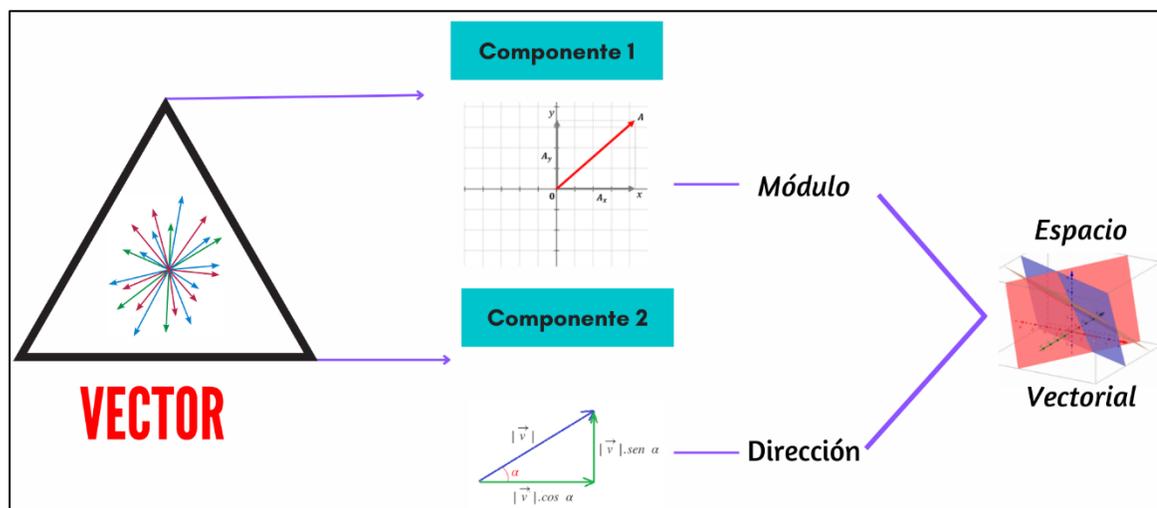
Hamilton descubrió los cuaterniones, al entender los números reales, por tanto, no solo se centró en los complejos, para posibilitar una representación de ellos en el plano. Sino que obtuvo la posibilidad de pasar a una comprensión y definición de los fenómenos naturales a través de la matemática. En este punto de vista tuvo que modificar algunas comprensiones desde el álgebra e intentar mediar con conceptos nuevos, pues allí no existía aún la representación tridimensional.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Por otro lado, el vector en matemáticas está conformado por dos componentes el módulo y la dirección, el primer elemento hace referencia al tamaño del vector la cual siempre va a estar descrita por una cantidad positiva y el segundo aspecto hace referencia a la medida del ángulo que se forma por el vector y el *eje x*. Solo estos dos elementos son necesarios porque se basa en la representación de elementos matemáticos y se relaciona con el espacio vectorial.

**Figura 7**

*Modelo conceptual de vector en matemáticas*



*Nota.* En el gráfico se describe el modelo conceptual de vector en física, el cual es un objeto matemático más abstracto que en física. Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo dicho se puede decir que los vectores en matemáticas se comprenden como un segmento dirigido, en el cual al realizar un primer análisis histórico se comprendió desde la posibilidad geométrica que brinda como representación a los números complejos, además la ampliación del sistema numérico brinda relevancia a los números negativos, además son elementos matemáticos que permiten operaciones entre vectores que

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

pueden conformar el espacio vectorial a partir de vectores que se encuentran como base del sistema de coordenadas.

Ahora que se ha abordado la definición de vector en física y en matemáticas se hace necesario plantear los aspectos en que concuerdan y en cuáles difieren.

Primero se dará a conocer una definición acotada de cada una de las ciencias, por tanto, la física es comprendida como el espacio de estudio que se compromete a descubrir y explicar los objetos/cuerpos a partir de la naturaleza y el movimiento que pueden ejecutar. Por otro lado, la matemática es vista como una ciencia que estudia los entes abstractos, pero no desde el movimiento, sino desde lo que los constituye, sin discriminar su dimensión (sin dimensión, 1d, 2d o 3d) busca analizarlos, definirlos desde su naturaleza y ponerlos en contexto.

**Tabla 1**

*Diferencias entre el modelo conceptual en física y en matemáticas*

<b>Diferencias</b>	
<b>Física</b>	<b>Matemáticas</b>
<b>Surgimiento</b>	
Necesidad de cuantificar el movimiento e interpretación de los fenómenos naturales.	Comprensión de los números negativos y geometrización de los números complejos.
<b>Describe</b>	
Cantidades físicas.	Conceptos y relación entre ellos.
<b>Características</b>	
Se puede constituir por vectores libres, porque al contener cantidades físicas, estas tienen una	Se encuentra determinado por el cumplimiento de axiomas los cuales definen a las coordenadas como

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>independencia con relación a la ubicación en el plano, por ejemplo, poseen un punto de aplicación de la fuerza, pero no un origen fijo.</p>	<p>elementos pertenecientes a un espacio vectorial, en donde se debe concretar la posición del vector a partir de vectores base.</p>
<p><b>Componentes</b></p>	
<p>Está conformado por Módulo, Dirección y Sentido, porque no es solo suficiente con saber la intensidad de la fuerza (desplazamiento, velocidad, magnetismo) y la amplitud dirigida, se requiere de conocimiento con respecto hacia dónde se debe ejecutar dicha fuerza de lo contrario no se tendría una orientación para ejercer la intensidad.</p>	<p>Está conformada por Módulo y Dirección, porque son las dos componentes que permiten operacionalizar, además combinar la información que arrojan los vectores con la base vectorial que se encuentra estipulada para conformar el espacio.</p>

*Nota.* Esta tabla deja observar la diferencia entre los dos modelos y brinda claridad para lograr comprender el vector en física, el cual es el eje central de la investigación. Fuente: elaboración propia.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Tabla 2***Semejanzas entre el modelo conceptual en física y en matemáticas*

<b>Semejanzas</b>	
<b>Física</b>	<b>Matemática</b>
<b>Herramienta</b>	
Es un medio para describir los vectores desde la comprensión de las magnitudes vectoriales y la representación de las mismas, lo cual conforma un sistema complejo.	Sirve para describir los vectores y sistemas complejos situados en un nivel de profundidad que en ocasiones se muestra abstracto, pero lo simplifica desde un análisis geométrico.
<b>Operaciones</b>	
<p>-La suma de vectores se utiliza como la combinación de los componentes de las fuerzas o velocidad descrita por varios movimientos, por tanto, se hace uso del paralelogramo para encontrar el vector resultante.</p> <p>-El producto cruz es utilizado para hallar el vector ortogonal al plano en el que se encuentre la cantidad física y la operación que se implementa es el proceso de ir hallando los determinantes.</p>	<p>-La suma se da desde la sumatoria de cada componente con su pareja, los pares dependen de las dimensiones involucradas.</p> <p>-El producto cruz se da cuando se toman en cuenta dos vectores en la tercera dimensión y brinda otro vector como resultado, dando un vector perpendicular al plano que forman los 2 vectores operacionalizados.</p>
<b>Dimensión</b>	

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Hace referencia a las variables independientes que se vinculan en los sistemas físicos.	Se relaciona con el número de componentes de acuerdo al plano en que se situó.
<b>Lenguaje natural</b>	
Lo describe desde una vinculación descriptiva con las características de los elementos físicos (módulo, dirección, sentido o significado).	Se centra en realizar una descripción de manera geométrica.

*Nota.* Esta tabla deja observar la semejanza entre los dos modelos y brinda claridad para lograr vincularlos. Fuente: elaboración propia.

Pasos que se llevaron a cabo en la metodología de la investigación:

**A** = hace referencia al diseño del test que se encuentra en la parte anterior, dado que es una forma en cómo se puede llegar a reconocer los modelos explicativos que poseen los estudiantes con respecto al concepto de vector en física.

**B** = de acuerdo a lo obtenido en el desarrollo del pretest se obtiene la posibilidad de clasificar los modelos explicativos de los estudiantes de acuerdo a las características que presenten las respuestas.

**C** = para poder observar la transición desde el modelo explicativo hasta el modelo conceptual de vector en física, se llevará a cabo desde procesos que permitan obtener un cambio conceptual por parte de los estudiantes.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 3.4 Fases de investigación

#### 1. Diseño de modelo conceptual de vector en física

Para este proceso lo que se ejecutó fue una búsqueda de la historia del vector para poder comprender desde la parte epistemológica el concepto, para de esta manera tener la base de lo que se desea estudiar y poder luego analizar a partir de esa construcción.

#### 2. Diseño de test (pretest y postest).

En este caso se hizo uso del video para poder diseñar preguntas que permitieran que los estudiantes dieran a conocer el conocimiento que poseen de los componentes del vector en física, la relación que existe entre ellos y lograr visualizar cómo hacen uso de las representaciones semióticas para dar razón del fenómeno observado.

#### 3. Aplicar el pretest.

Para realizar este paso se llevó el video para proyectarlo a los estudiantes y se les planteó que estuvieran atentos a todo lo que surgía y mostraba el vídeo, para que obtuvieron bases visuales que les permitiera comprender las preguntas y dar respuesta a las mismas.

#### 4. Diseño de actividades de intervención.

Luego de recolectar las respuestas de los estudiantes se ejecutó un proceso de clasificación en los 4 modelos que se diseñaron en el modelo conceptual, para determinar en cual estaba cada uno de los estudiantes y obtener información para diseñar actividades que contribuyan a llevarlos desde el modelo explicativo hasta el modelo conceptual que se tiene como base.

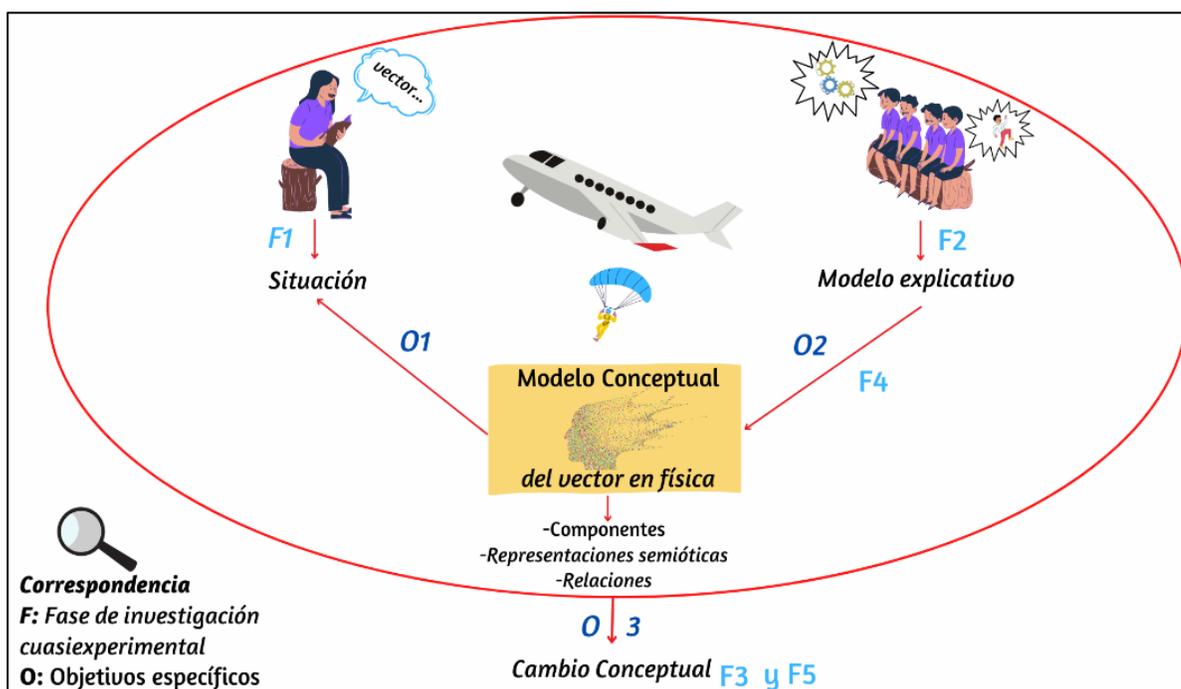
## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### 5. Aplicar posttest.

Para concretar el trabajo después de desarrollar las actividades de intervención se procede a aplicar nuevamente el test para poder extraer que avance existió a nivel conceptual en los estudiantes.

### Figura 8

*Vinculación entre: modelo conceptual, modelo explicativo y situación*



*Nota.* El gráfico une esas vinculaciones desde los aspectos conceptuales que se encuentran alrededor de la investigación y como las fases de investigación se relacionan con los objetivos trazados. Fuente: elaboración propia.

### Tabla 3

*Categorías de investigación*

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Categoría	Subcategoría	Sub-subcategoría	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>Modelo sobre el concepto de vector en física</b>	Modelo conceptual	Modelo explicativo	Surgimiento del vector	Análisis de fenómenos físicos	<b>Test</b>	Se trata de la ejecución de un test al principio y final de la práctica, el cual está conformado por 10 preguntas las cuales darán cuenta del modelo explicativo acerca del concepto de vector en física. Es necesario aclarar que luego de la primera intervención se realizará una intervención para detectar los avances en el cambio conceptual.
			Componentes del vector en física	Niveles del modelo conceptual		
			Características del vector en física	Relación entre los componentes: Módulo-Sentido Sentido-Dirección Dirección-Módulo		
<b>Representaciones semióticas como mediadoras en el reconocimiento del modelo sobre el concepto de vector en física</b>	Cambios de Registro	Habilidad para cambiar de representación	Representación Lenguaje Natural	Describe con sus propias palabras lo sucedido en la situación dando a conocer el concepto de vector que posee.		
			Representación Analítica	Desarrolla procesos algebraicos en los cuales involucra numéricamente la situación brindada.		
			Representación Gráfica	Analiza y realiza diagramas que permiten dar la comprensión que adquirieron desde una imagen.		

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

*Nota.* Descripción de las categorías de investigación.

### 3.5 Pilotaje del instrumento

Para identificar los modelos mentales de los estudiantes se diseñó un test, por tanto, el pilotaje se ejecutó como una evaluación de qué tan adecuadas y claras estaban diseñadas las preguntas, para que estos resultados brindarán una perspectiva de qué dirección pueden llegar a tomar los estudiantes, para acorde a lo hallado lograr aplicarlo en la Institución José María Falla. El pilotaje fue ejecutado con los estudiantes de grado 10 de la Institución Educativa La Asunción de Manizales Caldas, por tanto solo se darán las soluciones de un estudiante como muestra del alcance del instrumento:

-Explica ¿por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje? R/ “Porque al estar arriba la presión es más elevada y al descender disminuye la presión y desestabiliza el avión, causando turbulencia. También porque la pista no esta lo suficientemente larga, lo que le impide al avión tener un aterrizaje extenso al estar llegando al suelo”.

- Realiza una secuencia de dibujos y explicación de cada uno de ellos acerca de lo que sucede con el avión al ir aterrizando. R/



## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

-¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación? R/ “Ya que si aterriza de frente se siente un estruendo muy duro como si se hubiera chocado, sino que a la manera en que lo hace lo deja ver de una mejor manera”.

-¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura? R/ “Una rapidez muy alta, si va despacio puede que el avión se lo lleve”.

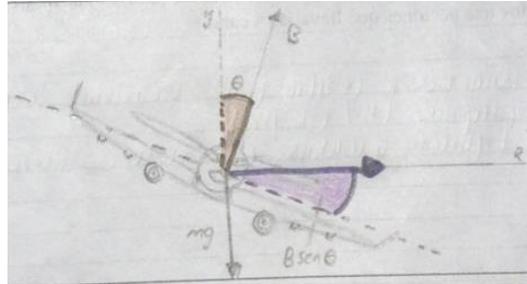
-Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje? R/ “Literalmente el avión estaba un poco al lado de la pista pero se iba redireccionando llevando el viento a la par, el viento lo iba corriendo y el piloto iba ayudandose”.

-Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando. R/ “Si porque es la parte del frente del avión que se eleva ahí se concentra la potencia del avión”.

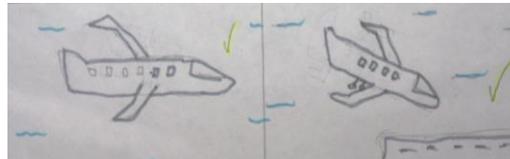


-¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA



-Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.



-Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo. R/ “Antes necesita ver que condiciones tiene el clima desde el principio hasta el final, el combustible y los cambios de horarios. Necesita estar en comunicación con otras pistas”.

-Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. R/ “-Miraria si tengo permiso en pistas cercanas y más seguras, si tengo el combustible suficiente. - Las medidas. -Frente a una situación como esa siento que me bloquearia y pediria ayuda o indicaciones de que puedo hacer”.

En términos generales, se observa que las preguntas son claras y permiten que los estudiantes brinden respuestas acorde a sus modelos explicativos y se direccionen hacia la pretensión de la investigación.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Tabla 4**

*Cronograma*

Fecha	Ejecución
23 de febrero del 2023	Pretest
11 de abril del 2023	Definición de vector, notación de vector, componentes del vector. Y guía 1.
17 de abril del 2023	Teoría para enfatizar en los componentes del vector.
18 de abril del 2023	Guía 2: Enfatizar en los componentes del vector.
25 de abril del 2023	Operaciones con vectores (suma). Y guía 3.
27 de abril del 2023	Postest

*Nota.* En la tabla se encuentran las fechas en las cuales se ejecutaron los procesos concernientes a la investigación y los pasos que se tomaron como ruta. Fuente: elaboración propia.

**3.6 Consentimiento Informado**

El Dvivo, 23 de febrero del 2023

Señor (a)

**Padre de familia**

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Institución Educativa José María Falla

El Dovio

Cordial saludo.

Por medio de la presente me permito solicitar su autorización y consentimiento para la participación de su hijo en el proyecto de investigación “*Modelos mentales sobre el concepto de vector en física*”, a cargo de Fabiana Andrea Cárdenas Giraldo y de la línea de Investigación en la Licenciatura en Matemáticas y Física. Dicho proyecto cuenta con las siguientes características:

**Objetivo:**

Identificar los modelos mentales sobre el concepto de vector en física que poseen los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa José María Falla.

**Responsable:** Fabiana Andrea Cárdenas Giraldo, en función de ejecutar el trabajo de grado para optar el título de Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad Católica de Manizales.

**Procedimiento:** Previa autorización de la institución y consentimiento informado por parte de los padres y el (la) adolescente, debidamente firmado, cuya intervención dura aproximadamente cuatro semanas, por tanto, se requiere de la participación de mínimo 36 estudiantes de grado décimo que se encuentran entre los 14 y 17 años de edad para llevar a cabo el proyecto.

**Agradezco su atención,**

Cordialmente,

Fabiana Andrea Cárdenas Giraldo

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Universidad Católica de Manizales

Correo electrónico: fabiana.cardenas@ucm.edu.co

Se adjunta: Formato de consentimiento informado.

### **FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo: \_\_\_\_\_, identificado(a) con la cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en calidad de acudiente, deseo manifestar a través de este documento, que fui informado suficientemente y comprendo el objetivo, los procedimientos y beneficios implicados en la participación de mi hijo(a), en el proyecto de investigación: “*Modelos mentales sobre el concepto de vector en física*”.

## CAPÍTULO IV

**4. Resultados**

Para el estudio de la información recolectada se tuvieron en cuenta **36** estudiantes de grado décimo, para ejecutar el **pretest**, los cuales se encuentran en edades entre 14 y 17 años. Además, para el análisis de los datos obtenidos en cada uno de los procesos establecidos (pretest, guías y postest) se tendrá en cuenta la teoría que plantea el lingüista Halliday.

En primer lugar, es importante enunciar que según Halliday y Martin (1993), el lenguaje que se asume desde las ciencias es un proceso que se basa en la lexicogramática, puesto que allí, las ideas requieren ser transmitidas por medio de la palabra desde un todo y las respuestas que brindan las personas van a estar vinculadas a los patrones sobre los cuales se ha dispuesto el discurso. También se debe recalcar que, el lenguaje científico requiere del uso de palabras técnicas, porque, no es posible establecer un discurso coherente y ordenado sin el uso de dichas mediaciones. (p. 20)

La fundamentación de la teoría parte de la definición de la Lingüística Funcional Sistémica (LFS), la cual hace referencia a, los procesos necesario para comunicar ideas, instrucciones y pensamientos, pero su valor no se centra en solo transmitirlos de manera adecuada, sino que las mediaciones brinden un significado, el cual estará íntimamente relacionado con el espacio cultura y social en el que habitan las personas. Ahora se darán a conocer las 5 orientaciones que se tienen en cuenta en LFS:

-Regla/recurso: en este espacio se comprende cómo el lenguaje pasa de ser solo un proceso de seguimiento de reglas a un recurso de significado, lo cual da lugar a la semogénesis haciendo referencia a los discursos científicos que se pueden ejecutar desde la

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

comprensión y asociación del espacio cultural y social para hallar significados. Por tanto, en este proceso la palabra no se refiere a la gramática sino a la selección de palabras y entonación que se ejecuta en la comunicación.

-Oración/texto: no se basa en la oración sino en los textos como la parte primordial en el proceso de comunicación, recibir comunicación y acorde al contexto del lenguaje, las interacciones permiten llegar a producir un significado, porque, allí se puede dar espacio de reafirmación, corrección y retroalimentación, lo cual se afirma en: “(...) Trata a la gramática en otras palabras, como la realización del discurso, de donde emerge la concepción funcional, naturalmente relacionada con su semántica textual (en oposición a una sintaxis autónoma) (...)” (Halliday & Martin, 1993, p. 41).

-Texto/contexto: se basa en los textos que poseen una relación con el contexto, lo cual es importante porque brinda un significado propuesto desde la relación entre los textos y las prácticas sociales.

-Expresar/construir significado: es una comprensión más factible de la gramática, puesto que no es solo una transmisión de pensamientos, sino que da la posibilidad de construir la interpretación de la realidad, y esto es lo que permite construir ciencias desde sus particularidades.

-Parsimonia/extravagancia: “(...) Para nosotros esto ha significado que por lo general hay suficiente poder descriptivo para la tarea deconstructiva en cuestión; y si no, hay espacio, tanto teórico como social, para inventarlo” (cf. Trevarthen, 1992, citado por Halliday & Martin, 1993, p. 42).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

De acuerdo a lo mencionado, estos autores exploran el espacio del lenguaje en la ciencia física y encuentran que en este campo conceptual se requiere del uso de léxico elevado, el cual no siempre es asequible a los estudiantes, sino que también encontraron los científicos como importante, hacer uso de las herramientas contextuales y sociales que se relacionan con más regularidad con los estudiantes y buscar una mediación comunicativa la cual permita hallar el significado en los objetos físicos.

Además, la Gramática Sistémico-Funcional es una teoría de la lingüística que permite enfocar el lenguaje en el significado y cómo se puede expresar desde lo léxico-gramatical (palabras y su significado, las estructuras y las reglas). Además, a través de dicha teoría se logra adoptar una perspectiva semántica entre el sistema de opciones semánticas (diferentes entidades, circunstancias (causa y efecto) y participantes) y la estructura léxico-gramatical es decir se buscan puntos de encuentro en los cuales ambos pueden ser funcionales.

