LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO TIPO AUTOMÓVIL-MOTOCICLETA: UN CONTEXTO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

CONSUELO MORENO BRICEÑO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

BOGOTÁ, D. C.

2018

LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO TIPO AUTOMÓVIL-MOTOCICLETA:

UN CONTEXTO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

CONSUELO MORENO BRICEÑO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL

TÍTULO DE MAGISTER EN EDUCACIÓN

DIRECTOR:

Dr. JAIME DUVÁN REYES RONCANCIO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

BOGOTÁ, D. C.

2018

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma Presidente del jurado

_____

Firma Jurado

_____

Firma Jurado

Bogotá, D. C. 2018.

Agradecimientos

Quiero agradecerle a Dios el haberme permitido este nuevo logro en mi vida académica, en el cual adquirí nuevos conocimientos para enseñar en relación con los contextos de los estudiantes e incursionar en la investigación en Educación.

A mi esposo, a mis hijos, por su ayuda, sus consejos, su comprensión, su amor. A mi hija Laura por su acompañamiento, amor y paciencia durante todo el proceso.

Al profesor Doctor Jaime Duván Reyes Roncancio por guiar este trabajo de investigación, por sus conocimientos, por sus indicaciones, por su amistad y su comprensión.

Al profesor de física Raúl Panqueva por sus conocimientos, su ayuda e indicaciones y a todas las personas que hicieron posible alcanzar esta meta.

Consuelo Moreno Briceño.

Contenido

Pág.

Resumen xii

Abstract xiv

Introducción 15

Problema de investigación 17

Pregunta problema 18

Objetivos 19

Objetivo general 19

Objetivos específicos 19

1. Referentes conceptuales 20

1.1 Problemáticas en la enseñanza de las ciencias 20

1.2 Estudios sobre la enseñanza de la ciencia 23

1.3 Estudios sobre la enseñanza de educación vial 24

1.4 Enseñanza del movimiento 25

1.5 Las representaciones 29

2. Referentes metodológicos 32

2.1 Tipo de investigación 32

2.2 Diseño de la investigación 34

2.3 Instrumentos de recolección de la investigación 39

2.4 Aprendizaje activo 39

3. Resultados y análisis 41

3.1 Encuesta a estudiantes sobre las causas de los accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta 41

3.2 Selección del accidente de tránsito tipo automóvil-motocicleta 45

3.2.1 Accidente de tránsito tipo automóvil-motocicleta 45

3.3 Análisis físico del accidente 46

3.4 Secuencia de actividades 52

3.5 Categorías de análisis 55

3.6 Análisis de los resultados de la implementación 57

3.6.1 Análisis de los bosquejos 57

3.6.2 Análisis de los paso a paso 64

3.6.3 Análisis de las gráficas 68

3.6.4 Plantillas de movimiento 76

3.7 Análisis de los resultados de la evaluación de cada actividad por parte de los estudiantes 82

3.7.1 Resultados de los bosquejos 83

3.7.2 Resultados de la explicación de las ecuaciones 85

3.7.3 Resultados de los paso a paso 86

3.7.4 Evaluación de las gráficas 87

3.7.5 Tiempos de reacción 90

4. Conclusiones 93

4.1 Sobre el diseño de la propuesta 93

4.2 Sobre la implementación 94

4.3 Sobre los alcances y limitaciones del aprendizaje activo 96

4.4 Sobre el papel del profesor 96

Referencias 98

Anexos 101

Lista de Ilustraciones

Pág.

Ilustración 1. Gráficas X(t), V(t), a(t) para representar lo sucedido con el carro y la moto 28

Ilustración 2. Proceso de investigación 34

Ilustración 3. Fase 1. Revisión documental 35

Ilustración 4. Fase 2 36

Ilustración 5. Fase 3 37

Ilustración 6. Fase 4 38

Ilustración 7. Plantilla de movimiento 51

Ilustración 8. Secuencia de actividades 54

Ilustración 9. Actividad del G2, Im1 58

Ilustración 10. Actividad del G5, Im2 58

Ilustración 11. Actividad del G3, Im3 59

Ilustración 12. Actividad del G5, Im4 59

Ilustración 13. Actividad del G2, Im5 60

Ilustración 14. Actividad del G4, Im6 61

Ilustración 15. Actividad del G10, Im7 62

Ilustración 16. Actividad del G9, Im8 63

Ilustración 17. Actividad del G4, Im9 67

Ilustración 18. Actividad del G2, Im10 67

Ilustración 19. Actividad del G2, Im11 67

Ilustración 20. Actividad del G3, Im12 68

Ilustración 21. Actividad del G3, Im13 69

Ilustración 22. Actividad del G4, Im14 69

Ilustración 23. Actividad del G6, Im15 70

Ilustración 24. Actividad del G4, Im16 72

Ilustración 25. Actividad del G5, Im17 72

Ilustración 26. Actividad del G8, Im18 73

Ilustración 27. Actividad del G2,Im 19 75

Ilustración 28. Actividad del G2,Im 20 79

Ilustración 29. Actividad del G8, Im21 80

Ilustración 30. Actividad del G10, Im 22 81

Lista de Gráficas

Pág.

Gráfica 1. ¿Cuáles cree usted que son las causas de los accidentes de tránsito tipo auto- moto?.43

Gráfica 2. ¿En su familia utilizan moto como medio de transporte?. 44

Gráfica 3. ¿A usted o a algún miembro de su familia le ha ocurrido un accidente de tránsito tipo automovilístico o que haya involucrado a una motocicleta?. 44

Lista de Anexos

Pág.

Anexo 1. Sistematización de los resultados de las actividades de la implementación. 101

- Análisis de bosquejos 101
- Análisis de bosquejos 103
- Análisis de bosquejos 104
- Análisis de bosquejos 105
- Análisis paso a paso 106
- Análisis de gráficas 108
- Análisis de plantillas 110

Anexo 2. Sistematización de la evaluación de las actividades por parte de los estudiantes 112

- Actividad 1: Lectura del accidente y realización del bosquejo 112
- Actividad 2. Explicación de las ecuaciones 115
- Actividad 3. Evaluación de los paso a paso. 118
- Actividad 4. Evaluación de gráficas. 119
- Actividad 5. Evaluación de los tiempos de reacción. 121

Anexo 3. Diarios de campo 124

- Diario de campo 1: Lectura del accidente de tránsito y realización del bosquejo. 124
- Diario de campo 2: Paso a paso del accidente. 126
- Diario de campo 3: Ecuaciones del accidente de tránsito. 127
- Diario de campo 4: Realización de gráficas X (t), V (t) y a (t). 129

Resumen

En el presente trabajo de grado, en la modalidad de profundización, se presenta el diseño, la implementación y el análisis correspondiente al desarrollo de una estrategia metodológica para la enseñanza de la física relacionada con los contextos de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos. La estrategia en mención se apoya en el análisis de un accidente de tránsito entre un automóvil y una motocicleta como una herramienta para la enseñanza de la física mecánica a estudiantes de grado décimo del curso 2S2 del Colegio Class IED de la localidad de Kennedy; previo a su implementación se llevó a cabo una encuesta para identificar factores, tales como el uso de las motocicletas en los hogares de los estudiantes, si habían estado involucrados en accidentes con este medio de transporte y, en caso afirmativo, las posibles causas a las cuales atribuían este tipo de accidentes, de otro lado, se realizó una revisión documental sobre las problemáticas que se presentan en el proceso de enseñanza de la ciencia.

Asimismo, se revisaron aspectos teóricos de la metodología de enseñanza por Aprendizaje Activo, los cuales sirvieron como referente para la elaboración e implementación de la estrategia metodológica en las sesiones de clase. De igual manera se revisaron aspectos sobre las representaciones, la importancia de implementarlas en el desarrollo de las clases y las dificultades para su aplicación.

En cuanto a la metodología de la investigación, esta es de tipo cualitativo, con un enfoque interpretativo, la cual buscó determinar cómo estaban comprendiendo el accidente los estudiantes con cada una de las representaciones, qué les llamó más la atención, y cómo explicaban lo sucedido.

Los resultados de la implementación evidencian el interés generado en los estudiantes al hacer la lectura del texto del accidente, del mismo modo se observaron en las representaciones

las diversas comprensiones, las diferentes causas a las cuales atribuían el accidente desde sus experiencias personales, y se evidenciaron las dificultades de los estudiantes para realizar algunas de las representaciones.

Palabras clave: Contexto, cotidianidad, accidente, enseñanza, física, significativa y representaciones.

Abstract

This degree thesis, in the deepening modality, presents the design, implementation and analysis corresponding to the development of a methodological strategy for teaching of physics, which is based on the importance of teaching it by relating it to the student´s contexts, with the aim of achieving meaningful learning.