Un texto es el producto de una selección en curso dentro de una gran red de sistemas (una red sistémica). La teoría sistémica recibe su nombre del hecho de que la gramática de una lengua está representada como redes sistémicas, no como un inventario de estructuras. (...) (Halliday & Matthiessen, 2004, citados por Alvarado & Trombetta, 2012, p. 5)

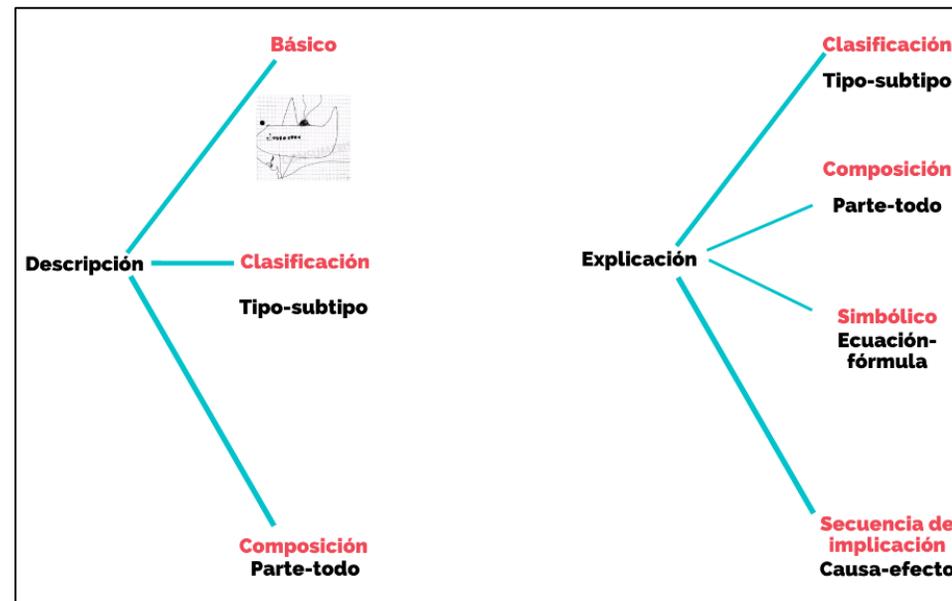
Para concretar la idea, es necesario enfatizar en que en la gramática se diferencia entre los procesos conscientes realizados de manera interna y externa. Es por ello, que a partir del análisis básico de una oración se encuentran cláusulas materiales que hacen referencia a: la construcción gramatical que enuncia una acción. Luego se encuentra la cláusula mental, que enuncia el pensar, sentir y desear. Por último se encuentra la cláusula identificativa-clasificatoria, en donde se describen o clasifican los datos que brinda la idea.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Estos elementos son esenciales para lograr la comprensión de la forma en cómo los estudiantes están dando a entender sus modelos explicativos, por ello, esta teoría es esencial en el análisis de los datos recolectados en esta investigación, puesto que, se interpretan desde la naturaleza semántica, las relaciones estructurales y vinculaciones textuales. Por tanto, se tienen en cuenta las respuestas desde la siguiente clasificación, que se analiza desde la representación analítica, gráfica y lenguaje natural.

### Figura 9

*Tipo de clasificación de análisis*



*Nota.* De esta manera se brindó la clasificación de las respuestas brindadas por los estudiantes tanto en el pretest, como en el postest y las guías. Fuente: elaboración propia.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Tabla 5

Modelo explicativo 1 del pretest

<b>Representaciones semióticas</b>				
En este modelo se encuentran <b>18</b> estudiantes de 36, representando el <b>50%</b> de la totalidad.				
<b>Definición de componentes</b>	<b>Lenguaje natural</b>	<b>Analítica</b>	<b>Gráfico</b>	
<p><b>Modelo 1</b></p> <p><b>Módulo:</b> hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación analítica, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza.</p>	<p>1.¿Por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?</p> <p><b>Ellos se posicionaron desde la perspectiva traída a colación:</b></p> <p>“Porque el avión va muy rápido, tiene mucho peso y apenas está frenando”.</p>	<p>4.¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?</p> <p><b>Las soluciones de los estudiantes se reducen en:</b></p> <p>“Se necesita que no haya tanta llovizna, sino que en la imagen se mira que el avión no es capaz porque no lo deja como el viento las turbulencias por eso no es capaz de aterrizar”.</p>	<p>2.Realiza una secuencia de dibujos y explicación de cada uno de ellos acerca de lo que sucede con el avión al ir aterrizando.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> </div>	

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Análisis por componente del vector**

La primera respuesta, desde el lenguaje natural se puede clasificar en una descripción básica, dado que los estudiantes solo nombran sucesos observados, los cuales son enunciados sin detalles, además, no responde de manera acertada desde la pretensión de la pregunta.

En la pregunta de representación analítica, se observa cómo los estudiantes no desarrollan fórmulas, sino que describen de manera básica, porque allí enuncian que, la imagen del avión muestra turbulencia. En donde no explicitan los sucesos y no dan a entender aspectos diferentes, a los que se pueden ver a simple vista.

Los estudiantes en la parte gráfica dan a conocer algunas parte del avión como la ventanas, alas y cola, y dibujan los edificios que se encuentran alrededor, presentan alguna escasez de recursos visuales para comprender en totalidad lo que está sucediendo y en la descripción se presenta de forma básica, puesto que, dicen que cada que el avión aterriza lo hace por la gravedad y que siempre lleva la misma dirección.

**Sentido:** hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona a los signos +/-.

5.Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje?

**Los estudiantes asumen la siguiente postura:**

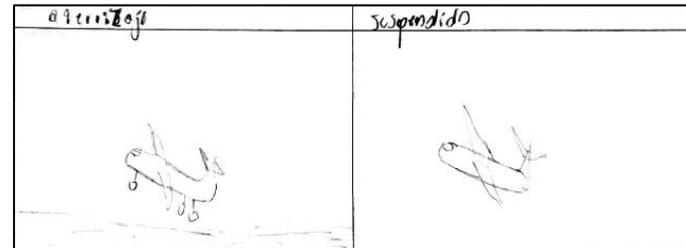
“Porque en la pista debe haber alguien que le de señales y en el avión debe haber algo especial para ver una ubicación perfecta”.

9.Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.

**En este espacio los estudiantes brindaron el siguiente aporte:**

“Tenía que estar cargado de combustible y preparado para despegar, y para aterrizar necesita que ya se haya consumido el combustible”.

8.Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.



MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Análisis por componente del vector**

Desde la pregunta que permite observar el lenguaje natural, los estudiantes realizan una descripción básica, porque en sus respuestas se hace evidente cuando plantean que el avión debe poseer algo especial que permita obtener una ubicación adecuada.

Teniendo en cuenta la segunda pregunta, se puede decir que los estudiantes ejecutan una descripción de tipo básico, dado que, solo plantean: lo fundamental que es tener combustible al despegar y el ya haber consumido la mayor cantidad al momento de aterrizar; pero no existe una secuencia de datos que permitan conectar las ideas, es más como un enunciado.

Ya desde la representación gráfica los estudiantes trazan en sus dibujos un mismo sentido, tanto cuando el avión está suspendido en el aire como en el aterrizaje, también dejan observar algunos detalles de las partes del avión, por ello se puede clasificar como una descripción básica, porque no existe mayor número de detalles para dar a conocer lo que comprenden por sentido.

<p><b>Dirección:</b> se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y él <i>eje x</i>, es decir, la dirección brinda información de</p>	<p>3.¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación?</p> <p><b>Cuando se disponen los estudiantes a brindar a una solución plantean:</b></p> <p>“Es que de pronto al aterrizar no deja que aterrice bien porque de pronto la gravedad no lo deja derecho sino, así como torcido moviéndose de pronto por las turbinas”.</p>	<p>7.¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?</p> <p><b>Los estudiantes se situaron desde este punto de vista:</b></p> <p>“Creo que se deben usar fórmulas matemáticas para calcular la inclinación del avión”.</p>	<p>6.Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.</p> <p><b>Los estudiantes se dispusieron a representar y describir lo que deseaban transmitir de la siguiente manera:</b></p> <div data-bbox="1199 951 1356 1081" data-label="Image"> </div> <p>“Pienso que si porque al inclinar la nariz del avión se pone más peso hacia la parte de adelante y esto hace que aterrice”</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

	<p>cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace.</p>			
<p><b>Análisis por componente del vector</b></p>				
<p>La respuesta brindada por los estudiantes desde la representación de lenguaje natural, demuestran una descripción de composición denominada parte-todo, porque dejan enunciado como la gravedad en conjunto con las turbinas hacen que el avión se mueva y aterrice torcido.</p>				
<p>En la pregunta que involucra la representación analítica, los estudiantes no logran brindar dicho recurso matemática, sino que dan una descripción parafraseando la pregunta que se formuló, por tanto, dan a entender que este tipo de respuesta se puede clasificar como básica.</p>				
<p>Desde la representación gráfica se encontró que, los estudiantes realizan una descripción de composición parte-todo, porque, ellos especifican que la nariz del avión se sitúa con mayor peso en la parte de adelante y por eso logra aterrizar.</p>				
<p>10. Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. <b>Los estudiantes dijeron lo siguiente:</b> “Primero uno baja la velocidad, segundo una estabilidad segura y tercero un buen clima”.</p>				
<p><b>Análisis de los componente del vector</b></p>				
<p>Esta pregunta vincula todos los componentes del vector, por tanto, al analizar la respuesta brindada por los estudiantes, se puede decir que, ellos están realizando una descripción para un aterrizaje seguro, el cual hace referencia a tipo básico, puesto que, no existe una descripción detallada de las acciones que pueden realizar al ser pilotos y solo se limitan a enunciar.</p>				
<p><b>Conclusión desde el modelo explicativo 1</b></p>				
<p>Desde el modelo explicativo 1 los estudiantes no logran identificar los componentes del vector, por ende, no pueden diferenciarlos, lo cual hace que se sitúen en un modelo simplista que solo brinda información por medio de descripciones que en ocasiones no hacen referencia a lo que se les pregunta, o las soluciones que brindan son dadas sin detalles. Teniendo en cuenta lo dicho, se encontraron los siguientes procesos:</p>				

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**MÓDULO:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación-Analítica:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**SENTIDO:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación- Lenguaje Natural (el sentido no se halla a través de medios analíticos):**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**DIRECCIÓN:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción de composición

**Tipo:** Parte-todo

**\*Representación-Analítica:**

Descripción

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>Tipo:</b> Básico</p> <p><b>*Representación- Gráfico:</b> Descripción de composición <b>Tipo:</b> Parte-todo</p> <p><b>TODOS LOS COMPONENTES:</b> Descripción <b>Tipo:</b> Básico</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

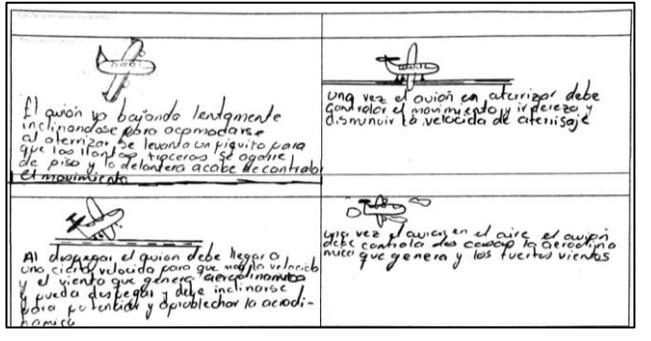
*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada.

**Tabla 6**

*Modelo explicativo 2 del pretest*

<b>Representaciones semióticas</b>				
En este nivel se encuentran <b>12</b> estudiantes de 36, siendo aproximadamente el <b>34 %</b> de la población.				
	<b>Definición de componentes</b>	<b>Lenguaje natural</b>	<b>Analítica</b>	<b>Gráfico</b>
<b>Modelo 2</b>	<p><b>Módulo:</b> hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación</p>	<p>1.¿Por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?</p> <p><b>Ellos se posicionaron desde la perspectiva traída a colación:</b></p>	<p>4.¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?</p> <p><b>Las soluciones de los estudiantes se reducen en:</b></p> <p>“Mirar la velocidad que el viento lleva y dependiendo del peso y tamaño y tipo de avión →Velocidad ↓peso ↔ambas”</p>	<p>2.Realiza una secuencia de dibujos y explicación de cada uno de ellos acerca de lo que sucede con el avión al ir aterrizando.</p>

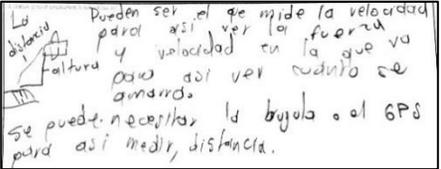
MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>analítica, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza.</p>	<p>“Por el aire ya que hay unas corrientes de viento fuerte entonces esto provoca las turbulencias”.</p>		 <p>The image contains four hand-drawn diagrams of an airplane. The top-left diagram shows the airplane banking to the right, with text: 'El avión va bajando lentamente inclinándose pero acomodarse al aterrizar se levanta un pequeño para que las llantas traseras se agafen de piso y la delantera acabe de controlarlo el movimiento'. The top-right diagram shows the airplane in a level landing position, with text: 'Una vez el avión en aterrizaje debe controlar el movimiento y ir de peso y disminuir la velocidad de aterrizaje'. The bottom-left diagram shows the airplane banking to the left, with text: 'Al despegar el avión debe llegar a una cierta velocidad para que no se incline y el viento que genera turbulencias y pueda despegar y debe inclinarse para controlar y aprovechar la aerodinámica'. The bottom-right diagram shows the airplane banking to the right, with text: 'Una vez el avión en el aire el avión debe controlar sus cosas la generación de peso que genera y las fuerzas vienen'.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>Teniendo en cuenta la pregunta de lenguaje natural, los estudiantes realizan una descripción básica, porque dan a entender que el avión se mueve al acercarse a la pista, por las corrientes de aire y estas reflejan una turbulencia, pero no vinculan aspectos detallados que contribuyan a comprender de manera completa la idea que presentan, sin embargo existe más detalle comparado con el modelo 1.</p> <p>En lo concerniente a la representación analítica los estudiantes establecen una descripción simbólica de tipo subtipo, porque primero exponen que la rapidez del aterrizaje puede depender del peso, velocidad del viento y luego enuncian que también del tipo de avión, lo cual permite ubicarlo en dicha clasificación.</p> <p>Teniendo en cuenta la representación gráfica se puede decir que, los estudiantes realizan los dibujos de manera adecuada, además los hacen con más detalles, en donde dejan observar, la puerta, las nubes, las turbinas, ventanas, y las alas. Allí en primer lugar, los estudiantes ejecutan una descripción de clasificación parte-todo, porque, cuando empiezan a dar a conocer los sucesos del aterrizaje dan información de lo que ocurre con las llantas traseras y delanteras en el acoplamiento desde el aire y al llegar a la pista, lo cual garantiza un aterrizaje seguro.</p>			

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>Sentido:</b> hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona a los signos +/-.</p>	<p>5. Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje?</p> <p><b>Los estudiantes asumen la siguiente postura:</b></p> <p>“Gracias a la dirección, y velocidad a la que vaya para así ir ajustando una buena dirección para el aterrizaje y que sea seguro y apto”.</p>	<p>9. Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.</p> <p><b>En este espacio los estudiantes brindaron el siguiente aporte:</b></p> <p>“Al principio puede que tenga turbulencia durante su trayectoria y al final puede que tenga lo mismo, pero cambio la velocidad”.</p>	<p>8. Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.</p> <div data-bbox="1226 331 1871 553"> </div>
<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>A partir del lenguaje natural se puede decir que, los estudiantes brindan la solución de una forma descriptiva-básica, dado que sólo enuncian la manera en cómo el conductor puede trazar el sentido, además, enuncian algunos aspectos (velocidad, dirección), pero no brinda de qué modo hacen que el avión se alinee para el aterrizaje o cómo lo favorece, tampoco diferencian el sentido de la dirección.</p> <p>Desde la otra pregunta se tiene, una descripción básica, porque los estudiantes solo expresan que al principio había turbulencia y que al final también pero que hubo un cambio en la velocidad, por ende, reflejan muy pocas ideas para conectarlas y hallar un significado total.</p>			

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>Finalmente la representación gráfica, es situada de manera adecuada desde el sentido que toma el avión desde la suspensión en el aire y el aterrizaje, pero la descripción que acompaña a cada dibujo posee datos importante que no brindan una idea central de lo que quieren transmitir, aunque es más aterrizada que el anterior modelo explicativo. Faltan algunos procesos de cohesión entre las ideas que brindan.</p>		
<p><b>Dirección:</b> se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y él eje x, es decir, la dirección brinda información de cómo se está moviendo en qué amplitud lo hace.</p>	<p>3.¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación?</p> <p><b>Cuando se disponen los estudiantes a brindar a una solución plantean:</b></p> <p>“Probablemente sea el viento, las fuertes corrientes de aire que se producen a las grandes velocidades que se alcanzan en un vuelo comercial”.</p>	<p>7.¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?</p> <p><b>Los estudiantes se situaron desde este punto de vista:</b></p> 
<p>6.Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.</p> <p><b>Los estudiantes se dispusieron a representar y describir lo que deseaban transmitir de la siguiente manera:</b></p>  <p>“El avión debe disminuir velocidad e inclinarse punta arriba para que impacto sea en las llantas traseras”</p>		

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<b>Análisis por componente del vector</b>				
<p>En el lenguaje natural, los estudiantes proporcionan una descripción de tipo subtipo, porque, están tratando de dar a conocer los aspectos que pueden llevar a que el avión desvíe su trayectoria, allí enuncian que una de ellas puede ser el viento, también las corrientes de viento y que estas se generan por la velocidad que alcanza un avión y especifica que se da en los vuelos comerciales.</p>				
<p>A partir del lenguaje analítico, se debe resaltar que los estudiantes intentan realizar enunciados simbólicos, por ello ejecutan un triángulo rectángulo en el cual exponen aspectos en el aterrizaje. Se puede decir que ellos realizan una descripción básica, donde nombran la velocidad, la fuerza y el uso de gps para medir la distancia, pero no dicen de qué modo esto permite hallar la inclinación.</p>				
<p>Ya luego, en la representación gráfica, los estudiantes plasman más detalles en comparación con el modelo explicativo 1, por tanto de manera inconsciente dan a entender la asociación del ángulo con la inclinación, pero en la descripción que acompaña al dibujo ellos dejan observar una descripción de composición parte-todo, dado que, vinculan el soporte de rebote en las llantas traseras y la asociación con la nariz del avión.</p>				
<p>10. Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. <b>Los estudiantes dijeron lo siguiente:</b> “Asegurarme que el avión este en buen estado, manejar la velocidad en la que voy a aterrizar, y mantener la calma durante todo el vuelo y aterrizar”.</p>				
<b>Análisis de los componentes del vector</b>				
<p>En esta pregunta se relacionan todos los componentes del vector y allí los estudiantes describen de forma básica lo que ellos harían al ser pilotos, pero solo nombran sin dar detalles, o secuencialidades de hechos a partir de los cuales actuarían de cierto modo.</p>				
<b>Conclusión desde el modelo explicativo 2</b>				
<p>En este modelo explicativo ya los estudiante logran conceptualizar de manera adecuada uno de los componentes del vector, aunque presentan aún una confusión en los otros dos componentes, a su vez, evidencian unas descripciones más completas, por tanto las ideas que transmiten tienen coherencia y más cohesión con lo que se pregunta, ya ellos se lanzan un poco más a brindar sus conocimientos y tratan de establecer asociaciones para con la matematización desde la geometría. En este modelo los estudiantes permitieron encontrar:</p>				
<p><b>MÓDULO:</b></p>				

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación-Analítica:**

Descripción

**Tipo:** Tipo subtipo

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción de composición

**Tipo:** Parte-todo

**SENTIDO:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación-Lenguaje Natural (el sentido no se halla a través de medios analíticos):**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**DIRECCIÓN:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción de clasificación

**Tipo:** Tipo subtipo

**\*Representación-Analítica:**

Descripción

**Tipo:** Básico

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>*Representación- Gráfico:</b>                  Descripción de composición  <b>Tipo:</b> Parte-todo</p> <p><b>TODOS LOS COMPONENTES:</b>                  Descripción  <b>Tipo:</b> Básico</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada.

**Tabla 7**

*Modelo explicativo 3 del pretest*

		Representaciones semióticas			
		En este modelo se encuentran <b>6</b> estudiantes de 36, lo cual representa aproximadamente el <b>16 %</b> .			
		Definición de componentes	Lenguaje natural	Analítica	Gráfico
<b>Modelo 3</b>	<b>Módulo:</b>	hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación analítica, si se habla de una	1.¿Por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?  Ellos se posicionaron desde la perspectiva traída a colación:	4.¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?  <b>Las soluciones de los estudiantes se reducen en:</b>  “Depende de la densidad de aire, el viento y el peso del avión, $D + p + V = R, D =$	2.Realiza una secuencia de dibujos y explicación de cada uno de ellos acerca de lo que sucede con el avión al ir aterrizando.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza.</p>	<p>“Porque el avión desde que viene al aire viene afectado por la turbulencia, lo que hace que el aterrizaje se complique, porque el avión no está estable hacia una sola dirección, sino que va de un lado a otro, siendo golpeado por la turbulencia”.</p>	<p><i>Densidad, <math>p =</math> peso del avión y <math>V =</math> viento”.</i></p>	<p>Corrientes de aire se encuentran</p> <p>cambian la dirección del avión</p> <p>La cola controla la dirección pero el viento cambia ese rumbo</p> <p>punta hacia arriba para aterrizar</p>
<p><b>Análisis por componente del vector</b></p>			
<p>Los estudiantes a partir de la representación de lenguaje natural, demuestran una mayor apropiación del componente del vector, por ello, realizan una explicación detallada y con más recursos gramaticales en comparación con los anteriores dos modelos explicativos. Esta explicación que realizan se puede clasificar como secuencia de implicación; porque, allí ellos justifican que la turbulencia complica el trayecto del avión y que esto causa un cambio constante de dirección donde lo plantean como ir de lado a lado.</p>			
<p>En el lenguaje analítico los estudiantes ya poseen mayor idea acerca de lo que se les pide que ejecuten dado que, pueden traer a colación algunos aspectos que pueden vincularse en el vuelo del avión y lo hacen de manera acertada porque, saben qué es lo que están expresando. Ellos ejecutan una explicación simbólica a través de una ecuación, demostrando de este modo que, ya se</p>			

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

lanzan a pensar de manera adecuada con lo que se pregunta y vinculan aspectos que no son del todo correctos para establecer la rapidez, pero si son adecuados desde la relación que guardan en el trayecto del avión.

Como último aspecto se encuentra la representación gráfica, allí se evidencian variados detalles en el dibujo, además vinculan las corrientes de viento, el sentido y la dirección que lleva el avión en su recorrido. En definitiva los dibujos son excelentes y la manera en como difuminan ciertas partes del avión da una buena perspectiva. Se observa una explicación de composición parte-todo, porque, dan detalles de los elementos que intervienen, como: cola del avión y punta hacia arriba, lo cual en conjunto con la corriente, determinarán el aterrizaje.

**Sentido:** hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona a los signos +/-.

5. Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje?

**Los estudiantes asumen la siguiente postura:**

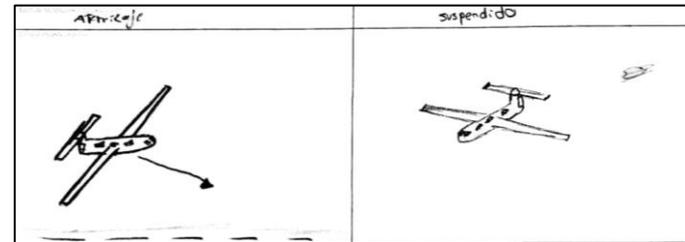
“Al piloto girar el volante hace que el avión haga que las alas cambien de dirección

9. Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.

**En este espacio los estudiantes brindaron el siguiente aporte:**

“A la hora de despegar el avión sube en un término medio y no va tan rápido, y cuando va suspendido no va en trayectoria porque las turbulencias hacen que el avión este en constante movimiento de un lado hacia otro. En el aterrizaje el avión va bajando en picada y cuando va llegando a la pista va

8. Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.



MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

	<p>lo cual permite que se alinee para el aterrizaje”.</p>	<p>poniéndose como recto marcando su trayectoria de llegada, aunque por la turbulencia el avión no llega así, el avión toma varias direcciones al momento de estar tocando la pista y por eso mismo tiene que mermarle a la velocidad para que llegue de una manera segura”.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>Desde el lenguaje natural se evidencia cómo los estudiantes, ejecutan una explicación secuencia de implicación, puesto que, dan a entender que para ellos todo parte de la manera en cómo el piloto hace girar el volante, y esto establece un control del avión y una manipulación del mismo, lo cual conecta con las alas y desde ambos elementos el avión logra orientarse nuevamente hacia la pista de aterrizaje.</p> <p>Desde la siguiente pregunta los estudiantes realizan una explicación secuencia de implicación, en la cual se evidencia un nivel gramatical elevado, además está ampliamente desarrollada. Se clasifica de esa manera, porque, dan a conocer como se establece el rumbo del avión al despegar y al aterrizar, por eso plantean que en primer momento el rumbo lo ejecuta despacio y en el proceso de suspensión el avión no logra estar quieto, pues la corriente de viento lo hacen tambalear constantemente y para aterrizar empieza a ir en picada (esto hace referencia a la inclinación); pero al llegar no está recto por la turbulencia y al final logra establecerse de manera directa con la pista y todo es a partir de disminuir la velocidad.</p> <p>En la parte gráfica, aunque los estudiantes realizan muy bien los trazos del dibujo y posicionan nubes para ejemplificar lo que está sucediendo en el vuelo del avión, no ejecutaron la explicación de los dibujos, pero a partir de lo que realizaron se puede ubicar en una explicación de composición parte-todo, dado que, los estudiantes vinculan muchos elementos gráficos que incluye tanto los elementos que conforman el avión como el sentido que adquiere el avión estando suspendido en el aire y la posición de aterrizaje.</p>			

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>Dirección:</b> se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y él <i>eje x</i>, es decir, la dirección brinda información de cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace.</p>	<p>3.¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación?  <b>Cuando se disponen los estudiantes a brindar a una solución plantean:</b> “Porque al haber fuertes corrientes de aire hace que el avión se desestabilice por lo cual debe desviar su trayectoria y puede causar que se pierda el control del avión”.</p>	<p>7.¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?  <b>Los estudiantes se situaron desde este punto de vista:</b> “Las fórmulas ayudan a que el avión tenga un aterrizaje bien (normal) ej: cuando lleguemos a 100 empezamos a bajar o cuando el avión está en <i>x</i> es que hay una inclinación correcta”.</p>	<p>6.Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.</p> <div data-bbox="1033 337 1362 492" data-label="Image"> </div> <p>“Si influye porque al colocar la nariz para abajo el avión coge más velocidad, y si la coloca para arriba ayuda a que el avión coja fuerza para arrancar entonces la nariz ayuda a que el avión aterrice derecho”.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>Desde el lenguaje natural, se tiene que los estudiantes responden a través de una explicación, la cual es ejecutada de una forma elocuente, y esta se puede clasificar en secuencia de implicación, ya que ellos, dan a conocer que la corriente de aire al ser fuerte genera en el avión movimientos que lo perturban en su recorrido y esto causa una variación de la trayectoria que llevaba y puede llegar a producir una pérdida del control del avión. Además, se observa cómo los estudiantes desde este modelo explicativo ya poseen más claridad en la forma y los agentes que generan dicho cambio en la trayectoria.</p> <p>Desde la representación analítica, los estudiantes desarrollan una explicación que puede ser simbólica-numérica, porque plantean que las fórmulas son importante para un aterrizaje normal y ellos sin hacerlo de forma consciente vinculan la dirección con el eje x, lo cual es esencial en la ubicación del ángulo, aunque no lo piensen de ese modo, lo único que falta allí es un poco de énfasis en lo que identifican conceptualmente sobre la dirección.</p> <p>Teniendo en cuenta la representación gráfica, este no es el mejor dibujo que se encuentra desde el modelo explicativo que se está analizando, pero sí refleja el concepto de inclinación a partir de la posición e influencia de la nariz del avión al aterrizar, por tanto, ellos realizan una explicación de composición parte-todo, lo cual se evidencia cuando dicen que al estar la nariz hacia abajo ayuda a que el avión obtenga mayor velocidad y que en el despegue ésta permite que el avión posea más fuerza y concretan la idea con que la nariz es la que orienta la dirección del avión, diciendo que es la que admite que el avión muestre un aterrizaje derecho.</p>
<p>10. Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. <b>Los estudiantes dijeron lo siguiente:</b> “En caso de turbulencias tener una velocidad constante para que el avión no sea tan azotado por ella. Tener presente la distancia para tener idea de cómo sería una trayectoria del aterrizaje. Tener presente como está el clima y si quizás hay otros lugares de vuelo y así prevenir algunos riesgos”.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Análisis de componentes del vector</b></p> <p>En esta pregunta se comprenden todos los componentes del vector, y a través de la respuesta brindada por los estudiantes se puede decir que, existe una explicación de secuencia de implicación, dado que, plantean que la velocidad constante es la que ayudará a que el aterrizaje sea suave, también precisan la distancia, el clima y los riesgos que se pueden vivenciar en el aterrizaje y el preveer ello posibilitará un aterrizaje seguro.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Conclusión desde el modelo explicativo 3</b></p> <p>Los estudiantes en este nivel ya están en la posibilidad de comprender de manera conjunta dos de los componentes del vector, los cuales hacen alusión a la módulo y al sentido, puesto que los expresan de manera pertinente desde cada representación semiótica en</p>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

la que se pueden simbolizar, a su vez, la forma en como tratan de establecer procesos matemáticos ya se encuentra más elaborados y con designaciones de representación desde símbolos numéricos o ecuaciones. También se encontró que:

### **MÓDULO:**

#### **\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

#### **\*Representación-Analítica:**

Explicación

**Tipo:** Simbólica-ecuación

#### **\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte todo

### **SENTIDO:**

#### **\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

#### **\*Representación- Lenguaje Natural (el sentido no se halla a través de medios analíticos):**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

#### **\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte todo

### **DIRECCIÓN:**

#### **\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>*Representación-Analítica:</b>                  Explicación  <b>Tipo:</b> Simbólica-numérica y ecuación</p> <p><b>*Representación- Gráfico:</b>                  Explicación de composición  <b>Tipo:</b> Parte-todo</p> <p><b>TODOS LOS COMPONENTES:</b>                  Explicación  <b>Tipo:</b> Secuencia de implicación</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada.

**Tabla 8**

*Modelo explicativo 1 desde la guía 1*

<b>Guía 1</b>
<b>Modelo explicativo 1</b>
<p>1.¿Cuál de los siguientes vectores posee mayor magnitud? Explica la opción que seleccionaste. <b>Los estudiantes respondieron:</b>                  “La c, porque el vector es más grande, por eso su magnitud es mayor”.</p>
<p>2.Representa a través de un dibujo el desplazamiento que realizaste al ir en orientación Noreste. <b>Los estudiantes respondieron:</b></p> <div style="text-align: center;"> </div>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

3. Realiza una expresión numérica que permita calcular el desplazamiento que hiciste utilizando la brújula. **Los estudiantes respondieron:** “29 pasos  $\rightarrow$  Norte = 50°”.

4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? **Los estudiantes respondieron:** “No entendí bien la tres, la tres fue la más difícil, porque no entendí bien. La primera fue la más fácil, porque en la explicación dieron prácticamente la respuesta”.

### Análisis

En la primera pregunta que tiene una representación de lenguaje natural, los estudiantes realizan una descripción básica, dado que sólo enuncian aspectos que se pueden observar a simple vista.

Desde la representación gráfica se observa cómo los estudiantes, vinculan diversos recursos visuales y en este caso ilustran de manera adecuada la actividad ejecuta haciendo uso de la brújula, además dan detalles, como la sombra de los pasos que recorren, por tanto, se puede ubicar en: descripción de composición parte todo, puesto que, en el dibujo, nombran algunos espacios y especifican cada actuación.

En la pregunta que enunciaba la representación analítica, los estudiantes permiten observar una explicación simbólica-numérica y ecuación, dado que ellos plantean de este modo el desplazamiento por tanto, hacen uso de los pasos y las orientaciones cardinales.

Pregunta más difícil: 3

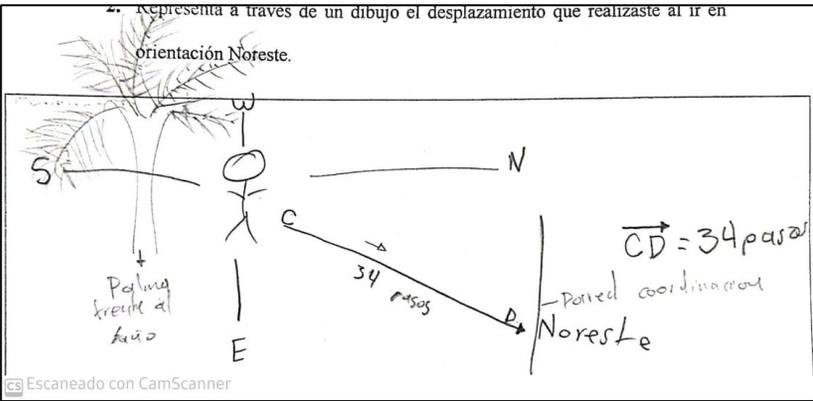
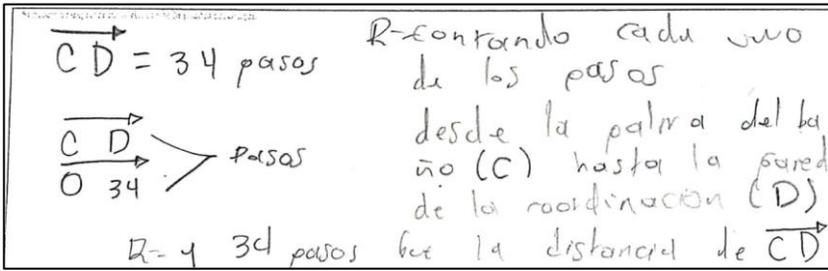
Pregunta más fácil: 1

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Tabla 9

Modelo explicativo 2 desde la guía 1

<b>Guía 1</b>	
<b>Modelo explicativo 2</b>	
<p>1.¿Cuál de los siguientes vectores posee mayor magnitud? Explica la opción que seleccionaste. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “La c, ya que es el vector más grande”.</p>	
<p>2.Representa a través de un dibujo el desplazamiento que realizaste al ir en orientación Noreste.<b>Los estudiantes respondieron:</b></p>	
<p>3.Realiza una expresión numérica que permita calcular el desplazamiento que hiciste utilizando la brújula. <b>Los estudiantes respondieron:</b></p>	
<p>4.¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? <b>Los estudiantes respondieron:</b> “Tuve dificultad en la 3 ya que no</p>	

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

sabía cómo nombrarla, la pregunta 3 me causo dificultad y la pregunta 2 fue la más fácil ya que solo teníamos que dibujar lo que hicimos”.

**Análisis**

En la pregunta que hace referencia a lenguaje natural, los estudiantes realizan una descripción básica la cual solo se basa en decir que seleccionaron el vector más grande, no dan especificaciones, solo responden de manera simplista.

Al analizar la solución desde la representación gráfica, los estudiantes permiten observar una explicación de composición parte todo, puesto que, no solo ejecutan el dibujo, sino que también la construyen a partir de la persona dispuesta en el plano cartesiano y hacen uso de la notación de vector, puesto que tienen en cuenta la suma de forma implícita entre:  $\overrightarrow{CD}$  y las orientaciones cardinales.

Desde la representación analítica, ellos demuestran un proceso de explicación simbólica ecuación-numérica, allí tienen en cuenta los pasos, la notación de vector y plantean que desde C hasta D hay una distancia.

Pregunta más difícil: 3

Pregunta más fácil: 2

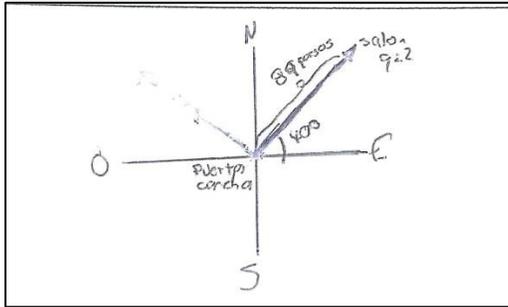
*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

**Tabla 10**

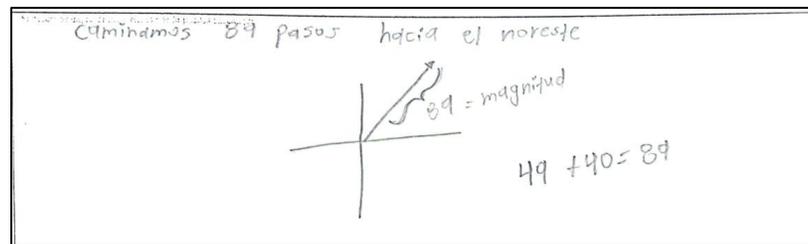
*Modelo explicativo 3 desde la guía 1*

<b>Guía 1</b>
<b>Modelo explicativo 3</b>
1.¿Cuál de los siguientes vectores posee mayor magnitud? Explica la opción que seleccionaste. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “Es la c porque en el plano recorre más casillas es como si recorriera o diera más pasos”.
2.Representa a través de un dibujo el desplazamiento que realizaste al ir en orientación Noreste. <b>Los estudiantes respondieron:</b>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA



3. Realiza una expresión numérica que permita calcular el desplazamiento que hiciste utilizando la brújula. **Los estudiantes respondieron:**



4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? **Los estudiantes respondieron:** “Me pareció más difícil hallar la fórmula porque no había entendido y la más fácil la 2 porque ya habíamos analizado el proceso”.

### Análisis

En la pregunta que hace mención a la representación de lenguaje natural, los estudiantes realizan una explicación en donde enuncian el por qué la *c* posee el vector más grande, aunque no lo hacen ampliamente, si está más elaborada la respuesta en comparación con los otros dos modelos, además como brindan el plano cartesiano y hacen una analogía de los cuadros con los pasos se considera de tipo parte-todo.

Desde la representación gráfica, los estudiantes demuestran una explicación de composición parte-todo, además lo ejecutan de forma detallada y adecuadamente, dado que ubican el vector de manera intuitiva desde la coordenada (0,0) y allí enuncian el ángulo, la magnitud, orientaciones cardinales y el sentido.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Por último, en la representación analítica, los estudiantes dejan observar una explicación simbólica numérica, donde relacionan de manera adecuada la magnitud con el desplazamiento y por tanto lo vinculan con los pasos y dividen la cantidad para ejecutar la suma y éste les brinde la totalidad de pasos que ejecutaron, además especifican que fue en dirección noreste.

Pregunta más difícil: 3

Pregunta más fácil: 2

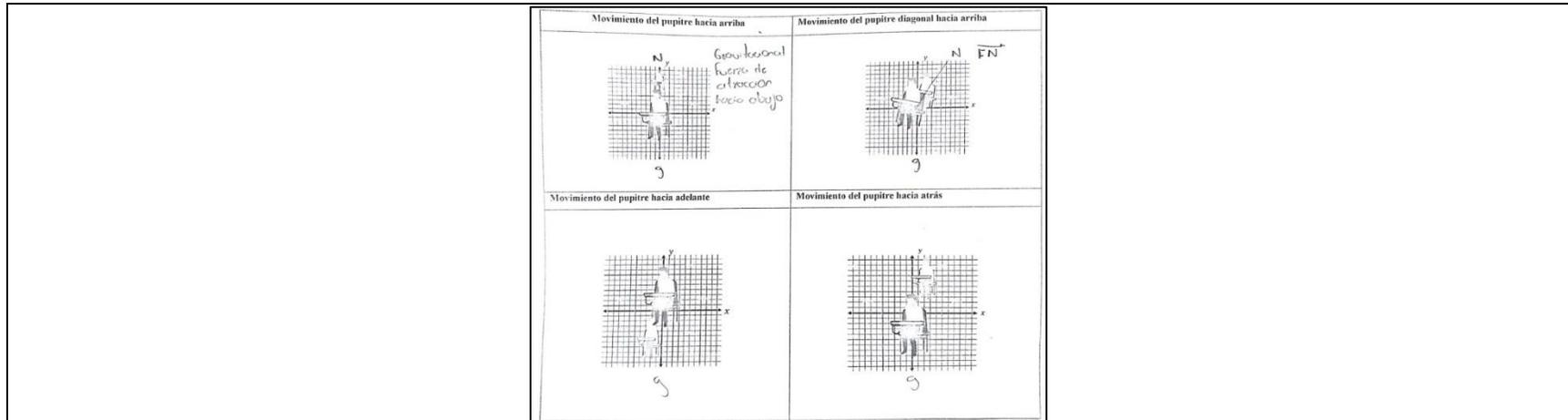
*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

### Tabla 11

*Modelo explicativo 1 desde la guía 2*

<b>Guía 2</b>
<b>Modelo explicativo 1</b>
1. ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando las manos mientras estás sentado sobre la silla? Si o no y explique su respuesta. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “No ya que el cuerpo ejerce una fuerza hacia abajo; hay un peso sobre la silla lo que impide mover el pupitre hacia arriba”.
2. Analiza la información de cada cuadro, para que indiques y nombres las fuerzas que crees que actúan en cada caso. <b>Los estudiantes respondieron:</b>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA



3. En un salón de clase se encuentra un estudiante que posee una masa de 50kg y empuja un pupitre de 10kg sobre una superficie horizontal (suelo) muy resbaladiza con una fuerza de 60N hacia la derecha. La fuerza de fricción es de 20N (se opone al movimiento, es decir va en sentido contrario al movimiento). Halla la aceleración y la fuerza neta que se utilizan en la situación. **Los estudiantes respondieron:**

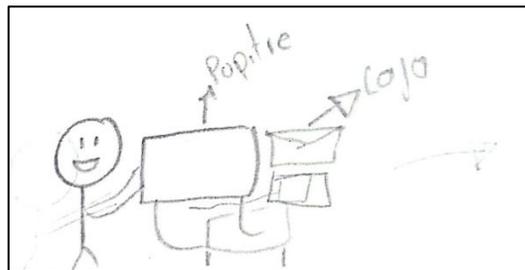
$$50kg + 10kg = 60kg$$

$$60N - 20N = 40N$$

$$60kg = 40N * a$$

$$a = \frac{40N}{60kg} = 0,66 \text{ m/s}^2$$

4. Realiza un dibujo que represente la respuesta anterior. **Los estudiantes respondieron:**



## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

5. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? **Los estudiantes respondieron:** “Analizar la pregunta 3 y la fuerza de movimiento de los pupitres 3 y 4. Buscar la fuerza que actúa en el pupitre 3 y 4. El dibujo”.

### Análisis

Teniendo en cuenta la representación de lenguaje natural los estudiantes ejecutaron una explicación de secuencia de implicación, dado que dan a entender que la fuerza ejercida y el peso no permiten que el pupitre se mueva, esta respuesta tiene sentido aunque no sea del todo la razón por la que sucede ello.

Desde la segunda pregunta lo primero que se debe enunciar es que vincula a los 3 componentes del vector y en este modelo explicativo los estudiantes realizaron una descripción tipo subtipo, porque, desde que se les solicitó que ubicaran las fuerzas que se involucraron en las escenas descritas en cada imagen, se condicionó a que existen magnitudes vectoriales y una de ellas son las fuerzas. A su vez, se clasifica de dicho modo, porque brindan poca información.

En la representación analítica, allí se evidencia una explicación simbólica-fórmula, puesto que, desarrollan los datos de manera adecuada y la solución es correcta, solo que hicieron una asociación mal, es decir al reemplazar en la fórmula los datos numéricos, en la fuerza pusieron la masa y viceversa.

Finalmente desde la parte gráfica, en este espacio los estudiantes solo brindan una descripción básica en la cuál traen a colación algunos elementos dispuestos en la situación para desarrollar la fórmula, y vincularon de manera autónoma una caja, lo cual permite comprender que no del todo estaba clara la pregunta.

Pregunta difícil: 3 y 4

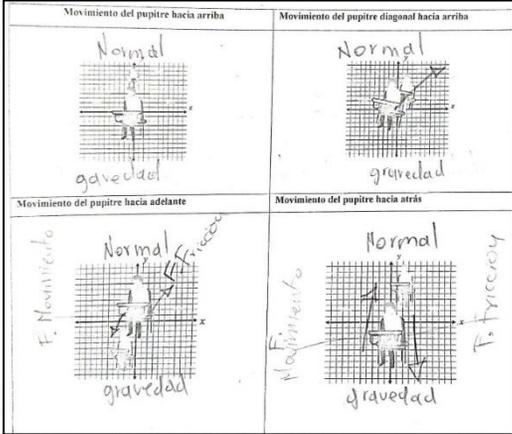
Pregunta fácil: 3 y 4

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Tabla 12

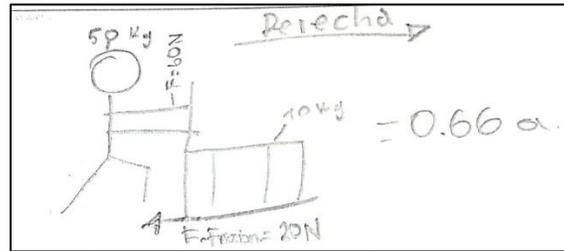
Modelo explicativo 2 desde la guía 2

<b>Guía 2</b>	
<b>Modelo explicativo 2</b>	
<p>1. ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando las manos mientras estás sentado sobre la silla? Si o no y explique su respuesta. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “No, ya que estamos sobre el pupitre, todo nuestro peso esta sobre el pupitre y no lo podemos levantar estando sobre él, ya que tenemos que tener un apoyo en el piso para levantarlo con las manos”.</p>	
<p>2. Analiza la información de cada cuadro, para que indiques y nombres las fuerzas que crees que actúan en cada caso. <b>Los estudiantes respondieron:</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>	
<p>3. En un salón de clase se encuentra un estudiante que posee una masa de 50kg y empuja un pupitre de 10kg sobre una superficie horizontal (suelo) muy resbaladiza con una fuerza de 60N hacia la derecha. La fuerza de fricción es de 20N (se opone al movimiento, es decir va en sentido contrario al movimiento). Halla la aceleración y la fuerza neta que se utilizan en la situación. <b>Los estudiantes respondieron:</b></p> <p><math>Masa\ total = 50kg + 10kg = 60kg</math></p> <p><math>Fuerza_{neta} = 60N - 20N = 40N</math></p> <p><math>60kg = 40N * a</math></p>	

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

$$a = \frac{40N}{60kg} = 0,66a$$

4. Realiza un dibujo que represente la respuesta anterior. **Los estudiantes respondieron:**



5. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? **Los estudiantes respondieron:** “Ninguna. La 2 ya que no he visto lo de fuerzas. La 3 y 4 me gusta manejar mucho lo de fórmulas”.

### Análisis

En la representación de lenguaje natural los estudiantes ejecutan una explicación secuencia de implicación, ellos justifican que el pupitre no se puede levantar, porque, su peso está sobre el pupitre y que requieren de apoyarse en algo para lograr alzarlo.

La pregunta en la que se vinculan todos los componentes del vector, los estudiantes ejecutaron una explicación de clasificación tipo subtipo, por ende, se determinó de ese modo, porque, un tipo de magnitud vectorial es la fuerza y ellos se dedicaron a plantear ello. Desde esta solución se puede decir que, fue una excelente vinculación de las fuerzas y su ubicación fue adecuada.

La representación analítica es evidenciada desde una explicación simbólica-fórmula, está dio la solución correcta, sin embargo los estudiantes cuando se dispusieron a hacer el reemplazo numérico en la fórmula trocaron la masa y la fuerza, las ubicaron en el lugar de la otra.

Últimamente, en la representación gráfica se observa un dibujo muy bien logrado, el cual posee demasiados detalles que la ubican en una explicación de composición parte-todo, primero se debe enfatizar en la forma en como vincularon de manera adecuada la dirección y sentido de las fuerzas involucradas, lo cual es fundamental para comprender la conceptualización que van adquiriendo de los componentes del vector y por otro lado, vinculan la silla, a la persona y los datos numéricos que acompañan cada acción.