It consisted on the study of a car-motorcycle-type traffic accident to teach classical mechanics to the tenth-grade students of the 2S2 course of the IED Class School in Kennedy. The methodological strategy was preceded by a survey that wanted to determine the use of motorcycles in the student's homes, whether they had accidents with them or no and the possible causes to which students attributed this type of accident. as well as by the systematic bibliographic review about the problems in the teaching of science.

Subsequently, theoretical aspects of the methodology of teaching by Active Learning were reviewed and served as references for the development and implementation of the methodological strategy in the class sessions. In the same way, aspects of the representations, the importance of implementing them in the development of our classes and the difficulties they present were analyzed. The methodology of the research is qualitative, the approach is interpretive as it sought to determine with each of the representations how students were understanding the accident, which elements caught their attention and how they explained the accident from their personal experiences.

The results of the implementation showed the varied interests generated in the students when reading the text of the accident, likewise they were observed, in the different representations, the diverse causes to which they attributed the accident, all of them from their personal experiences, also, the difficulties to do some of the representations were evidenced.

Keywords: Contexts, everyday life, accident, teaching, physics, meaningful learning, representations.

Introducción

Los estudiantes de secundaria se quejan constantemente de la dificultad cuando tienen que asumir el aprendizaje de los procesos propios de la física, además no ven la importancia del aprendizaje de la física y como docente esta situación se puede evidenciar a diario en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ante este escenario surge la necesidad de logar un aprendizaje significativo en las clases de física, para lo cual en este caso particular se seleccionó una situación donde se pudieran relacionar los elementos de la física mecánica con el contexto social de los estudiantes.

El presente trabajo describe la manera como se implementó la estrategia metodológica a través de la cual los estudiantes de grado décimo analizaron y comprendieron un accidente de tránsito aplicando los conceptos propios de la cinemática y la dinámica. La selección de esta temática surgió al considerar que muchos estudiantes emplean la bicicleta como medio de transporte y que los accidentes entre bicicletas y automóviles presentan condiciones análogas a aquellos entre motocicletas y automóviles, y también al escuchar las perspectivas de los estudiantes con respecto a que piensan manejar moto en un futuro cercano como un medio de transporte.

La metodología empleada para la elaboración de este trabajo es de tipo cualitativa, involucró un proceso de investigación-acción en el que se analizaron los datos provenientes de un accidente real entre una moto y un carro y se diseñó una secuencia de actividades a manera de intervención didáctica.

La importancia de relacionar los contextos de los estudiantes con la enseñanza de la física fundamenta este trabajo y ha sido estudiada a profundidad por autores como: Elkana (1983), Rahm (2002), Seiler (2001), Porlán y Martín (1994), Sanmartí (2002), entre otros, quienes

encuentran la necesidad de relacionar los conceptos de la ciencia con el mundo cotidiano, es decir de concatenar teoría y práctica. También se tuvo en cuenta la importancia de las diversas representaciones del accidente para hacerlo accesible a los estudiantes, y la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos para tomar decisiones, como lo propuso Elkana (1983).

En línea con lo anterior, la presente propuesta didáctica implementó 7 formas de representación del accidente de tránsito buscando que los estudiantes desarrollaran la comprensión del mismo en los diversos momentos (antes, durante y después de la colisión) y evidenciaran los elementos de la física involucrados, además que el análisis de variables como la velocidad, la aceleración , los tiempos de reacción, entre otras, les permitieran comprender cómo influyó cada una de ellas y la importancia de tenerlas presentes para la prevención de accidentes, ya sea como peatones, ciclistas y, como posibles motociclistas. También se exponen los aportes de varios profesores de la Escuela de Ingeniería con respecto a la Educación Vial.

Con respecto a su contenido, el presente trabajo se desglosa de la siguiente manera:

En el capítulo 1, Referentes Conceptuales, se presentan algunas dificultades en la enseñanza de la física, las cuales se relacionan directamente con mi práctica pedagógica; luego se describen algunos estudios que demuestran la importancia de relacionar la enseñanza de la física con los contextos de los estudiantes, y se realiza una descripción de las representaciones, sus alcances y las dificultades para desarrollarlas.

En el capítulo 2, Referentes Metodológicos, se describe el método de investigación utilizado para realizar este trabajo, el proceso metodológico, las fases de la investigación y los instrumentos utilizados.

En el capítulo 3, Resultados y Análisis, se presenta la encuesta aplicada a los estudiantes para determinar si se usa la motocicleta en sus hogares, su opinión acerca de las causas que creen

que provocan el tipo de accidentes moto- automóvil, el texto adaptado del accidente, el análisis físico del accidente, la secuencia de actividades que formaron parte de la implementación y el análisis de las actividades desde determinadas categorías.

Finalmente, en el capítulo cuatro se presentan las conclusiones a las que se llegó sobre el diseño de la propuesta, la implementación, el papel del profesor y los alcances y limitaciones del Aprendizaje Activo.

Problema de investigación

En mi práctica pedagógica como docente de física, he notado algunas dificultades recurrentes con las cuales se encuentran los estudiantes en su proceso de aprendizaje de esta materia, las más preocupantes son: un escaso aprendizaje de conceptos, leyes, y principios de la física, la desmotivación por parte de los estudiantes para estudiarla, y no lograr relacionar la teoría de la física que se enseña con los contextos en los que se desenvuelven cotidianamente los estudiantes, para aplicarla en la solución de problemas del entorno como lo refieren Sanmartí (2002). Al realizar la revisión documental se encuentra la opinión de autores como Elkana (1983), Glasersfeld (1993), y Elliot (2000) quienes detallan la importancia de tener en cuenta los contextos de los estudiantes para su proceso de aprendizaje. Porlán y Martín (1994) refieren que se deben tener presentes los conocimientos construidos de los estudiantes acerca de los fenómenos de la naturaleza, con los cuales debemos interactuar, de otra parte Elkana (1983) y Sanmartí (2002) afirman que la enseñanza de la ciencia se debe relacionar con la cotidianidad de los estudiantes para aplicarla en la solución de problemas. En esta revisión documental también se encontraron artículos que evidencian la importancia de analizar y explicar la ciencia presente en la cotidianidad de los estudiantes, como los realizados por Rham (2002), Seiler (2001), entre otros.

De otra parte, Van Heuvelen (1991) hace énfasis en desarrollar un estudio de caso que permita relacionar varios conceptos trabajados en la clase de física, como él mismo lo hace como docente.

Ahora bien, como docentes debemos tener en cuenta según Elkana (1983), Galsersfeld (1993), que las personas construyen su conocimiento a partir de la experiencia, la cual se desarrolla dentro de un contexto cultural, así pues se debe tratar de contextualizar el conocimiento físico, de modo que tome un sentido práctico para los educandos, dejando de ser un conjunto abstracto de ecuaciones para relacionarse con sus vivencias propias, tornándose significativo al crearse un vínculo directo con su contexto, materializándose en sus realidades, de modo tal que los estudiantes puedan tener una perspectiva crítica desde el punto de vista de la física, de los sucesos cotidianos, analizando, reflexionando, argumentando, proponiendo soluciones y tomando decisiones.

Pregunta problema

Frente a los planteamientos expuestos anteriormente surge la siguiente pregunta problema… ¿Qué estrategia metodológica permite enseñar física, específicamente los elementos de la cinemática y la dinámica, en el contexto de los accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta?

¿Por qué es importante hacer esta investigación?

La importancia de esta investigación radica en el hecho de que ofrece una herramienta para enseñar física, la cual provee a los estudiantes conocimientos, habilidades y pensamiento crítico

para la toma de decisiones. Para ello se recurre al hecho de que un gran número de estudiantes emplean la bicicleta como medio de transporte y como un instrumento de recreación dentro de la ciudad, y al usar la bicicleta se presentan variables físicas como la velocidad, la aceleración, la distancia de reacción, las cuales se prestan para la enseñanza de esta materia de un modo significativo. De igual manera los estudiantes manifiestan qué en un futuro posiblemente utilizaran la motocicleta y los conocimientos adquiridos en este estudio también les servirán en el uso adecuado de ella.

Objetivos

Objetivo general. Desarrollar una estrategia metodológica que permita enseñar física relacionándola con el contexto social de los estudiantes, mediante el estudio de los elementos de cinemática y dinámica involucrados en los accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta, para que los educandos logren una nueva percepción de la física más cercana y práctica en sus vidas.

Objetivos específicos.

- Analizar un accidente de tránsito real en términos físicos y didácticos.
- Implementar el estudio de un caso en el aula propiciando diversas representaciones del accidente de tránsito.
- Determinar los alcances y limitaciones de la enseñanza del caso del accidente de tránsito mediante el aprendizaje Activo.