Pregunta difícil: 2

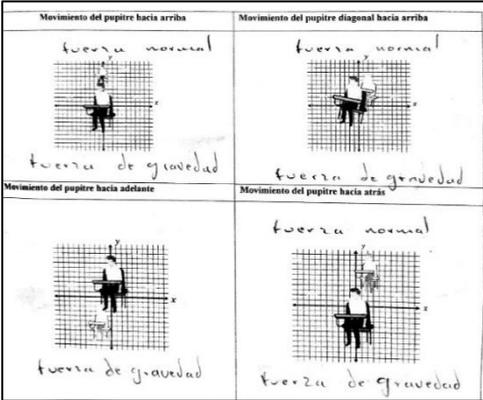
MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Pregunta fácil: 3 y 4

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

**Tabla 13**

*Modelo explicativo 3 desde la guía 2*

<b>Guía 2</b>	
<b>Modelo explicativo 3</b>	
<p>1. ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando las manos mientras estás sentado sobre la silla? Si o no y explique su respuesta.  <b>Los estudiantes respondieron:</b> “No se puede ya que nuestro centro de gravedad y la atracción de la tierra no es posible levantarla”.</p>	
<p>2. Analiza la información de cada cuadro, para que indiques y nombres las fuerzas que crees que actúan en cada caso.  <b>Los estudiantes respondieron:</b></p>	
<p>3. En un salón de clase se encuentra un estudiante que posee una masa de 50kg y empuja un pupitre de 10kg sobre una superficie horizontal (suelo) muy resbaladiza con una fuerza de 60N hacia la derecha. La fuerza de fricción es de 20N (se opone al movimiento, es decir va en sentido contrario al movimiento). Halla la aceleración y la fuerza neta que se utilizan en la situación. <b>Los estudiantes respondieron:</b></p> <p><math>50kg + 10kg = 60kg</math></p>	

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

$$60N - 20N = 40N$$

$$40N = 60kg * a$$

$$\frac{40N}{60kg} = a$$

$$0,6 = a$$

4. Realiza un dibujo que represente la respuesta anterior. **Los estudiantes respondieron:**



5. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? **Los estudiantes respondieron:** “Ninguna. La 3 porque no se mucho de matemáticas y no entiendo muy bien. La primera ya que era explicar el porqué de algo que experimente o realice una experimentación”.

**Análisis**

La representación de lenguaje natural la dieron a conocer a través de una explicación de secuencia de implicación, dado que enuncian que el centro de gravedad y la atracción hacia la tierra son las que no permiten alzar el pupitre, por tanto plantean la justificación haciendo uso de fuerzas que conocen y de las que poseen alguna conceptualización.

Desde la pregunta que vincula los 3 componentes del vector, fue solucionada por los estudiantes a partir de una descripción tipo subtipo, dado que el propósito es que den a conocer y ubiquen las fuerzas que intervienen en cada caso del pupitre y como la fuerza es una magnitud vectorial se concibe como un tipo de vector y el subtipo es la fuerza.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

En la representación analítica los estudiantes demostraron una explicación simbólica-fórmula, la cual dio el resultado correcto, además ellos si vincularon de manera adecuada cada parte numérica con la parte de la fórmula a la que correspondía, por ende, evidencian un despeje adecuado.

En la representación gráfica los estudiantes muestran una explicación de composición parte-todo, dado que primero los detalles que brindan desde el dibujo son excelentes, a su vez, la manera en cómo diseñan el sentido que adquiere cada fuerza está bien relacionado, por tanto demuestran mayor apropiación.

Pregunta difícil: 3

Pregunta fácil: 1

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

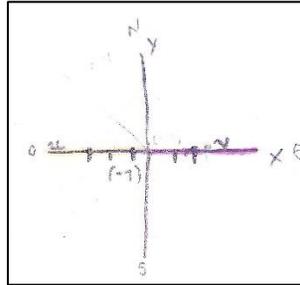
### Tabla 14

*Modelo explicativo 1 desde la guía 3*

<b>Guía 3</b>
<b>Modelo explicativo 1</b>
1.Describe los pasos que seguirías para hallar el vector que determinará la posición final del nadador. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “Sumar el vector v más el vector u y luego ubicarme en el plano cartesiano”.
2.Realiza de manera algebraica la suma de vectores para sumar el vector $\vec{u}_{nadador}$ más el vector $\vec{v}_{corriente\ río}$ ( $\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ río}$ ). <b>Los estudiantes respondieron:</b> Velocidad del río: $\frac{2km}{h}$ $\vec{v}(2,0)$  Velocidad nadador: $-\frac{3km}{h}$ $\vec{v}(-3,0)$ $\vec{v} + \vec{u} = (2 + (-3), 0 + 0)$ $\vec{v} + \vec{u} = (-1,0)$

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

3. Realiza una representación gráfica de: el vector de la velocidad del nadador, el vector de la velocidad de la corriente del río y el vector suma entre los dos vectores mencionados (( $\vec{u}_{\text{nadador}}$  y  $\vec{v}_{\text{corriente río}}$ )).



4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta? **Los estudiantes respondieron:** “Estaba muy enredada. La dos y la tres casi no entendí 😞. La primera porque solo era explicar unos pasos”.

### Análisis

En esta guía los estudiantes de este modelo en la representación de lenguaje natural, realizan una explicación la cual se puede clasificar en secuencia de implicación, porque, ellos allí plantean que se debe ejecutar en primera instancia una suma de los vectores que brindaron para luego esos valores ubicarlos en el plano cartesiano.

Desde la representación analítica, ellos realizan un buen proceso de explicación que se ubica en simbólico-fórmula para expresar las coordenadas de los dos vectores y luego poder ejecutar la suma, allí se observa un avance importante en el proceso que realizan los estudiantes, porque poseen mayor claridad en su ejecución.

Teniendo en cuenta la representación gráfica, se puede decir que ellos hicieron uso de una explicación de composición parte todo, puesto que, hicieron el plano cartesiano, ubican las orientaciones cardinales y dieron un color y ubicación a cada punto, es decir la posición del nadador, la del río y la sumatoria de ambos.

Pregunta difícil: 2 y 3

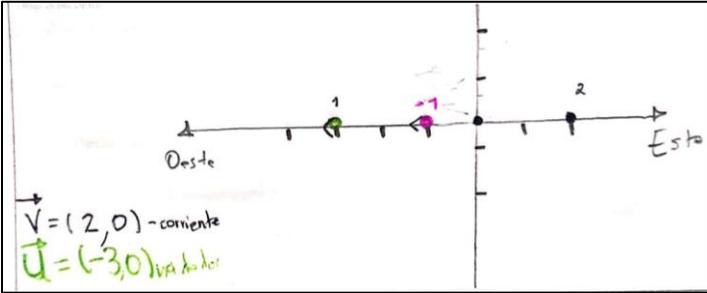
Pregunta fácil: 1

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

**Tabla 15**

*Modelo explicativo 2 desde la guía 3*

<b>Guía 3</b>
<b>Modelo explicativo 2</b>
<p>1. Describe los pasos que seguirías para hallar el vector que determinará la posición final del nadador. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “observar el caso y así empezar a ordenar los datos y empezar a realizar las operaciones”.</p>
<p>2. Realiza de manera algebraica la suma de vectores para sumar el vector <math>\vec{u}_{nadador}</math> más el vector <math>\vec{v}_{corriente\ rio}</math> (<math>\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ rio}</math>). <b>Los estudiantes respondieron:</b>  <math>\vec{u} = -3</math>    <math>\vec{v} = 2</math>  <math>\vec{u} + \vec{v} = (-3 + 2) = -1\ km/h</math>  <math>(2,0)</math>  <math>(-3,0)</math>  <math>(-1,0)</math></p>
<p>3. Realiza una representación gráfica de: el vector de la velocidad del nadador, el vector de la velocidad de la corriente del río y el vector suma entre los dos vectores mencionados ((<math>\vec{u}_{nadador}</math> y <math>\vec{v}_{corriente\ rio}</math>)).</p> <div style="text-align: center;">  </div>

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y por qué? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y por qué? **Los estudiantes respondieron:** “Ninguna, Ninguna. Todas se me hace muy fácil”.

**Análisis**

En la representación de lenguaje natural ejecutaron una descripción básica, porque solo enuncian que es lo que podrían llegar a hacer pero no hacen referencia a los datos que le brinda el enunciado, lo cual se evidencia en: observar, organizar y operación.

En la representación analítica los estudiantes realizaron una explicación simbólica-fórmula, en donde tuvieron en cuenta primero los valores de las x, y brindaron la solución entre la suma de los vectores, infiriendo que y en ambos puntos era equivalente a cero y luego pusieron los pares ordenados: nadador, río y resultado.

Desde la representación gráfica, los estudiantes brindaron una explicación de composición parte-todo, en donde se observa como en el plano cartesiano ubican las orientaciones cardinales de las que harán uso y distinguen de un color diferente cada vector.

Pregunta difícil: Ninguna

Pregunta fácil: Ninguna

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

**Tabla 16**

*Modelo explicativo 3 desde la guía 3*

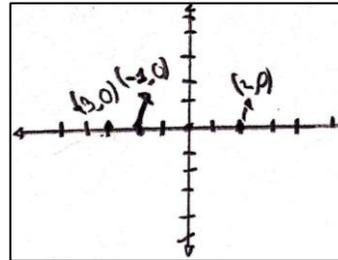
Guía 3
Modelo explicativo 3
1. Describe los pasos que seguirías para hallar el vector que determinará la posición final del nadador. <b>Los estudiantes respondieron:</b> “El primer paso es restar la velocidad del río que va al este menos la del nadador $\frac{2km}{h} - \frac{3km}{h} = -1km/h$ que va a el oeste esto da el vector que da la posición del nadador”.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

2. Realiza de manera algebraica la suma de vectores para sumar el vector  $\vec{u}_{nadador}$  más el vector  $\vec{v}_{corriente\ río}$  ( $\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ río}$ ). **Los estudiantes respondieron:**

$$\vec{C}(2,0)(-3,0) = -\frac{1km}{h}$$

3. Realiza una representación gráfica de: el vector de la velocidad del nadador, el vector de la velocidad de la corriente del río y el vector suma entre los dos vectores mencionados (( $\vec{u}_{nadador}$  y  $\vec{v}_{corriente\ río}$ )).



4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas? ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y por qué? y ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y por qué? **Los estudiantes respondieron:** “Ninguna, soy pro. La 2 porque no sabía cómo plantear la ecuación. La número 3 porque fue solo acomodar los resultados que ya tenía”.

#### Análisis

En la representación de lenguaje natural, los estudiantes demuestran una explicación de secuencia de implicación, porque, dicen que se resta la velocidad del río y plantean la operación y finalmente plantean: esto da el vector de la posición del nadador.

La representación analítica, es a partir de una explicación simbólica-fórmula, dado que, ellos utilizan la notación de vector llamado C y allí exponen de manera seguida los pares ordenados en suma y brindan el resultado de manera directa, lo cual refleja la comprensión de los estudiantes con respecto a la suma de vectores.

Finalmente, en representación gráfica los estudiantes realizan el plano cartesiano desde una explicación de composición parte-todo y enfatizan en la ubicación final del nadador, y enuncian los pares ordenados.

Pregunta difícil: 2

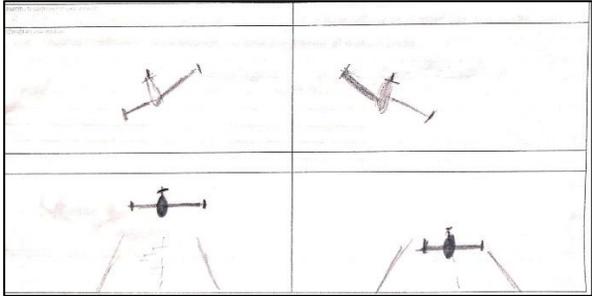
Pregunta fácil: 3

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada en la intervención.

**Tabla 17**

*Modelo explicativo 1 del postest*

<b>Representaciones semióticas</b>			
En este modelo se encuentran <b>9</b> estudiantes de 36, representando el <b>25%</b> de la totalidad.			
<b>Definición de componentes</b>	<b>Lenguaje natural</b>	<b>Analítica</b>	<b>Gráfico</b>
<p><b>Módulo:</b> hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación analítica, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza.</p>	<p>1.¿Por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?</p> <p><b>Ellos se posicionaron desde la perspectiva traída a colación:</b></p> <p>“Por que esta aterrizando y también puede ser por el peso del avión”.</p>	<p>4.¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?</p> <p><b>Las soluciones de los estudiantes se reducen en:</b></p> <p>“Unos 240 km/h aproximadamente depende del avión”.</p>	<p>2.Realiza una secuencia de dibujos y explicación de cada uno de ellos acerca de lo que sucede con el avión al ir aterrizando.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Análisis por componente del vector**

En la representación de lenguaje natural, los estudiantes en este modelo realizan una descripción básica, dado que sólo enuncian el aterrizaje del avión y creen que el peso es un factor que interviene en el aterrizar, sin embargo, no hay detalles a partir de lo que perciben y la información que brindan es reducida.

Desde la representación analítica, los estudiantes ejecutan una descripción tipo subtipo, dado que, brindan un valor numérico, pero, aunque ya habían obtenido la fórmula de la magnitud no la usaron ni la contemplaron, la cual fue brindado a través de la intervención, de lo cual se puede decir que no quedó claro el conocimiento y esto hizo que brindarán información parecida a la que estaba expuesta desde el pretest.

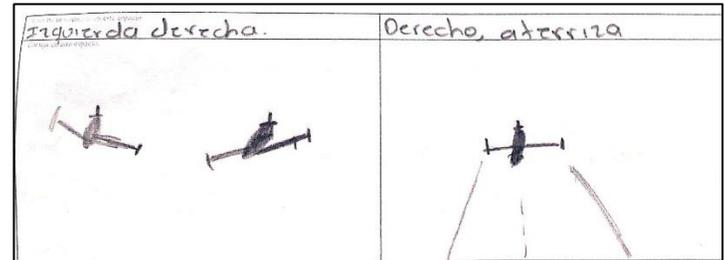
Teniendo en cuenta la representación gráfica se puede decir que, los estudiantes brindan dibujos, los cuales no dan muchos detalles de los elementos que constituyen a un avión, a su vez, no brindaron ni una descripción ni un enunciado, lo cual permite determinar que no hay muchos recursos los cuales analizar y brindar una clasificación amplia.

**Sentido:** hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona a los signos +/-.

5. Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje?  
  
**Los estudiantes asumen la siguiente postura:**  
  
“El sentido cambia de izquierda a derecha, baja velocidad para poder alinear el avión y poder aterrizar”.

9. Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.  
  
**En este espacio los estudiantes brindaron el siguiente aporte:**  
  
“Al principio el movimiento del avión era de izquierda a derecha, después alinee el avión, quedo derecho para poder aterrizar”.

8. Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.



MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<b>Análisis por componente del vector</b>			
<p>Los estudiantes en la representación de lenguaje natural ejecutan una explicación de secuencia de implicación, puesto que, cuando están brindando los acontecimientos para dar una respuesta, brindan elementos que poseen causa efecto, es decir, ellos plantean que al disminuir la velocidad el avión logra alinearse para aterrizar.</p> <p>Como en el componente de sentido no hay una fórmula que permita hallarlo, se asume esta siguiente pregunta como lenguaje natural, y se puede clasificar como una descripción básica, porque los estudiantes dan a entender que el movimiento que ejecuta el avión de lado a lado le permite aterrizar de manera segura.</p> <p>Finalmente, desde la representación gráfica los estudiantes ilustran una descripción básica, la cual refleja pocos recursos gramaticales y no verbales que no contribuyen a comprender en totalidad la idea que van a transmitir, por tanto, faltaron detalles de lo que está ocurriendo o ocurre con el avión en suspensión y cuando aterriza.</p>			
<p><b>Dirección:</b> se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y él eje x, es decir, la</p>	<p>3.¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación?</p> <p><b>Cuando se disponen los estudiantes a brindar a una solución plantean:</b></p> <p>“La velocidad y el peso del avión”.</p>	<p>7.¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?</p> <p><b>Los estudiantes se situaron desde este punto de vista:</b></p> <p>“Pues con letras, con números y con ejercicios matemáticos”.</p>	<p>6.Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.</p> <p><b>Los estudiantes se dispusieron a representar y describir lo que deseaban transmitir de la siguiente manera:</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>“Pues yo creo que no por que o de pronto en la inclinación para poder aterrizar”.</p> </div> </div>

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>dirección brinda información de cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace.</p>			
<p><b>Análisis por componente del vector</b></p>			
<p>Se observa que los estudiantes desde la representación de lenguaje natural, realizan una descripción de tipo básico, porque solo enuncian algunos elementos (velocidad-peso) los cuales en conjunto no intervienen de manera directa en la forma en como desvía la trayectoria el avión.</p>			
<p>A partir de la representación analítica los estudiantes no logran brindar valores numéricos ni ecuaciones, sino que realizan una descripción básica de lo que podrían utilizar, por ello, dicen: letras, números y ejercicios, lo cual, demuestra que no comprendieron la intención de establecer una intervención a partir de cada componente del vector, es decir, no entendieron la idea transmitida.</p>			
<p>Por último, en la representación gráfica los estudiantes brindan dibujos que solo se pueden posicionar en descripción básica, puesto que, no saben ni siquiera que desean transmitir, porque primero dicen que no influye la nariz del avión en el aterrizaje y luego dicen que si, además el avión dibujado posee pocos recursos no verbales para analizar.</p>			
<p>10.Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. <b>Los estudiantes dijeron lo siguiente:</b> -Manejar adecuadamente, -Aterrizar con cuidado, -Y tener cuidado que las llantas toquen en suelo.</p>			
<p><b>Análisis de los componente del vector</b></p>			
<p>En esta pregunta intervienen todos los componentes que conforman el avión, y esto permite posicionar la respuesta en: explicación de secuencia de implicación, porque ellos brinda diversas acciones, las cuales poseen un orden adecuado de ejecución y en su forma gramatical de transmitir la idea, dan a conocer una justificación de la razón por la cual esas acciones son necesarias en el aterrizaje.</p>			

**Conclusión desde el modelo explicativo 1**

Aunque este modelo explicativo posea unas características diferentes al modelo explicativo 1 del pretest, se encuentra aún en un nivel inferior a los otros dos modelos, puesto que, aunque algunos estudiantes realizan explicaciones de secuencia de implicación, la mayor cantidad de respuestas se sitúan aún en descripción básica.

**MÓDULO:****\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**\*Representación-Analítica:**

Descripción

**Tipo:** Tipo subtipo

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción

**Tipo:** Básica

**SENTIDO:****\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencial de implicación

**\*Representación- Lenguaje Natural (el sentido no se halla a través de medios analíticos):**

Descripción

**Tipo:** Básica

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**DIRECCIÓN:**

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>*Representación-Lenguaje Natural:</b>                  Descripción  <b>Tipo:</b> Básico</p> <p><b>*Representación-Analítica:</b>                  Descripción  <b>Tipo:</b> Básico</p> <p><b>*Representación- Gráfico:</b>                  Descripción  <b>Tipo:</b> Básico</p> <p><b>TODOS LOS COMPONENTES:</b>                  Descripción  <b>Tipo:</b> Básico</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

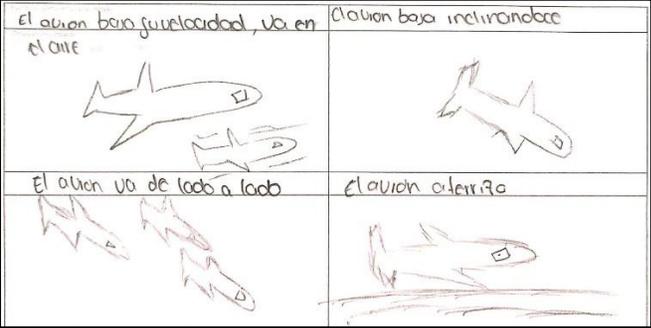
*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada.

**Tabla 18**

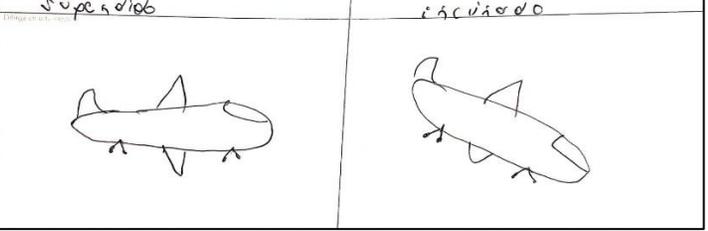
*Modelo explicativo 2 del postest*

		Representaciones semióticas		
		En este nivel se encuentran 8 estudiantes de 36, siendo aproximadamente el 22% de la población.		
Modelo 2	Definición de componentes	Lenguaje natural	Analítica	Gráfico
		<b>Módulo:</b> hace mención al tamaño que posee el	1.¿Por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?	4.¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación analítica, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza.</p>	<p><b>Ellos se posicionaron desde la perspectiva traída a colación:</b></p> <p>“Por la velocidad que trae y por la turbulencia por eso no aterriza directamente sino de lado a lado”.</p>	<p><b>Las soluciones de los estudiantes se reducen en:</b></p> <p>“Se requiere una velocidad baja para poder aterrizar despacio. <math>\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{150 + 250} = \sqrt{400} = 20</math>”.</p>	
<p><b>Análisis por componente del vector</b></p>			
<p>En la representación de lenguaje natural, los estudiantes demuestran una explicación de secuencia de implicación, porque ellos no solo describen los sucesos, sino que también dicen que la turbulencia y la velocidad intervienen en el movimiento de lado a lado del avión.</p>			
<p>Desde la representación analítica, los estudiantes se acercan a una explicación simbólica-fórmula, donde aplican la fórmula para hallar la magnitud, aunque existe una confusión, porque aunque el proceso evidente es adecuado se les olvido elevar tanto el 150 como el 250 al cuadrado para cumplir de manera adecuada con la fórmula. Sin embargo, demostraron una aproximación coherente con la pregunta.</p>			
<p>A partir de la representación gráfica, se evidencia una explicación de composición parte-todo, porque ellos enuncian lo que está sucediendo con el avión en el instante de suspensión, inclinación, disminución de la velocidad y aterrizaje, además los dibujos son coherentes con lo que plantean.</p>			
<p><b>Sentido:</b> hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga</p>	<p>5.Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y</p>	<p>9.Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.</p>	<p>8.Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.</p>

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona a los signos +/-.</p>	<p>hace que el avión se alinee para el aterrizaje?</p> <p><b>Los estudiantes asumen la siguiente postura:</b></p> <p>“Si ya que al subir, sube positivo y al bajar es negativo”.</p>	<p><b>En este espacio los estudiantes brindaron el siguiente aporte:</b></p> <p>“Tenia un rumbo inestable y inclinación. Al final del vuelo el piloto fue bajando la velocidad para estar estable y poder aterrizar bien”.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>Desde la representación de lenguaje natural, se observa cómo los estudiantes dan la solución a la pregunta a través de una explicación de secuencia de implicación, porque ellos plantean de qué modo el sentido pasa de positivo a negativo de acuerdo a la orientación que ejecuta el avión.</p> <p>A partir de la otra pregunta en esta también se da una representación de lenguaje natural, porque para el sentido no se implementan fórmulas, allí los estudiantes demuestran una explicación secuencial de implicación, puesto que, ellos ahí describen el rumbo del avión desde el inicio hasta el final, y justifican que el piloto debe disminuir la velocidad porque esto es lo que le permitirá aterrizar bien.</p> <p>En la representación gráfica los estudiantes realizan un dibujo desde una descripción básica, porque, el avión no posee tantos detalles ni los elementos que constituyen a los aviones, por otro lado ellos tampoco describieron lo que reflejaban los aviones con respecto al recorrido.</p>			

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p><b>Dirección:</b> se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y el eje <math>x</math>, es decir, la dirección brinda información de cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace.</p>	<p>3.¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación?</p> <p><b>Cuando se disponen los estudiantes a brindar a una solución plantean:</b></p> <p>“La desvia por las turbulencias en la que va su velocidad”.</p>	<p>7.¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?</p> <p><b>Los estudiantes se situaron desde este punto de vista:</b></p> <p>“<math>\tan^{-1} \left( \frac{250}{150} \right) = 1,6^\circ</math>”</p>	<p>6.Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.</p> <p><b>Los estudiantes se dispusieron a representar y describir lo que deseaban transmitir de la siguiente manera:</b></p> <div data-bbox="1178 500 1598 613" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> </div> <p>“Yo creo que si porque la inclinación de la nariz ayuda a que el viento lo eleve y pueda ir bajando sin ningún riesgo”.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>En la representación de lenguaje natural, los estudiantes solo hacen una descripción básica, en la cual no brindan detalles para dar a conocer la desviación del avión al aterrizar, ellos solo dicen que por la turbulencia.</p> <p>Desde la representación analítica, realizan una explicación simbólica-fórmula, allí los estudiantes lo hacen de manera adecuado dado que hicieron uso de la fórmula para hallar el ángulo, en donde relacionan los componentes del vector de manera inconsciente, pero dando valores a la x e y, para lograr hacer uso de la fórmula.</p> <p>A partir de la representación gráficas, los estudiantes realizan un dibujo en el cual dejan entrever una explicación de composición parte-todo, porque, por un lado, tratan de dar a conocer como va aterrizando el avión y lo hacen en imagen y brindan un avión con algunos elementos que constituyen al avión, luego, enuncia la nariz del avión en la influencia que establece en la inclinación del avión (desde la idea escrita).</p>
<p>10. Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. <b>Los estudiantes dijeron lo siguiente:</b> “La inclinación que lleva el avión, la dirección y la fuerza que genera el viento”.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Análisis de los componentes del vector</b></p> <p>En este espacio desde todos los componentes del vector, los estudiantes brindan una explicación de secuencia de implicación, dado que, ellos dan a conocer las medidas a tener en cuenta una seguida de la otra, las cuales son importantes a tener en cuenta para un aterrizaje seguro.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Conclusiones desde el modelo explicativo 2</b></p> <p>Los estudiantes en este modelo conceptual ya poseen mayor comprensión del concepto de vector, por ende, brindan algunas explicaciones las cuales se observan desde cada representación semiótica y siguen conservando la comprensión del módulo. Allí se encontró que:</p> <p><b>MÓDULO:</b>  <b>*Representación-Lenguaje Natural:</b>      Explicación  <b>Tipo:</b> Secuencia de implicación</p> <p><b>*Representación-Analítica:</b></p>

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Explicación simbólica

**Tipo:** Fórmula

**\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte-todo

**SENTIDO:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

**\*Representación-Lenguaje Natural (el sentido no se halla a través de medios analíticos):**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

**\*Representación- Gráfico:**

Descripción

**Tipo:** Básico

**DIRECCIÓN:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Descripción

**Tipo:** Básica

**\*Representación-Analítica:**

Explicación

**Tipo:** Simbólica-Fórmula

**\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte-todo

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**TODOS LOS COMPONENTES:**  
 Explicación  
**Tipo:** Secuencia de implicación

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada.