1. Referentes conceptuales

Inicialmente se presenta una revisión documental sobre las problemáticas que se presentan en la enseñanza de la física, con las cuales me identifico como docente, luego se presentan algunos estudios realizados que evidencian la importancia de relacionar la enseñanza de las ciencias con la cotidianidad de los estudiantes.

1.1 Problemáticas en la enseñanza de las ciencias

Al indagar sobre las problemáticas existentes en mí práctica pedagógica encontré lo expuesto por Porlán (1994) quien afirma que se tiene la tendencia a: "considerar a los alumnos como receptores pasivos de información que no poseen significados propios acerca de las temáticas que se trabajan en la escuela" (p. 50), sin tener en cuenta que los estudiantes tienen un conocimiento construido a través de su experiencia y su contexto cultural, por tanto es necesario hacer una mediación entre este conocimiento previo y el conocimiento adquirido en la escuela. Refiriéndose a la enseñanza de las ciencias, Porlán y Martín (1994) exponen:

> Se ha caracterizado la enseñanza tradicional como una enseñanza basada en la transmisión verbal de los contenidos, que no despierta el interés de los alumnos, que genera un aprendizaje mecánico y repetitivo y que provoca actitudes de rechazo entre un porcentaje relativamente importante de estudiantes (p. 51).

Al respecto debemos tener en cuenta que el conocimiento no se trasmite sino que se construye a través de la experiencia y dentro de contextos culturales, los cuales son fuentes de conocimiento que debemos aprovechar para el desarrollo de aprendizajes significativos, como lo plantean Elkana (1983), Elliot (2000) y Glasersfeld (1993). En este orden de ideas Elkana (1983) propone que el conocimiento científico en la escuela debe permitir diversas representaciones de un mismo fenómeno para lograr su comprensión. En el caso que nos interesa particularmente, en

la enseñanza de la física debemos tener en cuenta que ésta sirve entre otras cosas para enseñar a los estudiantes a representar, por tanto, el trabajo del docente de física debe auspiciar las diversas representaciones y también el paso de una representación a otra, a través del uso de símbolos, del manejo de contenidos y conceptos, y las relaciones entre ellos, para de esta manera avanzar en el conocimiento.

De igual manera se debe tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias la relevancia de relacionarlas con los contextos de los estudiantes para que tengan una significación en sus vidas. Confirmando lo anterior Sanmartí (2002) refiere que la ciencia debe relacionarse con la cotidianidad de los estudiantes para ayudar en su toma de decisiones y por lo tanto se deben revisar los contenidos, los cuales no deben responder a la ciencia de los científicos sino, a los problemas de los entornos de los estudiantes para su toma de decisiones. En la medida que se relacione la ciencia con la cotidianidad de los estudiantes ellos pueden relacionar el conocimiento adquirido en sus contextos con el conocimiento científico, generando así un diálogo entre los dos tipos de conocimiento, de modo que el estudiante puede argumentar a partir de su experiencia y el docente puede promover diferentes análisis que permitan la reflexión por parte de los estudiantes, para avanzar en el conocimiento construido de esta manera.

De otra parte, se debe tener en cuenta que para la enseñanza de las ciencias es importante conocer su desarrollo histórico para así comprender los planteamientos físicos, las teorías, las leyes, los conceptos desarrollados y su importancia en el desarrollo científico e industrial de las sociedades. Con respecto a este planteamiento Matthews (1994) refiere que cada vez más la historia y filosofía de la ciencia se van incorporando a su enseñanza lo cual ayuda para que las clases sean más reflexivas y contextualizadas. Al respecto afirma:

> Los defensores de la HFC en la enseñanza de las ciencias están defendiendo, de algún modo una versión "contextualizada" de la enseñanza de las ciencias. Es decir, una enseñanza de las ciencias que enseñe ciencias en su contexto social, histórico, filosófico, ético y tecnológico (Matthews, 1994, p. 256).

Esta manera de enseñar permite que el estudiante comprenda las problemáticas a resolver de la época, el contexto social en que se desarrolla y los planteamientos de la ciencia, logrando un proceso crítico y reflexivo que le lleva a la comprensión del conocimiento científico.

También se debe relacionar la enseñanza de la física con los problemas socio-ambientales de los estudiantes, a este respecto Porlán y Martín (1994) nos dicen que los profesores especialistas deben: "saber establecer relaciones significativas entre la disciplina que está especializado y los problemas socio-ambientales relevantes" (p. 54). Esto permitirá relacionar los conocimientos físicos con las realidades de los estudiantes, logrando así el análisis y la comprensión de problemas socio-ambientales, posibilitando una toma de decisiones acertada.

Cañal, García y Porlán (como se citó en Porlán y Martín, 1994) también hacen referencia a que: "Es imprescindible desarrollar un cierto saber acerca de los significados ya construidos por los alumnos para poder orientar su aprendizaje" (p. 54). En el proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario trabajar con los conocimientos que han construido los estudiantes, podemos acceder a ellos usando el conocimiento disciplinar y didáctico que tenemos, de igual manera es importante categorizar, analizar e interpretar ese saber para establecer las fortalezas y dificultades existentes y, si es posible, darles solución.

Si no se aplican los planteamientos expuestos anteriormente la enseñanza de la física se basa más en la memorización, el aprendizaje mecánico y repetitivo que en la creatividad y la reflexión, lo que redunda en una formación que no les permite a los estudiantes actuar

asertivamente en la solución de problemas relacionados con conocimientos científicos. Todas las anteriores problemáticas serán abordadas en la implementación.

1.2 Estudios sobre la enseñanza de la ciencia

Seiler (como se citó en Abell & Lederman, 2007) hace énfasis en que las diferencias culturales y de lenguaje son características de la identidad de un grupo las cuales se pueden aprovechar para la enseñanza de la ciencia, cuando no tenemos en cuenta los contextos culturales de nuestros estudiantes y su lenguaje, estas características se pueden convertir en barreras para el aprendizaje. Seiler comenta que es importante privilegiar actividades en los currículos y en las prácticas que les permitan a los estudiantes reconocer la ciencia en sus actividades diarias, analizando la física presente en actividades tan comunes como ir a un parque de diversiones, en las películas de cine, en algunos programas de televisión, etc., y analizar el funcionamiento de los aparatos mecánicos, la veracidad de algunas escenas del cine, reconociendo los fenómenos físicos que se presentan.

Por su parte, Rahm (como se citó en Abel & Lederman, 2007) trabajando en un programa de jardinería para jóvenes comenta como los estudiantes desarrollan conceptos como el crecimiento de las plantas y la polución urbana y al hacerlo desarrollan habilidades como observación, análisis y comunicación de resultados.

En conclusión, los estudios previamente mencionados ponen de manifiesto la necesidad de enseñar la ciencia dentro del contexto de los estudiantes para producir aprendizajes significativos.

1.3 Estudios sobre la enseñanza de educación vial

A continuación se exponen los aportes de varios profesores de la Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito" quienes trabajan en educación vial, teniendo en cuenta su función como formadores de ciudadanos responsables en su actuar en el espacio público.

Santiago Henao (2016), Decano del programa de Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, explica que se llevó a cabo El Tercer Seminario Internacional de Accidentología Vial, con la premisa de prevenir los accidentes de tránsito, aclarando que la idea de los organizadores es evitar que se presenten estos eventos para alcanzar los mismos objetivos planteados en la campaña Visión Cero en la Unión Europea (cero muertes por accidentes) para el año 2020. Él afirma:

> Las instituciones académicas y de investigación no pueden ser ajenas al tema de los accidentes por sus razones fundamentales de existencia, por su labor formativa de buenos ciudadanos y profesionales, de quienes se espera su buen comportamiento en las vías y por su función social de salvar vidas (p. 5).

En este seminario se hicieron pruebas de frenado en pavimento asfáltico, a diferentes velocidades, para medir la huella de frenado y hallar los coeficientes de fricción; también se realizó una prueba simulada y controlada de un accidente con motocicleta. Este estudio aporta a la investigación el hecho de medir las huellas de frenado, con las cuales se puede determinar la velocidad de los móviles y los coeficientes de fricción, variables muy importantes para establecer las causas del accidente. También permite ver que es posible educar a las personas en el aspecto de la movilidad utilizando el conocimiento científico.

Lijarcio y Montoro (2016) al hablar sobre el concepto de accidente afirman: "En realidad, debemos conceptualizar el accidente de tránsito como un problema de salud, también de salud laboral, no accidental, controlable, evitable, como un proceso, fruto de una consecuencia y, sobre

todo, prevenible" (Montoro, et al., como se citó en Lijarcio y Montoro, 2016, p. 18). En ese sentido es nuestro deber concientizar a los alumnos sobre el hecho de entender los accidentes como un suceso prevenible y evitable.