**Tabla 19**

*Modelo explicativo 3 del postest*

		<b>Representaciones semióticas</b>		
		En este modelo se encuentran <b>19</b> estudiantes de 36, lo cual representa aproximadamente el <b>53%</b> .		
<b>Modelo 3</b>	<b>Definición de componentes</b>	<b>Lenguaje natural</b>	<b>Analítica</b>	<b>Gráfico</b>
		<p><b>Módulo:</b> hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea primitiva que poseerá siempre un signo positivo dada su representación analítica, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad</p>	<p>1.¿Por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?</p> <p><b>Ellos se posicionaron desde la perspectiva traída a colación:</b></p> <p>“Normalmente no se mueve así, eso suele suceder cuando hay un mal clima, entonces hay mucha turbulencia y a la hora de aterrizar el avión tiene un aterrizaje con</p>	<p>4.¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?</p> <p><b>Las soluciones de los estudiantes se reducen en:</b></p> <p>“La más mínima posible para que pueda caer seguramente.</p> $\sqrt{x^2 + y^2} =$ $\sqrt{(10)^2 + (100)^2} =$ $\sqrt{100 + 10000} =$

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>de dicha fuerza.</p>	<p>mucho movimiento, por los vientos, las lluvias y eso, también sucede cuando la pista esta mojada”.</p>	<p><math>\sqrt{10100} = 100,5 \text{ km/h}</math>”</p>	
<p><b>Análisis por componente del vector</b></p>			
<p>Los estudiantes en la representación de lenguaje natural, realizaron una explicación de secuencia de implicación, puesto que ellos están justificando la manera en cómo el clima y la turbulencia afecta el aterrizaje del avión, por tanto, los movimientos que se observan en el aterrizaje son producto del viento o cuando la pista se encuentra mojada, a su vez, las ideas que expresar poseen un orden coherente que le da sentido a la idea.</p>			
<p>A partir de la representación analítica, los estudiantes ejecutan una explicación simbólica-fórmula, la cual es ejecutada de manera adecuada, dado que comprendieron la relación existente entre los componentes del vector y la forma en como la magnitud del vector hace referencia en este caso a la rapidez del avión.</p>			
<p>El último elemento en este espacio, hace referencia a la representación gráfica la cual es una explicación de composición parte-todo, en la cual aunque los dibujos no posean todos lo elementos que tiene un avión si lo hacen acorde a los enunciados que brindaron, por tanto existe una coherencia tanto gramatical como secuencial de cada parte que conforma la escena.</p>			
<p><b>Sentido:</b> hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona a los signos +/-.</p>	<p>5.Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje?  <b>Los estudiantes asumen la siguiente postura:</b></p>	<p>9.Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.  <b>En este espacio los estudiantes brindaron el siguiente aporte:</b></p>	<p>8.Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.</p> 

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

	<p>“Mientras el avión iba en el aire, su sentido era positivo, mientras el avión iba bajando de manera inclinada para aterrizar su sentido era negativo”.</p>	<p>“Al inicio empezaba a subir, aumenta la velocidad, aumenta la aceleración y el sentido empieza a ser positivo. Al final empieza a descender, disminuye velocidad y aceleración y el sentido empieza a ser negativo, (bajando)”.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>En lenguaje natural los estudiantes ejecutaron una explicación de secuencia de implicación, porque están dando a entender la manera en cómo el sentido cambia desde el análisis del avión en aterrizaje o en despegue, lo cual es esencial para comprender la orientación que va adquiriendo el vuelo del avión.</p> <p>En la otra pregunta la solución de los estudiantes fue orientada hacia una explicación de secuencia de implicación, dado que, brindan información de cómo la velocidad aumenta al empezar el vuelo y esto determina el sentido (positivo) y también como en el aterrizaje la velocidad debe disminuir para que este sea adecuado y como se observa allí un cambio de sentido positivo a negativo.</p> <p>En la representación gráfica los estudiantes cumplen con características que permite ubicar la solución en explicación de composición de parte-todo, por ende, se debe reconocer que, ellos dan a entender de manera amplia lo que esta realizando el avión en la suspensión y en el aterrizaje, allí dejan observar la inclinación y el sentido.</p>			
<p><b>Dirección:</b> se relaciona con la línea que soporta al vector y continúa infinitamente, aunque no solo</p>	<p>3.¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación?</p>	<p>7.¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?</p>	<p>6.Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no ¿Por qué? Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.</p> <div data-bbox="1108 1291 1497 1414" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> </div> <p>“Si influye en el aterrizaje porque da una dirección correcta y desvía el aire”.</p>

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

<p>es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo que se forma entre el vector y él <i>eje x</i>, es decir, la dirección brinda información de cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace.</p>	<p><b>Cuando se disponen los estudiantes a brindar a una solución plantean:</b></p> <p>“Al avión no le es imposible dirigirse de manera recta, ya que tiene mucha carga aerodinamica, pero se debe a los vectores distintos del avión contra el viento”.</p>	<p><b>Los estudiantes se situaron desde este punto de vista:</b></p> <p>“<math>\tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)</math>  <math>\tan^{-1}\left(\frac{100}{200}\right) = 8,7</math>”.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Análisis por componente del vector</b></p> <p>Desde la representación los estudiantes demuestran una explicación de secuencia de implicación, dado que están especificando como el avión no puede aterrizar de frente hacia la pista y piensan que todo depende de los vectores que posee el viento, lo cual de algún modo.</p> <p>Luego, desde la representación analítica, los estudiantes ejecutan un proceso de explicación simbólica-fórmula, en la cual hallaron de manera adecuada el ángulo que es el que establece la dirección que lleva el avión, además es una evidencia de que han comprendido de manera adecuada el componente dirección del vector.</p> <p>Finalmente, desde la representación gráfica ellos hicieron una explicación de composición parte-todo, la cual refleja una secuencia de dibujos correcta y la descripción es interesante porque los estudiantes creen que la inclinación que ejecuta el avión es el que da la dirección y esta posición que obtiene desvía el viento.</p>			

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

10. Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo. **Los estudiantes dijeron lo siguiente:** “La inclinación que lleva el avión, la velocidad, la dirección y la fuerza que genera el viento”.

**Análisis de componentes del vector**

En esta pregunta en donde se vinculan todos los componentes del vector, se puede decir que los estudiantes realizan una explicación de secuencia de implicación, porque dan a conocer 3 pasos que brindaran la posibilidad de un vuelo adecuado, por ello hacen referencia a la velocidad, inclinación y fuerza del viento.

**Conclusiones desde el modelo explicativo 3**

En este modelo explicativo, los estudiantes demuestran mayor apropiación del concepto de vector y las relaciones que pueden presentar entre el módulo y el sentido, ya que, estos componentes reflejan los que con mayor claridad construyeron. Por tanto se encontró que:

**MÓDULO:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

**\*Representación-Analítica:**

Explicación

**Tipo:** Simbólica-fórmula

**\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte todo

**SENTIDO:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

**\*Representación- Lenguaje Natural (el sentido no se halla a través de medios analíticos):**

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

**\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte todo

**DIRECCIÓN:**

**\*Representación-Lenguaje Natural:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

**\*Representación-Analítica:**

Explicación

**Tipo:** Simbólica-fórmula

**\*Representación- Gráfico:**

Explicación de composición

**Tipo:** Parte-todo

**TODOS LOS COMPONENTES:**

Explicación

**Tipo:** Secuencia de implicación

*Nota.* La tabla brinda de manera detallada el análisis de la información recolectada.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

4.1 Análisis de los resultados

Tabla 20

Descripción global del cambio conceptual en los modelos explicativos

Pretest	Variables	M1	M2	M3
	%	50%	34%	16%
	Número de estudiantes	18	12	6
Postest	%	25%	22%	53%
	Número de estudiantes	9	8	19
Diferencia	Entre estudiantes	$18 - 9 = 9$	$12 - 8 = 4$	$6 - 19 = -13$
Análisis – cambio conceptual de los estudiantes	Comparación cantidad pretest vs postest	<b>9</b> estudiantes del <b>M1</b> pasaron a la siguiente, de manera que: <b>5</b> estudiantes pasaron a <b>M2</b> y <b>4</b> estudiantes pasaron a <b>M3</b> .	Entonces: del <b>M2</b> al modelo <b>M3</b> pasaron <b>8</b> estudiantes. Quedaron <b>4</b> estudiantes que estaban desde el pretest, más los <b>5</b> que pasaron de <b>M1</b> , dando como resultado <b>9</b> estudiantes en <b>M2</b> .	El signo negativo quiere decir que de este <b>M3</b> no salieron estudiantes sino que ingresaron es decir hay más en postest que en pretest. Por tanto, se quedaron los <b>6</b> e ingresaron los <b>8</b> que pasaron de <b>M2</b> y <b>4</b> de <b>M1</b> .
Total	Estudiantes y porcentaje del modelo alcanzado	<b>25% equivalente a 9 estudiantes.</b>	<b>25% equivalente a 9 estudiantes.</b>	<b>50% equivalente a 18 estudiantes.</b>

Nota: la tabla brinda el porcentaje y la cantidad de estudiantes en: pretest, postest y posición definitiva de los estudiantes en cada modelo. Fuente: elaboración propia.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

De acuerdo a la información de la tabla, se darán a conocer las características de cada modelo explicativo con relación a los resultados encontrados desde el pretest y el postest.

El modelo explicativo 1 (**M1, vea Tabla 20**) en el pretest se tiene que los estudiantes presentan confusiones en el concepto de vector, puesto que, no identifican los componentes, sino que solo describen la información de forma simple con la cual solo pueden enunciar algunos elementos del fenómeno dispuestos desde el modelo conceptual. Por tanto, la descripción básica es una característica que presenta el modelo desde cada representación semiótica: lenguaje natural, analítico y gráfico. Un ejemplo de ello es: “Explica ¿por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje? R/ Porque en ese momento estan empezando un tornado”.

El M1 a partir del postest, obtuvo una diferencia con respecto al del pretest, esto quiere decir que en el pos los estudiantes aunque realizaban descripciones básica y de tipo subtipo, también podían demostrar algunas explicaciones de secuencia de implicación, puesto que, en el lenguaje natural describen la situación paso a paso y enunciaron la causa que produce el efecto en el aterrizaje del avión. La característica que se conserva es la simplicidad de las soluciones y pocos recursos visuales en la representación gráfica, por tanto, aún no diferencian los componentes del vector. Esto se puede observar cuando los estudiantes dicen: “Explica ¿por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje? R/ Esto puede ocurrio debido a que el avión al comienzo va con su velocidad de vuelo y para aterrizar se mueve hacia los lados para de esta manera reducir su velocidad para lograr su aterrizaje seguro”.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Por otro lado, el modelo explicativo 2 (**M2, vea Tabla 20**), en el pretest se encuentra definido como el modelo en el cual los estudiantes poseen una idea de uno de los componentes del vector, el cual hace referencia al módulo-magnitud, pero confunden los otros dos componentes (sentido y dirección) y no pueden realizar aún relaciones entre los componentes. Además las soluciones poseen como característica el uso de descripciones básicas, de tipo subtipo y de composición parte todo, en donde se comprende que aún no realizan explicaciones. Lo cual se puede observar cuando ellos plantean: “¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación? R/ El avión no aterriza de frente ya que todo el peso se puede generar en la punta y puede hacer una inclinación hacia adelante, yo creeria que desvia su trayectoria para que el avión quede punta arriba y todo el peso quede en la base del avión”.

Además, el M2 en el postest presenta algunos cambios con respecto al M2 del pretest. Uno de ellos es que los estudiantes ya realizan pocas descripciones básicas y la mayoría de respuestas están brindadas desde explicaciones de tipo: secuencia de implicación, parte todo y simbólica, lo cual refleja un avance en el mismo modelo explicativo. Ellos allí ya comprenden el componente del vector denominado módulo y de los otros dos componentes adquieren una idea simple. Por ello, aún no pueden ejecutar relaciones entre los componentes (magnitud-módulo, sentido y dirección), lo cual se refleja en: “¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación? R/ Porque debido a la velocidad este tiene que cambiar su dirección y aplicar el vector correcto”.

En el Modelo explicativo 3 (**M3, vea Tabla 20**), los estudiantes que se encuentran allí demuestran comprensión de dos de los componentes que constituyen al vector, los cuales hacen referencia al: módulo y sentido, además los relacionan, aunque como no

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

entienden aún la dirección, les faltan 2 relaciones por construir. Ellos brindan soluciones desde explicaciones las cuales son de tipo: secuencia de implicación, simbólica y parte-todo, una evidencia de lo planteado es: “¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación? R/ La causa son las diferentes corrientes de viento que se encuentran en el camino del avión y no permiten que se aproxime directamente a la pista”.

Éste M3, en el postest surge a partir de una interpretación de los 2 componentes del vector (sentido y módulo), dado que sus elaboraciones son más completas y demuestran mayor apropiación del concepto de vector, ya no solo desde lo que creen que pueden ser, sino con apropiación conceptual. Los estudiantes siguen conservando las respuestas desde explicación secuencia de implicación, explicación simbólica y explicación parte-todo. Ello se puede observar en: “¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria? ¿Qué puede causar esta situación? R/ El avión no se aproxima de frente a la pista por la fuerza del viento y la velocidad que lleva el avión”.

Por último, se debe subrayar que el resultado total desde el pretest y el postest, como producto de la intervención se tiene que, se encuentra el 50% de los estudiantes (18) en el M3, lo cual, permite inferir que de una u otra manera las actividades de explicación y las guías, fortalecieron los conocimientos que poseían los estudiantes. Por otro lado, aunque en M1 y M2 se encuentra la misma cantidad de estudiantes, se puede decir que, se redujo a la mitad la cantidad de estudiantes que se encontraban en M1, lo cual ratifica la importancia e influencia de la intervención, por tanto si ocurrió un cambio conceptual, además, ya no se encuentra ningún estudiante en el M1 del pretest, sino en M1 de postest.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Tabla 21

*Interpretación de las respuestas de los estudiantes (categorías de análisis).*

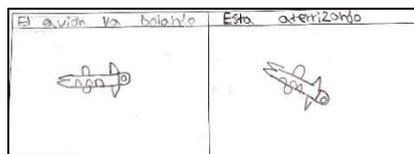
	Categoría de análisis	M1		M2		M3	
	<b>Pretest</b>	<b>Descripción</b>	Básica	144	Básica	72	Básica
Tipo subtipo			0	Tipo subtipo	24	Tipo subtipo	0
Parte todo			36	Parte todo	24	Parte todo	0
<b>Total</b>			180	<b>Total</b>	120	<b>Total</b>	0
<b>Explicación</b>		Parte todo	0	Parte todo	0	Parte todo	18
		Tipo subtipo	0	Tipo subtipo	0	Tipo subtipo	0
		Simbólica	0	Simbólica	0	Simbólica	12
		Secuencia de implicación	0	Secuencia de implicación	0	Secuencia de implicación	30
		<b>Total</b>	0	<b>Total</b>	0	<b>Total</b>	60
<b>Posttest</b>		<b>Descripción</b>	Básica	72	Básica	16	Básica
	Tipo subtipo		9	Tipo subtipo	0	Tipo subtipo	0
	Parte todo		0	Parte todo	0	Parte todo	0
	<b>Total</b>		81	<b>Total</b>	16	<b>Total</b>	0
	<b>Explicación</b>	Parte todo	0	Parte todo	16	Parte todo	57
		Tipo subtipo	0	Tipo subtipo		Tipo subtipo	0
		Simbólica	0	Simbólica	16	Simbólica	38
		Secuencia de implicación	9	Secuencia de implicación	32	Secuencia de implicación	95
		<b>Total</b>	9	<b>Total</b>	64	<b>Total</b>	190

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

*Nota.* En la tabla se trata de demostrar a través de datos cuantitativos el avance que obtuvieron los estudiantes. Fuente: elaboración propia.

En el pretest de acuerdo al M1, los estudiantes solo realizan descripciones y estas no son detalladas desde el lenguaje natural, ni los gráficos brindaban cada elemento dispuesto desde el vídeo (que describe el aterrizaje del avión a través de la estrategia de cangrejo cuando hay turbulencia), sino que solo plantean aspectos evidentes y que son fáciles de detectar, es así como no logran hacer representaciones analíticas, sino que usan el lenguaje natural para dar a conocer partes del avión. Por ello, la mayor cantidad de respuestas se encontraban en la descripción básica, aunque también realizaban descripción de parte-todo, dado que al buscar cómo explicar su respuesta recurrieron a algunos elementos que conforman a los aviones. Se traerá a colación un ejemplo de cada representación:

-En la pregunta: Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro. Los estudiantes desde Representación de Lenguaje Natural y Representación Gráfica hicieron esto:

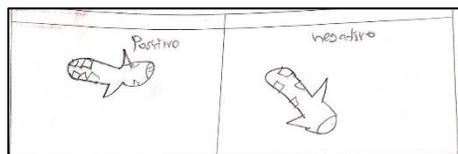


## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

-En la pregunta: ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje? La cual hace referencia a la Representación analítica, los estudiantes dijeron: R/ “Creo que se deben usar formulas matemáticas para calcular la inclinación”.

Desde el postest, se encontró que ya no solo realizaban descripciones sino además explicaciones, las primeras se conservaron en su mayoría desde el tipo básico, pero algunas estaban también en tipo subtipo, lo cual no ocurrió en el pretest, es decir ya daban a entender que existen diferentes tipos de aviones de acuerdo a su utilidad y desde la parte de la explicación fue importante el avance conceptual porque, realizaban algunas desde secuencia de implicación, demostrando que logran relacionar causas y efectos desde los acontecimientos.

-En la pregunta: Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro. Los estudiantes desde Representación de Lenguaje Natural y Representación Gráfica hicieron esto:

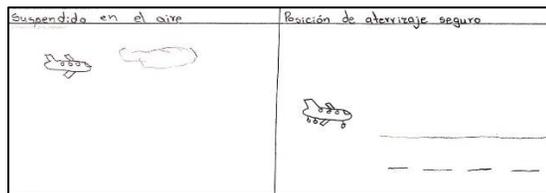


- En la pregunta: ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje? La cual hace referencia a la Representación analítica, los estudiantes dijeron: R/ “pues con letras con números y con ejercicios matemáticos”.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

En el pretest los estudiantes que se encontraban en el M2, demostraron que allí utilizaban desde el lenguaje natural una descripción básica y en ocasiones hacían más uso de recursos gramaticales los cuales conllevaron a situar algunas respuestas desde tipo subtipo, también en la representación analítica los estudiantes brindaban soluciones desde una descripción tipo subtipo porque no sabían como dar a conocer una representación matemática, y desde los gráficos ellos realizaban descripciones parte todo, aunque no de manera detallada sino de manera sucinta.

-En la pregunta: Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro. Los estudiantes desde Representación de Lenguaje Natural y Representación Gráfica hicieron esto:



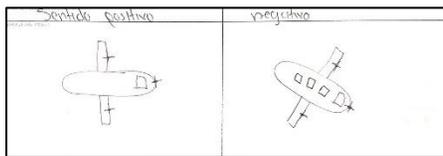
- En la pregunta: ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje? La cual hace referencia a la Representación analítica, los estudiantes dijeron: R/ “Pues se puede medir la velocidad y la fuerza”.

Ya desde el postest, estos estudiantes demostraron una amplitud del modelo que poseían porque aunque también se conservaban algunas respuestas desde la descripción básica, ellos ya en la mediación analítica hacían uso de la explicación simbólica aunque no del todo correcta, es decir si hicieron el proceso de reemplazo y usaron la fórmula adecuada para hallar la magnitud pero olvidaron o obviaron elevar las cantidades al cuadrado en el resultado, es decir estaba enunciado, pero sin tener en cuenta en el

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

resultado y desde el lenguaje natural implementaron explicaciones de secuencia de implicación y mejoraron la coherencia entre la representación gráfica y lo que querían transmitir.

-En la pregunta: Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro. Los estudiantes desde Representación de Lenguaje Natural y Representación Gráfica hicieron esto:

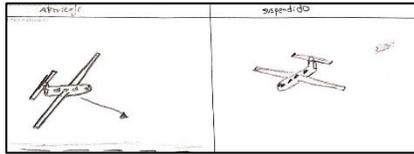


- En la pregunta: ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje? La cual hace referencia a la Representación analítica, los estudiantes dijeron:  $R/ \tan^{-1} \left( \frac{250}{1000} \right) = 14^\circ$ .

A partir del M3 observado desde el pretest, se tiene que los estudiantes utilizaban en el lenguaje natural una explicación de tipo secuencia de implicación, lo cual deja ver la brecha conceptual entre este último modelo en comparación con los otros dos, asimismo buscaron desde la representación analítica dar respuesta desde una explicación simbólica, porque dieron letras y las convirtieron en ecuación, así no fuera la operación correcta y desde la representación gráfica se observó una explicación parte todo, porque dibujaban los aviones con recursos visuales y explicaban los objetos que este posee y que interviene en el aterrizaje.

-En la pregunta: Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro. Los estudiantes desde Representación de Lenguaje Natural y Representación Gráfica hicieron esto:

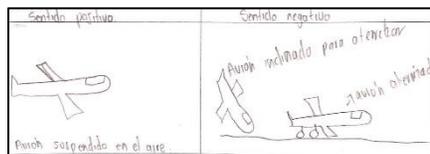
## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA



- En la pregunta: ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje? La cual hace referencia a la Representación analítica, los estudiantes dijeron: R/ “No se”.

Por otro lado, desde el postest no existió cambio en los tipos de explicación que ejecutaban, sino que ocurrió fue la ampliación de los conceptos, porque, en el lenguaje natural la explicación era con más recursos semánticos y gramaticales que daban un hilo conductor a la idea y utilizan términos diferentes a los ya usados, es decir planteaban vectores, aerodinámico, por otro lado, en la representación analítica ellos usaban las fórmulas de manera adecuada y acorde a lo preguntado y en la representación gráfica lo que mejoraron fue la conexión entre la representación gráfica y la descripción de las acciones.

-En la pregunta: Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro. Los estudiantes desde Representación de Lenguaje Natural y Representación Gráfica hicieron esto:



MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

- En la pregunta: ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje? La cual hace referencia a la Representación analítica, los estudiantes dijeron:  $R/ \tan^{-1} \left( \frac{y}{x} \right) = 68,1^\circ$ .

**Tabla 22**

*Interpretación de las categorías desde las guías y modelos explicativos*

	Categoría de análisis		M1			M2			M3		
	Descripción		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Estudiantes en Pretest		Básica		18	18	0	12	0	12	0	0
	Tipo subtipo		0	18	0	0	0	0	0	6	0
	Parte todo		18	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>		36	36	0	12	0	12	0	6	0
	Explicación	Parte todo		0	0	18	12	12	12	12	6
Tipo subtipo			0	0	0	0	12	0	0	0	6
Simbólica			18	18	18	12	12	12	6	6	6
Secuencia de implicación			0	18	18	0	12	0	0	6	0
<b>Total</b>		18	36	54	24	48	24	18	18	18	

*Nota.* La tabla brinda información de la clasificación analítica que iban obteniendo los estudiantes desde cada modelo y en correspondencia al avance de guía a guía. La guía uno hace referencia a: Magnitudes Físicas, la guía 2: Profundización y la guía 3: suma de vectores. Fuente: elaboración propia.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Ahora es importante dar a conocer la manera en como las guías permitieron el estado final de los modelos conceptuales, por tanto, se tienen en cuenta los estudiantes situados en cada modelo, como se observó en los resultados del pretest (M1=18, M2=12 y M3=6).

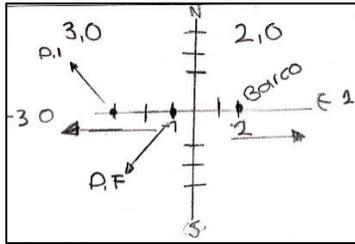
Lo primero que se encontró fue, que algunos estudiantes del M1 pasaron al M3 y esto lo lograron, porque de forma paulatina en cada guía iban adquiriendo mayor conocimiento, lo cual se dio de la siguiente manera: en la guía 1: Magnitudes Físicas, los estudiantes mejoraron la representación analítica, ejemplo: Realiza una expresión numérica que permita calcular el desplazamiento que hiciste utilizando la brújula. R/“Con el pie derecho di 44,5 pasos y con el pie izquierdo 44,5 pasos, y al sumarlos da como total 89 pasos con los dos pies”. Ya en la guía 2: Profundización, realizaban construcciones más amplias desde el lenguaje natural dado que demostraron una explicación secuencial, lo cual se evidencia en: ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando las manos mientras estás sentado sobre la silla? Si o no y explica tu respuesta. R/ “No, porque hay una fuerza que empuja hacia abajo y esta es mayor”.

Por último, los estudiantes demostraron cambio conceptual desde las representaciones semióticas mejoradas en las guías mencionadas y terminaron de transmitir las ideas de manera precisa en la representación gráfica y el resultado observado en la guía 3: Suma de vectores, fue la siguiente: 1. Describe los pasos que seguirías para hallar el vector que determinará la posición final del nadador. R/ “Sumar el 2 y 3, para ver en qué posición va el nadador”. 2. Realiza de manera algebraica la suma de vectores para sumar el vector  $\vec{u}_{nadador}$  más el vector  $\vec{v}_{corriente\ río}$  ( $\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ río}$ ). R/ “ $\vec{v} 2km$   $\vec{u} 3km$   $(x, y) = (2,0), \vec{v}(2,0)$  y  $\vec{u}(3,0)$   $\vec{vu}(-3 + 0, 2 + 0) = (-1,0) \Rightarrow \sqrt{(-1)^2 + (0)^2} = \sqrt{1}$ ”. 3. Realiza una representación gráfica de: el vector de la velocidad del

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

nadador, el vector de la velocidad de la corriente del río y el vector suma entre los dos vectores mencionados

(( $\vec{u}_{nadador}$  y  $\vec{v}_{corriente\ río}$ )). R/



Por otro lado, los estudiantes que se encontraban en M1 y pasaron a M2, obtuvieron una mayor articulación con los componentes del vector en la guía 2, porque allí lograron realizar una representación de lenguaje natural desde una explicación secuencial y en la representación gráfica mostraron una explicación simbólica (fórmula), aunque esta no se encontraba del todo bien desarrollada y no se pueden posicionar desde el M3, porque aún en la parte gráfica siguen teniendo en cuenta la representación a partir de una descripción básica. Este cambio conceptual se puede observar en: 1. ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando las manos mientras estás sentado sobre la silla? Si o no y explique su respuesta. R/ “No es posible ya que para esto necesitamos el uso de los pies. En cuanto a mover el pupitre hacia arriba no se puede ya que estamos allí sentados y no podríamos con el peso de nosotros mismos solo haciendo uso de la fuerza de los brazos”. 3. En un salón de clase se encuentra un estudiante que posee una masa de  $50\text{kg}$  y empuja un pupitre de  $10\text{kg}$  sobre una superficie horizontal (suelo) muy resbaladiza con una fuerza de  $60\text{N}$  hacia la derecha. La fuerza de fricción es de  $20\text{N}$  (se opone al movimiento, es decir va en sentido contrario al movimiento). **Halla la aceleración y la**

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**fuerza neta que se utilizan en la situación.** R/ “ $50 + 10 = 60 \text{ kg}$      $F = 60\text{N} - 20\text{N} = 40\text{N}$      $a * \frac{40}{60} = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , la aceleración es de 0,67 y la fuerza neta es de 40 N”.

2. Analiza la información de cada cuadro, para que indiques y nombres las fuerzas que crees que actúan en cada caso.

Movimiento del pupitre hacia arriba	Movimiento del pupitre diagonal hacia arriba
 <p>fuerza normal</p>	 <p>fuerza normal</p>
Movimiento del pupitre hacia adelante	Movimiento del pupitre hacia atrás
 <p>fuerza de gravedad</p>	 <p>fuerza normal</p>

4. Realiza un dibujo que represente la respuesta anterior.



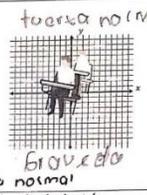
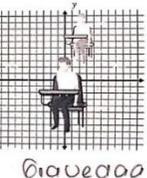
Los estudiantes que se encontraban en el M2 y pasaron al M3, demostraron mayor énfasis conceptual en la guía 2, porque, allí en el lenguaje natural ya expresaban con mayor claridad sus ideas y lo hacían de forma explicativa desde secuencia de implicación (la causa y el efecto). En la representación analítica desarrollaron una explicación simbólica haciendo uso de la fórmula para hallar tanto la magnitud como la dirección y existía coherencia entre los valores numéricos que eligieron. Por último, en la representación gráfica, lograban dibujar desde un todo para transmitir la idea y aunque no incluían muchos detalles en la explicación de los sucesos si daban a entender lo básico en coherencia con el dibujo. Lo expresado se puede observar en: 1. ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

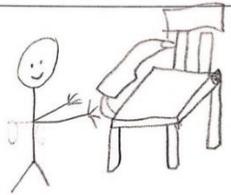
las manos mientras estás sentado sobre la silla? Si o no y explique su respuesta. R/ “No porque la gravedad nos hace estar en el piso, y solo ejercer fuerza con las manos para levantarla no sería posible”. 3. En un salón de clase se encuentra un estudiante que posee una masa de  $50\text{kg}$  y empuja un pupitre de  $10\text{kg}$  sobre una superficie horizontal (suelo) muy resbaladiza con una fuerza de  $60\text{N}$  hacia la derecha. La fuerza de fricción es de  $20\text{N}$  (se opone al movimiento, es decir va en sentido contrario al movimiento). **Halla la aceleración y la fuerza neta que se utilizan en la situación.** R/ “ $50 + 10 = 60\text{ kg}$      $F = 60\text{N} - 20\text{N} = 40\text{N}$      $a * \frac{40}{60} = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ,

Fuerza neta:  $40\text{N}$  y aceleración  $0,67$ ”.

2. Analiza la información de cada cuadro, para que indiques y nombres las fuerzas que crees que actúan en cada caso.

<p>Movimiento del pupitre hacia arriba</p> 	<p>Movimiento del pupitre diagonal hacia arriba</p> 
<p>Movimiento del pupitre hacia adelante</p> 	<p>Movimiento del pupitre hacia atrás</p> 

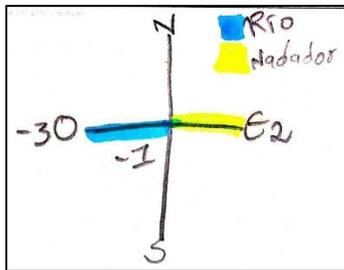
4. Realiza un dibujo que represente la respuesta anterior.



Se debe subrayar que, aunque unos estudiantes aún se encuentran en el M1 en el postest, como se mencionó con antelación las características entre éste y el M1 del pretest, esto conlleva a que también ellos demuestran un cambio conceptual, puesto que, aunque

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

no ejecutan muchas explicaciones desde todas las guías y el postest, si ejecuta algunos procesos de manera acertada y demuestran mayor entendimiento. Esto se puede visualizar en la guía 3: 1. Describe los pasos que seguirías para hallar el vector que determinará la posición final del nadador. R/ “Sumar el 2 y el 3, haber en que posición va el nadador”. 2. Realiza de manera algebraica la suma de vectores para sumar el vector  $\vec{u}_{nadador}$  más el vector  $\vec{v}_{corriente\ rio}$  ( $\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ rio}$ ). R/ “ $\vec{vu}(3 + 0, 2 + 0) = (1,0)$ ”. 3. Realiza una representación gráfica de: el vector de la velocidad del nadador, el vector de la velocidad de la corriente del río y el vector suma entre los dos vectores mencionados ( $(\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ rio})$ ).

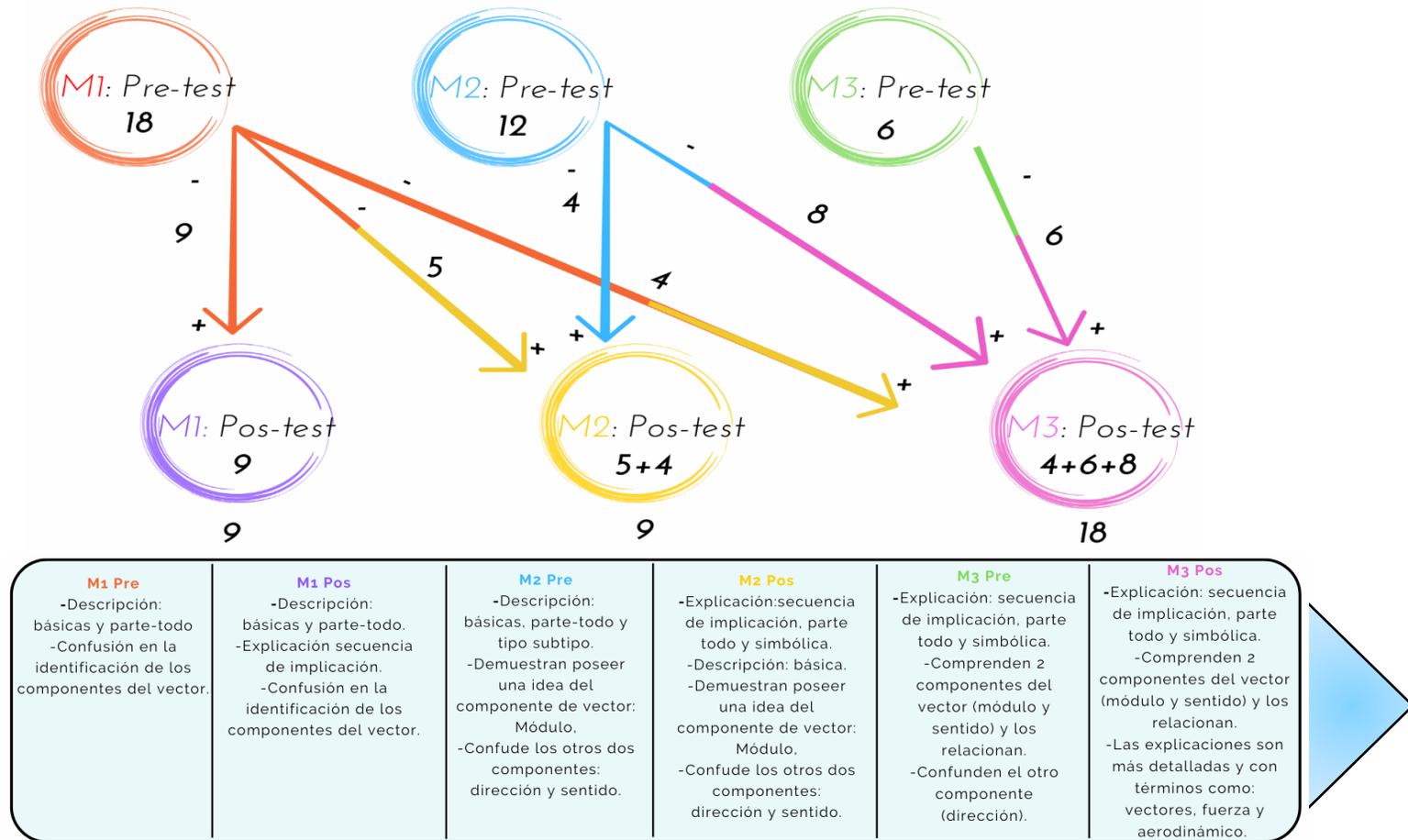


Teniendo en cuenta la información brindada anteriormente desde los resultados, se debe subrayar que es posible ejecutar una comparación entre: M1, M2 y M3 del pretest y entre M1, M2 y M3 del postest, esto quiere decir que, no se pueden correlacionar de manera directa, porque, aunque sea M1 pretest y M1 postest poseen diferencias en las características del modelo explicativo, no es el mismo modelo en ambos casos, por tanto, esto lleva a plantear que, ya ningún estudiante se encuentra en el M1 del pretest, porque también obtuvieron un cambio conceptual, el cual los llevó a mejorar los proceso de solución que brindan desde cada aspecto al que hace referencia cada pregunta y pasaron a una posición M1 postest.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Figura 10

Cambio conceptual alcanzado

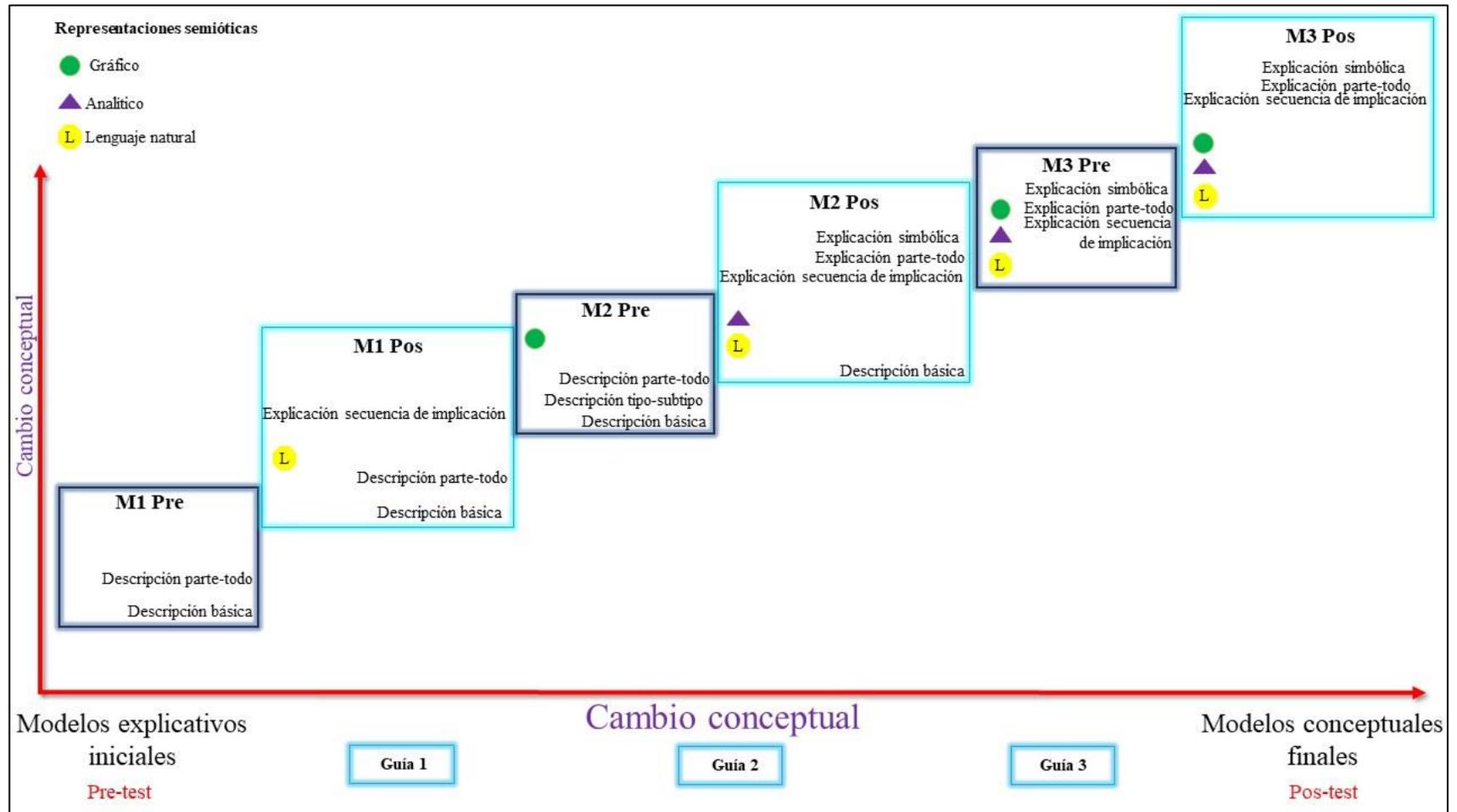


Nota. En el gráfico se evidencian las características del M1, M2 y M3 desde el pretest y postest. Fuente: elaboración propia.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Figura 11

Especificación del cambio conceptual de los estudiantes



Nota. Los estudiantes experimentaron cambios conceptuales desde las guías y las representaciones semióticas. Fuente: elaboración propia.

**CAPÍTULO V****5. Conclusiones y recomendación****5.1 Conclusiones**

- De la situación del aterrizaje del avión en turbulencia, a través de la maniobra del cangrejo, se pudieron identificar los modelos explicativos de los estudiantes, con respecto al modelo conceptual de vector, usando un análisis semiótico multimodal con tres tipos de representación: analítica, gráfica y lenguaje natural.
- La clasificación de los modelos explicativos de los estudiantes permitió identificar las dificultades que ellos presentan en la comprensión del modelo conceptual de vector, sus componentes y relaciones estructurales. Esto posibilitó la elaboración de guías para intervenir estas explicaciones de la situación problema, con el objetivo de lograr un cambio conceptual en los modelos explicativos de los estudiantes.
- Los resultados obtenidos del pretest, guías de intervención de aula y postest en comparación con el modelo conceptual de vector en física, permitieron evidenciar que todos los estudiantes experimentaron algún tipo de cambio conceptual. Aunque, ninguno de ellos logró llegar al modelo conceptual, al final en los procesos realizados se observó un avance reflejado en la caracterización de los componentes y relaciones de sus modelos explicativos, en términos del uso de los tres tipos de representación semiótica, articulados con los procesos de descripción y explicación de la situación, usando elementos conceptuales más elaborados, con respecto al modelo conceptual de vector en física.
- Los modelos explicativos que poseen los estudiantes de grado 10 sobre el concepto de vector en física, se sitúan en 3 categorías. La primera se basa en soluciones a partir de descripciones básicas o de tipo subtipo, y ya realizan algunas explicaciones de secuencia

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

de implicación; aunque, allí aún presentan confusiones para diferenciar los componentes del vector.

El segundo, es un modelo que demuestra explicaciones de tipo: secuencia de implicación (causa-efecto), simbólica (ecuación fórmula) y parte todo (dibujo) y en la descripción hay algunas soluciones de nivel básico. Estos estudiantes lograron comprender un

componente del vector (módulo) y aún no logran encontrar relaciones entre componentes.

En el tercer modelo explicativo, los estudiantes llegaron a comprender dos componentes

del vector (módulo y sentido) además interpretaron la relación entre ellos y todas sus

respuestas se encuentran en la clasificación de explicación (parte todo, simbólica y secuencia de implicación), lo único que le faltó a los estudiantes situados en este modelo,

fue definir de manera adecuada el componente de dirección, dos relaciones que serían:

dirección-sentido y dirección-módulo y por último hallar dichas relaciones desde la suma de vectores.

### 5.2 Recomendación

- El proceso de intervención debe ser evaluado para el diseño de ciclos que permitirán redefinir el cambio conceptual; puesto que, ello contribuirá a desarrollar los procesos de aula necesarios para que los estudiantes a través de sus modelos explicativos vayan escalando conceptualmente y conformando el concepto de vector de manera adecuada, para finalmente llegar a poseer los conocimientos y relaciones que contiene el modelo conceptual de vector.

## Referencias

- A. Gutierrez, E., & Martín, J. (2015). Dificultades en el aprendizaje de vectores, en los estudiantes que cursan materias del ciclo introductorio de la F. C. E. F y N. de la U. N. C. *Enseñanza de la Física*, 89-96.
- Alvarado, D., & Trombetta, A. (2012). *Los verbos como tipos y subtipos de procesos Una revisión teórica de su determinación semántica en la gramática sistémico-funcional*. <http://eventosacademicos.filo.uba.ar/index.php/CIL/V-2012/paper/view/2242/1386>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas-República Bolivariana de Venezuela: Episteme.
- Arisa, E., Mazón, J., & Ros, R. (Septiembre de 2012). *Buscando el norte*. EU-UNAWA. <https://es.unawe.org/static/archives/books/pdf/magnetisme.pdf>
- Barón Birchenall, L. F. (2009). Introducción al estudio del cambio conceptual. *Iberoamericana de psicología: ciencia y tecnología*, 75-83.
- Barrantes, H. (2006). *Los obstáculos epistemológicos*. <http://funes.uniandes.edu.co/21210/1/Barrantes2006Los.pdf>
- Cadavid Álzate, V., & Lara Escobar, R. (2021). Revisión al estudio del cambio conceptual en el aprendizaje de la química. *Tesis Psicológica*, 124-147. <https://doi.org/10.37511/tesis.v16n2a7>.
- Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (4 de junio de 2020). *Comprensión de los estudiantes del concepto de campo eléctrico a través de conversiones de múltiples representaciones*. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/YkWXrVVQxPnwLgFjVsymCHD/?format=pdf&lang=es>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

- Cárdenas-Figueroa, A. (30 de Septiembre de 2019). *Teoría de modelos mentales y el constructo experiencia de marca: un estudio de caso en una escuela de negocios chilena*. Obtenido de Teoría de modelos mentales y el constructo experiencia de marca: un estudio de caso en una escuela de negocios chilena  
[https://www.researchgate.net/publication/336827828\\_Teoria\\_de\\_modelos\\_mentales\\_y\\_el\\_constructo\\_experiencia\\_de\\_marca\\_un\\_estudio\\_de\\_caso\\_en\\_una\\_escuela\\_de\\_negocios\\_chilena](https://www.researchgate.net/publication/336827828_Teoria_de_modelos_mentales_y_el_constructo_experiencia_de_marca_un_estudio_de_caso_en_una_escuela_de_negocios_chilena)
- Castorina, J. (2006). El cambio conceptual en Psicología ¿cómo explicar la novedad cognoscitiva? *Psyche*, 125-135.
- Chavarría Bueno , S. L. (2019). *Historia del concepto de espacio vectorial, con consideraciones sobre la enseñanza del álgebra lineal en la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad del Valle*.
- D'Amore, B. (2006). *Objetos, significados, representaciones semióticas y sentido*.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2161582.pdf>
- De Barros Camargo, C., & Hernández Fernández, A. (octubre de 2016). *Función simbólica y representaciones mentales. Un enfoque desde el lenguaje. (Symbolic function and mental representations. A focus from the language)*.  
<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/riai/article/download/4244/3469/14544>
- Duval, R. (2017). *Understanding the Mathematical Way of Thinking – The Registers of Semiotic Representations*. Dunkerque, Francia: Springer.
- Duval, R. (s.f). *Análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas*. <http://funes.uniandes.edu.co/12213/1/Duval2016Un.pdf>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Fernández Betancor, H., & Asensio Brouard, M. (s.f). El cambio conceptual de los contenidos de historia local en contextos de aprendizaje formal e informal. *Tarbiya*, 83-115.

Flórez-García, S., González-Quezada, M., Alfaro-Avena, L., Hernández-Palacios, A., Barrón-López, J., & Chávez-Pierce, J. (2008). *Uso de vectores en su propio contexto. Parte I*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2734196.pdf>

Halliday, M., & Martin, J. (1993). *Writing Science. Literacy and Discursive Power*. Reino Unido: The Falmer Press.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. 173-184.

Karnam, D. P., Mashood, K., & Sule, A. (2020). *¿Las dificultades de los estudiantes con los vectores surgen en parte de las limitaciones de los medios estáticos de los libros de texto?* DOI 10.1088/1361-6404/ab782e

Katz, R. D. (2011). *Vectores*. <https://www.fceia.unr.edu.ar/~ptolomei/Teor%C3%ADa/Apunte%20Vectores%20Katz.pdf>

MEN. (7 de junio de 1998). *serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-89869.html>

Mendoza Moreira, M. L., & Rodríguez Gámez, M. (15 de Agosto de 2019). *Aprendizaje centrado en el estudiante desde la planificación en investigación*. DOI: <https://doi.org/10.35381/cm.v6i10.232>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

MINEDUCACIÓN. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje de Ciencias Naturales*.

[https://wccopre.s3.amazonaws.com/Derechos\\_Basicos\\_de\\_Aprendizaje\\_Ciencias.pdf](https://wccopre.s3.amazonaws.com/Derechos_Basicos_de_Aprendizaje_Ciencias.pdf)

Ministerio de Educación Nacional . (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias*

*Naturales y Ciencias Sociales*. [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-81033_archivo_pdf.pdf)

[81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-81033_archivo_pdf.pdf)

Mora, C. (2019). La semiótica en la enseñanza de la física . *Reamec*, 126-134.

Navarro, M. R. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo* .

<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001796.pdf>

Nersessian, N., & Oliva, J. (Septiembre de 2007). Razonamiento basado en modelos y cambio conceptual. *Eureka*, 563-570.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040315%20C%C3%B3mo%20citar>

Orrego Cardozo, M., López Rua, A. M., & Tamayo Álzate, Ó. E. (2018). Modelos de inmunidad en estudiantes universitarios: su evolución como resultado de un proceso de enseñanza. *Educ. Pesqui., São Paulo*, 21.

Ortega Cardozo, M., López Rúa, A. M., & Tamayo Álzate, Ó. E. (2013). *Evolución de los modelos explicativos en fagocitos en estudiantes universitarios*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129372005>

Ortiz-Sacro, J. C., Capera-Figueroa, C. L., Hernandez-Rodríguez, L. E., & Medina-Hernández, J. D. (Julio de 2020). La enseñanza de las ciencias: una mirada a la educación del siglo

XXI. *Ideales*, 86-91. <https://www.researchgate.net/publication/344369129>

Parraguez González , M., & Yáñez Pérez, A. (Abril de 2017). *Estructuras mentales para modelar el aprendizaje de los valores propios y vectores en  $R^2$ . El caso de enseñanza media*. <https://revistas.uaq.mx/index.php/padi/article/view/119>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Educare*, 15-29.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194118804003>.

Pozo, J. I. (1999). *Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional*.

<https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/download/21616/21450>

Rauner, G. (s.f). EL MODELO MENTAL EN ACCIÓN DE LOS MAESTROS CON RESPECTO AL APRENDIZAJE. *Revista Iberoamericana de Educación* , 9.

Ramírez Urrego , J. H. (2016). *Secuencia didáctica para la enseñanza del álgebra vectorial a partir de la geometría Euclidiana y Analítica*.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57803>

Rodríguez Palmeto, M., Marrero Acosta, J., & Moreira, M. (2001). *La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: Una aplicación como modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria*. (Johnson-Laird's mental models theory and its principles: an application with cell mental models of high school students):

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141225/000348949.pdf?sequence=1>

Serway, R., & Jewett, Jr., J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. México: Cengage Learning Editores,.

Strogatz, S. (2012). *El placer de la X*.

<http://www.librosmaravillosos.com/elplacerdelax/pdf/El%20placer%20de%20la%20X%20-%20Steven%20Strogatz.pdf>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Tamayo Álzate, Ó. E. (Mayo de 2001). *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración.*

<https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/4688/oeta1de3.pdf?sequence=1>

Tamayo Álzate, Ó. E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Educación y Pedagogía*, 13.

Tippens, P. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones*. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Tippens, P. E. (Perú). *Física, Conceptos y Aplicaciones* . 2001: Mc Graw Hill .

Vallejo Perplejo. (2006). *Luis Puig Departamento de Didáctica de la Matemática Universitat de Valencia*. <https://www.uv.es/puigl/vallejo%20perplejo.pdf>

Vosniadou, S. (2000). *Cómo aprenden los niños*.

[https://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/carmenenciso\\_tallerdeinglesparaninos/43c3b36d6f5f617072656e64656e5f6c6f735f6e69c3b16f735f2d5f5374656c6c615f566f736e6961646f75.pdf](https://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/carmenenciso_tallerdeinglesparaninos/43c3b36d6f5f617072656e64656e5f6c6f735f6e69c3b16f735f2d5f5374656c6c615f566f736e6961646f75.pdf)

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). *Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood*. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)

Zea Saldarriaga, C. A. (14 de Mayo de 2012). *La instauración histórica de la noción de vector como concepto matemático*. <http://funes.uniandes.edu.co/11564/1/Zea2012La.pdf>

Zuluaga Urrea, J. E. (2020). *Diseño de un proyecto de aula que contribuya a la enseñanza de los vectores geométricos en una institución educativa de la ciudad de Medellín*.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Apéndice

#### 1. Test

##### Objetivo general:

Identificar los modelos mentales sobre el concepto de vector en física que poseen los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa José María Falla.

**Docente:** Fabiana Andrea Cárdenas Giraldo.

**Nombre del estudiante:** \_\_\_\_\_

**Edad del estudiante:** \_\_\_\_\_ **y Grado:** \_\_\_\_\_

A continuación, encontrará unas preguntas las cuales deben ser solucionadas de manera natural y honesta teniendo en cuenta el vídeo observado, por tanto, **ninguna se considerará como buena o mala**, simplemente es un proceso que permitirá recolectar información para mi trabajo de grado con relación al modelo explicativo de vector en física que poseen, lo cual es un requisito para obtener el título de Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad Católica de Manizales.

1. Explica ¿por qué el avión se mueve de ese modo al acercarse a la pista de aterrizaje?

Escribe tu respuesta en este espacio

2. Realiza una secuencia de dibujos y explicación de cada uno de ellos acerca de lo que sucede con el avión al ir aterrizando.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Escribe tu respuesta en este espacio.	
Dibuja en este espacio.	

3. ¿Por qué el avión no se aproxima de frente hacia la pista, sino que desvía su trayectoria?

¿Qué puede causar esta situación?

Escribe tu respuesta en este espacio.

4. ¿Qué rapidez se requiere para que un avión aterrice de manera segura?

Escribe tu respuesta en este espacio.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Si necesitas expresar numéricamente lo puedes hacer aquí.

5. Explique ¿cómo el piloto cambia el sentido cuando se va aproximando a la pista y hace que el avión se alinee para el aterrizaje?

Escribe tu respuesta en este espacio.


6. Considera que la inclinación de la nariz del avión con la pista influye en el aterrizaje, si o no y explica tu respuesta.

Luego realiza el dibujo de la inclinación que muestra el avión al ir aterrizando.

Escribe tu respuesta en este espacio.


Dibuja en este espacio.


## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

7. ¿Qué herramienta matemática crees que sirve para representar la inclinación del avión en su aterrizaje?

Si necesitas expresar numéricamente lo puedes hacer aquí.

8. Dibuja y describe el sentido que posee el avión suspendido en el aire y realiza lo mismo para la posición de aterrizaje seguro.

Escribe tu respuesta en este espacio.

Dibuja en este espacio.

9. Expresa qué características tenía el rumbo del avión al principio y al final del vuelo.

Escribe tu respuesta en este espacio.


**10.** Imagina que eres el piloto de un avión. ¿Qué medidas tomarías para un aterrizaje seguro y efectivo? Por favor, menciona al menos tres acciones que llevarías a cabo.

Escribe tu respuesta en este espacio.

**¡Gracias por tu colaboración, hiciste un excelente trabajo!**

Como se puede observar con antelación se encuentra un test, el cual se implementará en dos oportunidades, una como un pretest, que permite reconocer el modelo explicativo que poseen los estudiantes y situarlos en el nivel acorde a sus respuestas y procesos de representación semiótica, se posee una base sobre la cual tener un punto de partida para desarrollar procesos de intervención educativa, los cuales posibiliten nutrir los modelos mentales que poseen, y por el otro lado un postest, que contribuirá a analizar si existió o no un cambio conceptual en los modelos que poseían inicialmente los estudiantes.

## **2. Planeación**

A continuación, se dará a conocer la secuencia que fue diseñada para llevar a cabo la intervención en el aula de clases. Ésta se logró desarrollar a través de lo que se identificó desde los modelos explicativos de los estudiantes acerca del vector en física, a su vez se pretende por

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

con estas mediaciones ampliar los contextos y significados que los estudiantes asocian con el concepto de vector.

### Clase 1

**Temáticas a abordar:** definición de vector, notación simbólica de vector y componentes del vector.

#### Primera parte

Para dar inicio al proceso de enseñanza se llevarán unas brújulas estas se encontrarán tanto en físico como en los dispositivos móviles para que los estudiantes puedan observar lo que ocurre al ir caminando con ella, es decir para que puedan comprender lo que está sucediendo, además se debe aclarar que esta primera interacción se ejecutará en grupos de máximo 7 personas, puesto que, no hay tantas brújulas ni celulares en los cuales se pueda tener el objeto. Por ello es importante darles una serie de indicaciones que les posibilite encontrar sentido al uso del objeto, para ello se les plantea lo siguiente:

-Observen el objeto que la maestra tiene en sus manos y expresen: **¿cómo creen que se llama el objeto?** Esto se hace con la pretensión de construir un primer espacio de acercamiento directo con la clase e inclusión de los estudiantes en la elaboración paulatina del saber.

-La maestra hará uso de una de las brújulas en frente de los estudiantes para ir dando algunos conocimientos básicos del uso del objeto, dado que algunos (muy pocos) han tenido contacto en ello. Lo primero, es mostrar cómo van ubicándose con el aparato, es decir se les explicará que ubican de manera adecuada el cuerpo hacia donde la brújula indique el norte y luego de tener esa posición, pueden establecer sus orientaciones hacia donde quieran hacerlo y

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

detectar qué es lo más próximo a ellos desde cada orientación cardinal, por tanto, dirán que se encuentra en el Norte, Sur, Oeste y Este.

La maestra después de lo explicado se ubicará bien con la brújula e indicará que al Norte se encuentra un estudiante y para llegar hasta allá debe caminar más o menos 2 metros.

Hacia mi norte se encuentra: estudiante

Hacia mi sur se encuentra: la puerta

Hacia el oeste se encuentra: salón de 9-1

Hacia el este se encuentra: el laboratorio

- Para que los estudiantes puedan tener una interacción con la brújula se les darán la siguiente indicación: ubiquen el norte en el lugar donde se encuentran posicionados, a continuación, parecen apuntando hacia el norte (con el cuerpo), luego solo uno de los integrantes del grupo sostendrá en la parte más plana de su mano la brújula, e intentará (todos lo guiarán y ayudarán) que ella esté de  $40^\circ$  a  $50^\circ$  y se encuentre en la orientación noreste. Finalmente, empezarán a caminar en esa orientación y tengan en cuenta contar los pasos que dan hasta llegar al lugar más próximo en esa orientación. **Recuerden que deben siempre conservar los datos brindados.**

Es de aclarar que las indicaciones mencionadas inmediatamente anterior, se imprimirán para que los estudiantes tengan una guía la cual les permite centrar la atención en lo que deben realizar y de qué modo utilizar la brújula.

Posteriormente, todo el proceso educativo se encontrará mediado por la siguiente pregunta:

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### ¿Hacia dónde trata de apuntar la brújula?

#### Segunda parte

Ahora es fundamental empezar con los procesos conceptuales, por tanto, es de aclarar que todo el tiempo se mediará la clase teniendo presente la pregunta formulada. De este modo se hace necesario complementar el proceso con imágenes las cuales se proyectarán (estarán en la parte de abajo) para que éstas ayuden a entender la función de la brújula pues ese es el pretexto para elaborar el concepto de vector. A su vez, se comentará que la brújula posee unos puntos (extremos) denominados cardinales (Norte, Sur, Oeste, y Este), además la pantalla indica unos grados, lo cual da pie para preguntarles ¿para ustedes a qué hacen referencia los grados en la brújula?, ¿por qué se utiliza ese tipo de orientación cardinal? y ¿qué función cumple la brújula?

#### Figura 12

*Brújula para la ubicación en mapas o lugares*



*Nota.* implementación de la brújula para la ubicación geográfica, extraída de Google la cual posee como fuente: <https://i.ytimg.com/vi/DF48ogPIK9I/maxresdefault.jpg>

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Figura 13

*Brújula para medir el desplazamiento*

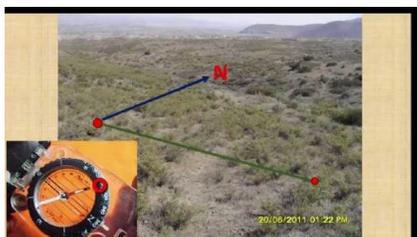


*Nota.* la brújula como elemento para analizar el desplazamiento de un lugar a otro, extraída de Google la cual posee como fuente:

[https://www.wikihow.com/images\\_en/thumb/2/21/Use-a-Compass-Step-8-Version-4.jpg/v4-1200px-Use-a-Compass-Step-8-Version-4.jpg](https://www.wikihow.com/images_en/thumb/2/21/Use-a-Compass-Step-8-Version-4.jpg/v4-1200px-Use-a-Compass-Step-8-Version-4.jpg)

### Figura 14

*Ubicación de las orientaciones cardinales a través de la brújula*



*Nota:* la brújula como instrumento para hallar una ubicación adecuada, extraída de Google la cual posee como fuente: <https://i.ytimg.com/vi/IRW7tLM20jU/maxresdefault.jpg>

Cuando los estudiantes asumen el espacio de diálogo para responder las preguntas, en ese momento es correcto empezar a definir el vector de manera formal, pero trayendo a colación las ideas que brindan los estudiantes para lograr conectar las concepciones con el concepto de vector en física del modelo construido. Dado que es necesario dar importancia a los saberes individuales y colectivos que empiezan a dar a conocer, además es una forma de motivarlos a

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

permanecer en la clase de manera amena, en donde encuentren una vinculación directa entre lo que saben y pueden aprender.

En la explicación se le irá dando información a los estudiantes que les permita comprender el hecho por el cual la brújula siempre se tratará de orientar hacia el Norte y su opuesto (Sur).

**Explicación:** para entrar en sintonía con la explicación del por qué la brújula siempre se inclina hacia el norte, se dará a conocer a través del siguiente proceso conceptual y experimento explicados a continuación:

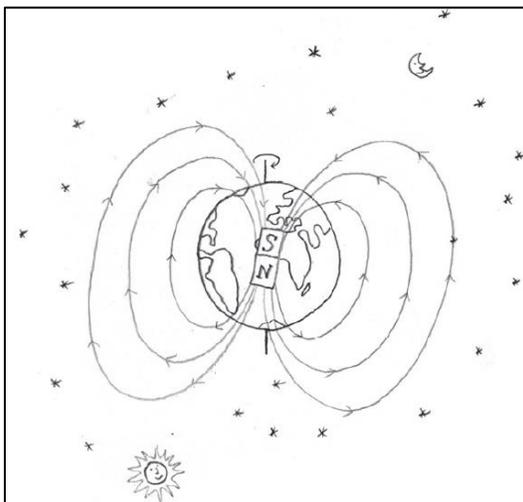
La brújula es utilizada como un objeto que posibilita orientar la ubicación, dado que la dirección que brinda este elemento es muy acercada a lo que puede brindar la dirección meridiana. Pero, ¿por qué la brújula apunta al Norte? La solución se encuentra en analizar los componentes que conforman la tierra y cómo estos actúan acorde a las características que los identifica, lo cual se encuentra relacionado con el campo magnético que posee el planeta tierra. El propósito principal del campo magnético es tratar de impedir que las partículas ionizadas lleguen a la tierra y en ocasiones cuando no es posible ese impedimento es cuando se puede observar en algunas partes del mundo las auroras boreales.

El núcleo de la Tierra está formado por metales fundidos, y por tanto con un montón de cargas eléctricas en el interior. Este núcleo no está quieto, sino que como la Tierra gira, este núcleo también lo hace, y por tanto estas cargas eléctricas en movimiento generan a su alrededor un campo magnético muy potente. (Arisa et al., 2012, p. 11)

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Figura 15

*Campo magnético que posee el planeta tierra*



*Nota.* Es una ilustración que permite comprender cómo el campo magnético de la tierra se concentra en los polos, la cual se genera por los metales fundidos que allí se encuentran.

Fuente: libro Buscando el norte, de Arisa, Mazón, y Ros, 2012, p. 2.

El campo magnético de la tierra posee su mayor atracción e intensidad en los polos y su núcleo es sólido y no se encuentra del todo en el centro, lo cual hace que los polos magnéticos no se sincronicen con los geográficos.

#### **Mediación:**

Se tendrá en cuenta el experimento desarrollado en este video presente en YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=Ov7EWKk6MT8&t=39s> el cual permitirá expresar las ideas descritas a partir de cómo funciona la brújula y por qué apunta hacia el norte, para que los estudiantes puedan observar de manera más cercana lo que ocurre.

Materiales: un imán, limadura de hierro, un soporte (tarro de gaseosa) y una bola de icopor.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Figura 16

*Secuencia de pasos para elaborar el experimento*



*Nota.* Las imágenes permiten transmitir la idea que se utilizará para que los estudiantes puedan observar de manera tangible la forma en como los polos magnéticos de la tierra atraen a la brújula. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=Ov7EWKk6MT8&t=39s>

A continuación, se puede ejecutar el siguiente proceso dado que los estudiantes ya habrán obtenido una base de indagación y conceptualización que permitirán hilarlo con el concepto de vector. De este modo, ellos darán cuenta de lo que pudieron percibir en la interacción con la brújula para explicar ¿qué acción ejecutaron cuando se les dijo que fueran en orientación Noreste? Aquí se espera que puedan decir: “**desplazamiento**” y poder vincular lo que plantean

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

con la explicación detallada, de esa magnitud vectorial como poseedora de una definición y componentes como: módulo, dirección y sentido.

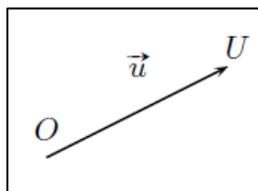
### Parte conceptual:

En este espacio se vuelve a traer a colación la definición de vector en matemáticas y en física las cuales se encuentran dispuesta en el modelo conceptual de vector descrito con antelación.

Para definir un vector se tiene como base contemplar que es, todo segmento orientado, por ello, se denomina de dicho modo a todo segmento que se encuentra determinado por un par ordenado  $(O, U)$  de puntos (números en el plano cartesiano). El punto  $O$  se llama origen y el punto  $U$  se llama extremo del vector. Su representación gráfica se brinda mediante una flecha. Se puede utilizar alguna de las dos siguientes notaciones:  $\overrightarrow{OU}$  o simplemente  $\vec{u}$ .

### Figura 17

*La construcción de un vector en 2 dimensiones*



*Nota.* El punto  $O$  hace referencia al origen del vector y el punto  $P$  al extremo (sentido) y la notación del vector es:  $\vec{u}$ . Fuente: Katz (2011), p.7.

Se pueden distinguir en el vector los siguientes componentes:

1. La dirección, se encuentra dada por la recta que lo contiene (recta sostén) o por una recta paralela a la misma,

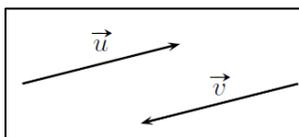
## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

2. El sentido, está dado por la orientación de la flecha (cada dirección tiene dos sentidos).

Los vectores  $\vec{u}$  y  $\vec{v}$  tienen la misma dirección, pero sentidos opuestos.

### Figura 18

*Cada dirección posee dos sentidos +/-*



*Nota.* Allí se observa como se puede tener un vector que describe un sentido y ese sería la base para determinar cuál vector es opuesto a él y de este modo se pueden representar los dos sentidos. Fuente: Katz (2011), p.7.

3. El módulo de  $\vec{ou}$  se simboliza  $|\vec{ou}|$ . Éste es siempre un número positivo, estará representado analíticamente por una cantidad numérica. (Katz, 2011, p. 7-8)

### Tercera parte

Este espacio se basa en la aplicabilidad de los conocimientos, para ellos se propone lo que a continuación se describe:

#### Guía 1: Magnitudes físicas

La Física posee como objetivo permitir una comprensión de la naturaleza y los fenómenos, además cuenta con dos tipos de magnitudes, una escalar y otra vectorial. La primera hace referencia a los tipos de medida que se definen solo con la parte numérica y la unidad de medida que lo representa, por ejemplo: la masa de Juan Diego es de 45 kg, ya de ese modo se encuentra toda la información necesaria para comprender la masa de una persona. Por otro lado, están las magnitudes que no quedan definidas sólo desde la cantidad y la unidad de medida.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Por ejemplo, para la velocidad de un móvil no basta conocer su intensidad, sino que hace falta conocer además la dirección y el sentido en que el móvil se mueve. Lo mismo ocurre con las fuerzas: su efecto depende no sólo de la intensidad, sino también de la dirección y sentido en que actúan. (Katz, 2011, p. 7)

El nombre de vector surgió de la siguiente manera: “(...) Proviene de la raíz latina *vehere*, «llevar», de la que también surgen palabras como «vehículo» (...)” (Strogatz, 2012, p. 125). Este se posee una notación, la cual siempre se puede nombrar con letras mayúsculas y una flecha encima:  $\vec{A}$ .

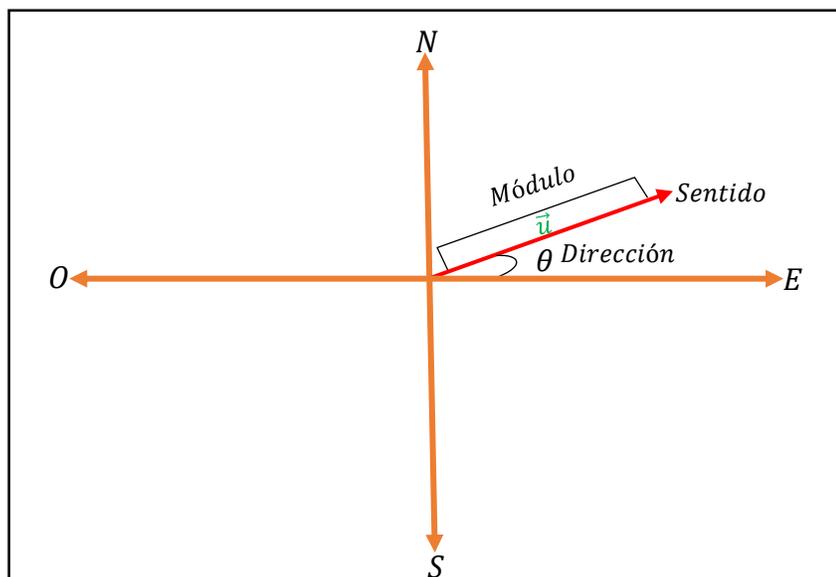
Componentes del vector:

**-Magnitud:** hace mención al tamaño que posee el segmento de recta, es una línea que poseerá siempre un signo positivo, si se habla de una fuerza esta haría mención a la intensidad de dicha fuerza, además se presenta de este modo:  $|\vec{A}|$ .

**-Sentido:** hace referencia hacia a donde apunta el vector, es decir se encarga de determinar el punto al que se llegará, por tanto, se relaciona con los signos +/-.

**-Dirección:** se relaciona con la línea que soporta al vector, aunque no solo es esa parte la que lo constituye, sino que también se describe a través del ángulo ( $\alpha, \beta, \gamma \dots$ ) que se forma entre el vector y el *eje x*, es decir, la dirección brinda información de cómo se está moviendo la magnitud y en qué amplitud lo hace.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Figura 19***Componentes del vector en física*

*Nota.* Allí en el plano cartesiano se pueden observar los 3 componentes que representan el vector en física. Fuente: elaboración propia.



## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

3. Realiza una expresión numérica que permita calcular el desplazamiento que hiciste utilizando la brújula

Si necesitas expresar numéricamente lo puedes hacer aquí.


4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas?

Escribe tu respuesta en este espacio.


- ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta?

Escribe tu respuesta en este espacio.


- ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta?

Escribe tu respuesta en este espacio.


## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

### Clase 2

**Temática:** profundizar conceptualmente en los componentes del vector.

#### Primera parte

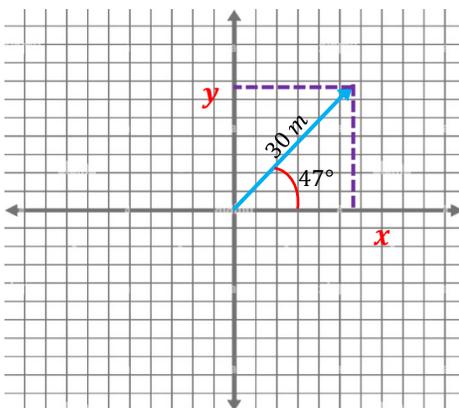
Primero la maestra desarrollará un ejemplo de un vector y sus componentes, para que los estudiantes posean un poco más de herramientas con las cuales lograr desarrollar los procesos dispuestos en la guía.

- Hallar los componentes del vector  $\vec{A}$  cuya magnitud es  $30m$  y su dirección  $\beta = 47^\circ$ .

Procedimiento:

#### Figura 20

*Diagrama de la situación*



*Nota.* En el gráfico se puede observar la información brindada en la situación. Fuente: elaboración propia.

**Datos:**

**Componente  $x$**

$$\cos \beta = \frac{x}{h}$$

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

$$\cos(47^\circ) = \frac{x}{30m}$$

$$30m * \cos(47^\circ) = x$$

$$x \approx 20,5 m$$

$$\sin \beta = \frac{y}{h}$$

$$\sin(47^\circ) = \frac{y}{30m}$$

$$30m * \sin(47^\circ) = y$$

$$y \approx 22m$$

Aunque, ya se hallaron las componentes, es necesario explicar cómo se hallaría la magnitud si se tienen las componentes, además el ángulo.

$$|\vec{A}| = \sqrt{(x^2 + y^2)}$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{(20,5m)^2 + (22m)^2}$$

$$|\vec{A}| = 30,07 m$$

$$\cos \beta = \frac{20,5}{30,07}$$

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{20,5}{30,07}\right) = 47^\circ$$

Es importante en este espacio iniciar con la ejecución de la guía por parte de los estudiantes, dado que se les planteará una situación en la cual harán uso de la imaginación para poder establecer condiciones desde lo expresado.

## Guía 2: Profundización

**Magnitud o módulo del vector:** si se aplica una fuerza de 50 Newtons para empujar un carro, la longitud del segmento AB será igual a 50 veces la unidad de magnitud elegida para representarla en este caso por ser una fuerza es en Newtons. Ahí se puede entender que en este caso la magnitud del vector sería la intensidad de la fuerza, es decir que tanta fuerza se aplicó sobre el cuerpo. Su notación sería  $|\vec{AB}|$  y la fórmula para hallarlo  $|\vec{AB}| = \sqrt{(x^2 + y^2)}$ , en donde la letra  $x$  hace mención a la cantidad del eje  $x$  por supuesto y la  $y$  es la correspondiente a dicho eje. (Serway & Jewett, Jr., 2008)

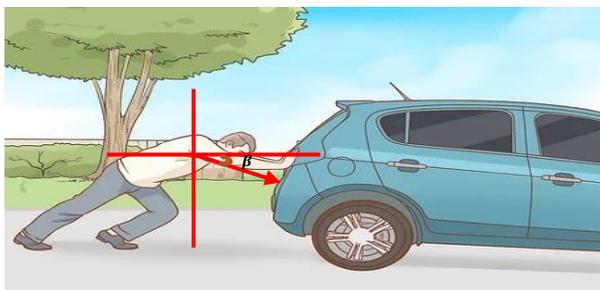
**La dirección:** como es el ángulo este se relaciona con las orientaciones cardinales: Norte, Sur, Oeste y Este, además hay que tener en cuenta que esta hace referencia a la manera en cómo se va moviendo el vector. Fórmula para hallarla:

$$\tan \alpha = \frac{\text{componente opuesto}}{\text{componente adyacente}} \text{ Se despeja el ángulo que es lo que falta y queda:}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

### Figura 21

Gráfico que describe la situación en la cual se vincula una fuerza



## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

*Nota.* En el gráfico se observa como un hombre trata de mover un automóvil con su fuerza. Fuente: elaboración propia.

**El sentido:** cada dirección posee dos sentidos, se encuentra representado por la flecha del vector, es decir el punto extremo. Es por ello que el sentido puede ser positivo o negativo dada la ubicación en los cuadrantes del plano cartesiano o el giro que hace el ángulo, puesto que, si es a favor de las manecillas del reloj será negativo y si es en contra de las manecillas del reloj será positivo.

**Actividad**

Imagina que, estás sentado en el pupitre y quieres mover el puesto solo haciendo uso de las manos posicionadas en la tabla que sostiene el pupitre. **Recuerda no** puedes hacer uso de los pies, sino sólo de las manos.



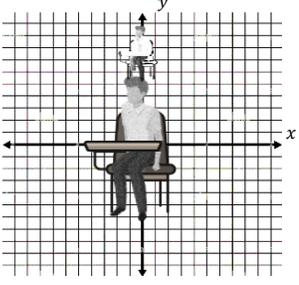
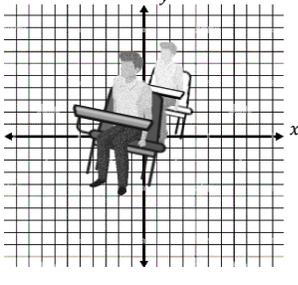
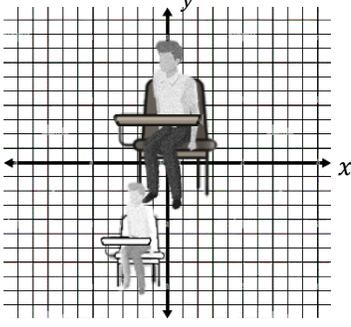
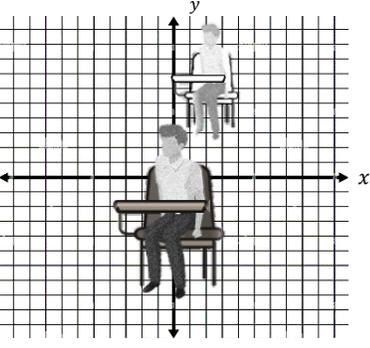
1. ¿Es posible mover el pupitre hacia arriba usando las manos mientras estás sentado sobre la silla?

Si o no y explique su respuesta.

Escribe tu respuesta en este espacio.

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

2. Analiza la información de cada cuadro, para que indiques y nombres las fuerzas que crees que actúan en cada caso.

Movimiento del pupitre hacia arriba	Movimiento del pupitre diagonal hacia arriba
	
Movimiento del pupitre hacia adelante	Movimiento del pupitre hacia atrás
	

3. En un salón de clase se encuentra un estudiante que posee una masa de  $50\text{kg}$  y empuja un pupitre de  $10\text{kg}$  sobre una superficie horizontal muy resbaladiza con una fuerza de  $60\text{N}$  hacia la derecha. La fuerza de fricción es de  $20\text{N}$  (se opone al movimiento, es decir va en sentido contrario al movimiento). **Halla la aceleración y la fuerza neta que se utilizan en la situación.**

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Si necesitas expresar numéricamente lo puedes hacer aquí.

### **Fórmulas**

$$F = m * a$$

$$masa_{total} = m_1 + m_2$$

$$Fuerza_{neta} = F_1 \bar{+} F_2$$

#### 4. Realiza un dibujo que represente la respuesta anterior.

Si necesitas expresar numéricamente lo puedes hacer aquí.

#### 5. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas?

Escribe tu respuesta en este espacio.


- ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta?

Escribe tu respuesta en este espacio.

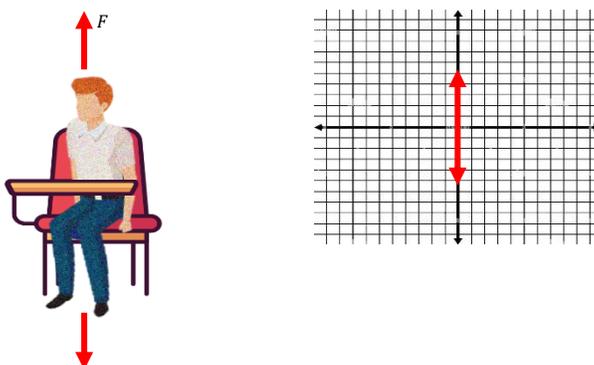

- ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta?

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Escribe tu respuesta en este espacio.

### Segunda y tercer parte

Acá el maestro empieza a desglosar la explicación, por ende, tiene presente el dar a conocer los procesos desde las tres representaciones: lenguaje natural, gráfico y analítico, para que los estudiantes comprendan que el mismo objeto puede ser observado y comprendido a través de diferentes medios simbólicos y representacionales. Para ello, se proyectará la manera en cómo se puede ubicar la silla con la persona (PowerPoint) para desde allí obtener una representación gráfica, luego se hallará en el tablero la magnitud que en este caso es la fuerza para finalmente encontrar el ángulo de manera analítica también.



El estudiante que se encuentra sentado en el pupitre tiene una masa de 50 kg y está en reposo sobre el suelo. La fuerza de fricción estática máxima que se opone al movimiento del pupitre es de 200 N.

Si él aplica una fuerza horizontal hacia la derecha de 200 N, el pupitre no se moverá debido a que la fuerza normal que actúa sobre el pupitre es igual y opuesta a la fuerza de la

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

gravedad que actúa sobre el pupitre, por lo que se simplifican mutuamente. En este caso, la suma de todas las fuerzas horizontales será cero, lo que indica que el pupitre está en equilibrio:

Suma de las fuerzas horizontales = Fuerza horizontal aplicada - Fuerza de fricción  
estática.

$$\text{Suma de las fuerzas horizontales} = 200 \text{ N} - 200 \text{ N}$$

$$\text{Suma de las fuerzas horizontales} = 0 \text{ N}$$

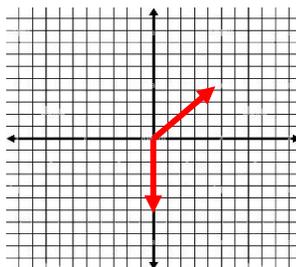
La suma de todas las fuerzas verticales también será cero ya que la caja está en reposo sobre la superficie horizontal:

$$\text{Suma de las fuerzas verticales} = \text{Fuerza normal} - \text{Peso de la caja}$$

$$\text{Suma de las fuerzas verticales} = \text{Peso de la caja} - \text{Peso de la caja}$$

$$\text{Suma de las fuerzas verticales} = 0 \text{ N}$$

En este caso, la fuerza normal que actúa sobre el pupitre es igual al peso del estudiante, ya que el pupitre está en reposo sobre la superficie horizontal. La fuerza normal y el peso se cancelan mutuamente, lo que resulta en una suma de todas las fuerzas verticales igual a cero.



## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

El pupitre tiene una masa de 10 kg y el estudiante una masa de 40 kg y que el coeficiente de fricción estática entre el pupitre y la superficie horizontal es de 0.5. La aceleración debido a la gravedad es de  $10 \text{ m/s}^2$  y posee una inclinación de  $45^\circ$ .

La fuerza normal  $N$  que actúa sobre el pupitre en dirección perpendicular a la superficie se puede calcular como:

$$\vec{N} = m * g * \cos(45) = 50 \text{ kg} * 10 \text{ m/s}^2 * \cos(45) = 354 \text{ N}$$

La componente vertical de la fuerza aplicada sobre el pupitre  $F$  se puede calcular como:

$$\vec{F} = m * g * \sin(45) = 50 \text{ kg} * 10 \text{ m/s}^2 * \sin(45) = 354 \text{ N}$$

Por lo tanto, la fuerza de fricción estática máxima que se opone al movimiento del pupitre tendrá una magnitud igual a:

$$\vec{F}_{fs} = \mu * N - Fv = 0.5 * 354 \text{ N} - 354 \text{ N} = -177 \text{ N}$$

Como la fuerza de fricción estática máxima es negativa, significa que no es suficiente para detener el movimiento del pupitre en la dirección horizontal aplicada. Por lo tanto, el pupitre y el estudiante comenzarán a moverse hacia la derecha.

### Clase 3

**Temática:** operaciones con vectores (producto por un escalar y suma).

#### Primera parte

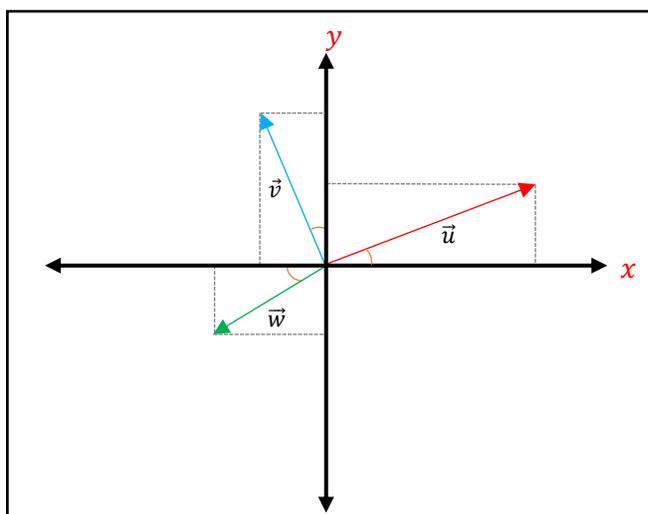
Este espacio corresponde a la parte teórica con respecto a la operación de la suma con vectores:

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

La suma de vectores se puede establecer a partir de la relación existente entre los componentes que constituyen al vector, es decir es un proceso operacional que se efectúa entre cantidades posicionadas en el mismo eje. Desde la representación analítica se desarrolla de este modo:  $\vec{A} = \langle a_1, a_2 \rangle$  y  $\vec{B} = \langle b_1, b_2 \rangle$  por ello  $\vec{A} + \vec{B} = \langle a_1 + b_1, a_2 + b_2 \rangle$ .

### Figura 22

*Suma de vectores en el plano cartesiano en 2d*



*Nota.* Se encuentra la información desde las coordenadas de cada vector y la relación con el ángulo. Fuente: elaboración propia.

### Segunda parte

En este espacio se les proyectará a los estudiantes una presentación diseñada en Power Point, en donde se ambientó una situación para que los estudiantes puedan comprender la manera en cómo se elabora la suma de vectores, por tanto, se tomará como pretexto el trayecto de un barco en un río caudaloso.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Un barco se encuentra navegando a través del río Amazonas que fluye con una corriente bastante fuerte hacia el sur. Para llegar a su destino, debe navegar hacia el este, pero debido a la corriente, el barco se desvía ligeramente hacia el sureste.

La velocidad que lleva el barco es de  $10 \frac{km}{h}$  hacia el este (a lo largo del *eje x*), y la velocidad de la corriente del río es de  $5 \frac{km}{h}$  hacia el sur (a lo largo del *eje y*). Para calcular la velocidad resultante del barco, se deben sumar los vectores: velocidad del barco y la corriente del río.

### Figura 23

*Gráfico de la corriente de río y la velocidad del barco*



*Nota.* En el gráfico se pueden observar los datos correspondientes a la velocidad de la corriente del río y la velocidad del barco. Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la información brindada, se puede decir que, la magnitud del barco es la velocidad equivalente a  $10 \frac{km}{h}$  y un ángulo (dirección) de  $0^\circ$  con respecto al *eje x*. Y los

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

componentes del río son: magnitud del vector es de  $5 \frac{km}{h}$  y un ángulo de  $270^\circ$  con respecto al *eje x*.

### Figura 24

*Movimiento del bar a causa de la corriente*



*Nota.* En la imagen se observa como la posición del barco cambia a causa de la corriente del río. Fuente: elaboración propia.

Cuando se tiene un vector en 2d, como este que está constituido por un par ordenado de coordenadas, se debe descomponer en sus componentes rectangulares, es decir posee una cantidad en el *eje x* y otra en el *eje y*.

**Barco ( $vector_1 = \vec{v}_1$ )**

- Componente eje x:  $10 \frac{km}{h}$
- Componente eje y: 0, porque el barco solo esta en la recta que representa al *eje x*, es decir representa una línea recta sobre dicho eje.
- Par ordenado de coordenadas: (10, 0)

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

- Sentido: +

**Río Amazonas ( $vector_2 = \vec{v}_2$ )**

- Componente eje x: 0 porque, el río solo se encuentra formando una línea vertical con relación al eje y.
- Componente eje y:  $-5 \frac{km}{h}$
- Par ordenado de coordenadas: (0, -5)
- Sentido: -

**-Cuando ya se han dispuesto los componentes de cada vector de manera separada, ya se tiene la base para realizar la suma de vectores.**

**Suma de vectores:**

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = (v_{1x} + v_{2x}, v_{1y} + v_{2y})$$

$$(10,0) + (0, -5) = (10 + 0, 0 + (-5)) = (10, -5)$$

$$\vec{v}_3 = (10, -5)$$

**Magnitud del vector resultante:**

$$|\vec{v}_3| = \sqrt{(10^2 + (-5)^2)} = \sqrt{100 + 25} = \sqrt{125} \approx 11,2 \frac{km}{h}$$

**Dirección:**

$$\tan \beta \left( \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} \right)$$

**Despejamos  $\beta$  es decir el ángulo, porque necesitamos hallarlo**

MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

$$\tan \beta \left( \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} \right)$$

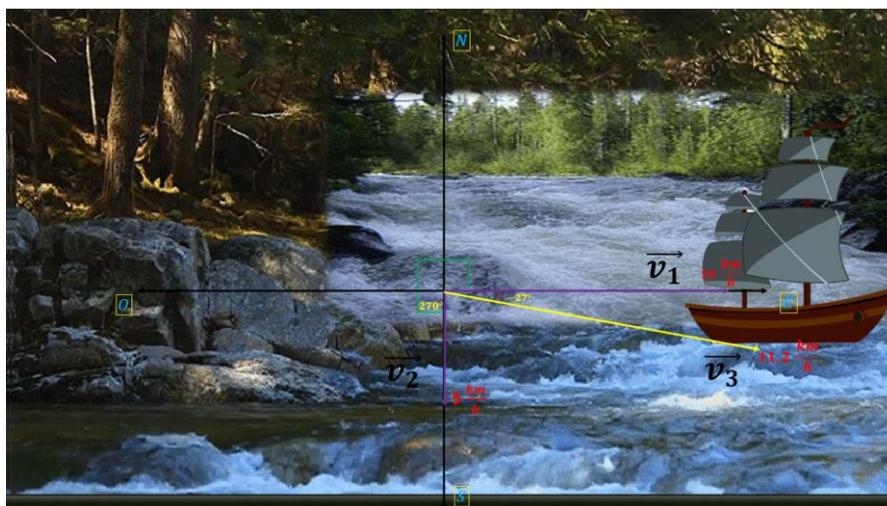
$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{-5}{10} \right) \approx -27^\circ$$

Para que el barco pueda seguir su rumbo debe navegar a una velocidad  $11,2 \frac{km}{h}$ , hacia el Este, con un ángulo de aproximadamente  $-27^\circ$ , en sentido negativo, el ángulo está a favor de las manecillas del reloj.

$$\vec{v}_3 = 11,2 \frac{km}{h}, -27^\circ, -$$

**Figura 25**

*Suma de vectores (corriente del río + la velocidad del barco)*



*Nota.* En la imagen se observan todos los datos inmersos en la situación y se encuentra como nuevo dato el vector suma entre la corriente del río más la velocidad del barco. Fuente: elaboración propia.

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Sin embargo, el ángulo positivo equivalente a  $-27^\circ$  es  $333^\circ$ , dado que como el ángulo está en el IV cuadrante entonces allí se llega hasta  $360^\circ$  y a ese le restamos los  $27^\circ$ , por tanto,  $360^\circ - 27^\circ = 333^\circ$ .

### Tercera parte

#### Guía 3: Suma de vectores

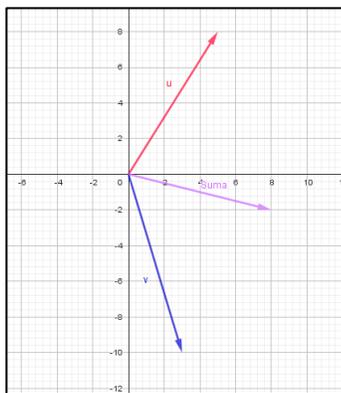
Teniendo en cuenta a Wessel se puede hacer referencia a algunas operaciones que se pueden ejecutar con los vectores. Allí se encuentra la suma, por tanto, es preciso dar a conocer que: “En términos algebraicos, Wessel propone la suma muy similar a lo que ya había presentado Wallis: si se tienen dos segmentos  $(a, b)$  y  $(c, d)$  la representa como:  $(a, b) + (c, d) = (a + c, b + d)$ ” (Wessel, citado por Chavarría Bueno, 2019, p. 71).

Por ejemplo, si se tiene un vector  $\vec{u}(5, 8)$  y  $\vec{v}(3, -10)$ , los pares ordenados que conforman a cada vector, hacen referencia a: la primera cantidad al *eje x* y la segunda al *eje y*. Si se van a sumar los vectores, se haría del siguiente modo:

$$\vec{u} + \vec{v} = (5 + 3, 8 + (-10)) \downarrow$$

$$\vec{u} + \vec{v} = (8, 8 - 10) \downarrow$$

$$\vec{u} + \vec{v} = (8, -2)$$



MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

**Actividad**

Una persona está nadando en un río que fluye hacia el este con una velocidad constante de  $2 \frac{km}{h}$ , mientras que el nadador se mueve hacia el oeste a una velocidad constante de  $3 \frac{km}{h}$ .

1. Describe los pasos que seguirías para hallar el vector que determinará la posición final del nadador.

Escribe tu respuesta en este espacio

2. Realiza de manera algebraica la suma de vectores para sumar el vector  $\vec{u}_{nadador}$  más el vector  $\vec{v}_{corriente\ río}$  ( $\vec{u}_{nadador} + \vec{v}_{corriente\ río}$ ).

Escribe tu respuesta en este espacio.
Realiza la ecuación en este espacio.

3. Realiza una representación gráfica de: el vector de la velocidad del nadador, el vector de la velocidad de la corriente del río y el vector suma entre los dos vectores mencionados ( $(\vec{u}_{nadador} \text{ y } \vec{v}_{corriente\ río})$ ).

## MODELOS MENTALES DEL VECTOR EN FÍSICA

Dibuja en este espacio.

--

**4. ¿Qué dificultades tuviste al resolver las preguntas?**

Escribe tu respuesta en este espacio


- ¿Cuál fue la pregunta que te pareció más difícil y explica tu respuesta?

Escribe tu respuesta en este espacio


- ¿Cuál es la pregunta que te pareció más fácil y explica tu respuesta?

Escribe tu respuesta en este espacio




Universidad<sup>®</sup>  
Católica  
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia  
de la Congregación*



Hermanas de la Caridad  
*Dominicas de La Presentación*  
de la Santísima Virgen

*Universidad Católica de Manizales*  
Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia  
PBX (6) 8 93 30 50 - [www.ucm.edu.co](http://www.ucm.edu.co)