Henao y Villamizar (2016) explican que existe una herramienta de enseñanza didáctica que permite "Representar, analizar, valorar, evaluar, confrontar y comunicar hechos sucedidos en el tránsito de una manera básica, integral, efectiva, sencilla, amigable, pertinente, y minimiza el riesgo de exposición en la vía, llamada Sistema Simulador Universal de Accidentes de tránsito (SSUAT)" (p. 56). Algunos de los fines que se quieren lograr con esta herramienta y su implementación son: Fomentar el tránsito seguro, impulsar comportamientos responsables en la vía, reconocer el accidente de tránsito como hecho prevenible e identificar los comportamientos que generan accidentes de tránsito.

1.4 Enseñanza del movimiento

Con respecto a los accidentes de tránsito, una de las dudas que surge es de qué manera la física puede ayudar a comprender cómo sucedió un accidente, cómo las variables físicas influyeron para tenerlas en cuenta al transitar por las vías y así cuidar de la integridad de todos los autores viales. Al respecto es importante tener en cuenta la velocidad adquirida por los móviles ya que las personas se atraviesan de manera imprudente sin tener en cuenta que el conductor probablemente no alcance a detenerse al frenar y lo alcance a golpear; de igual manera sucede con los tiempos de reacción de los conductores pues falta concienciación con respecto a que este tiempo se ve alterado por hechos como contestar el celular u otras circunstancias que pueden aumentar las posibilidades de que se presente un accidente. Por este motivo es necesario trabajar los elementos de la cinemática y dinámica para el análisis y comprensión de lo sucedido, para ello se tienen en cuenta los estudios hechos con relación a la enseñanza de estos elementos los cuales nos aportan conocimientos para poder abordarlos.

Al respecto Knight (2004) presenta algunas dificultades que él, cómo profesor de física, ha encontrado con sus alumnos, desglosadas en la Tabla 1.

Tabla 1

Tabla de dificultades en la enseñanza de la cinemática según Knight

• Los estudiantes no diferencian los conceptos de posición, velocidad y aceleración. Piensan que el hecho de que los objetos tengan la misma posición implica que tienen la misma velocidad. La velocidad y la aceleración se confunden muchas veces.
• Los estudiantes interpretan una aceleración positiva cuando aumenta la velocidad y la aceleración negativa cuando disminuye, no se asocia con el signo de la dirección de la aceleración.
• Para los estudiantes no es fácil pasar gráficas de “x” vs “t” a gráficas de “v” vs “t” y a gráficas de “a” vs “t” para un mismo hecho.
• Los estudiantes necesitan una demostración cuidadosa acerca de cómo la pendiente de la gráfica de posición se convierte en el valor de la gráfica de velocidad en el mismo transcurso de tiempo.
• Es importante estudiar momentos en los que haya un cambio de velocidad para identificar la aceleración o desaceleración.

Fuente: Elaboración propia con base en Knight (2004).

Ahora bien, aunando mis interrogantes personales como docente, las dificultades que he visto con mis estudiantes al enseñar la cinemática y la dinámica y las dificultades propuestas por Knight, mediante la implementación de la estrategia metodológica se pretende que los estudiantes:

- Diferencien los conceptos de posición, velocidad y aceleración.
- Identifiquen $\vec{x}$, $\vec{v}$ y $\vec{a}$ como vectores con magnitud y dirección.
- Reconozcan la relación entre $\vec{v}$ y $\vec{a}$ cuando un objeto está acelerando o desacelerando.
- Elaboren las gráficas de posición, velocidad, y aceleración para un mismo evento y las relacionen entre ellas.
- Utilicen las ecuaciones para hallar tiempos, distancias, velocidades y aceleraciones presentes en un hecho real.

- Reconozcan la importancia de la cantidad de movimiento adquirida por los móviles.
- Reconozcan la importancia de los tiempos de reacción y de las distancias de reacción.

Con relación al ítem de elaborar las gráficas de $\vec{x}$, $\vec{v}$ y $\vec{a}$ para el mismo evento a continuación se presentan las tres gráficas que representan lo sucedido con el carro y la motocicleta durante el accidente. Cabe aclarar que las gráficas fueron elaboradas por la autora del trabajo.

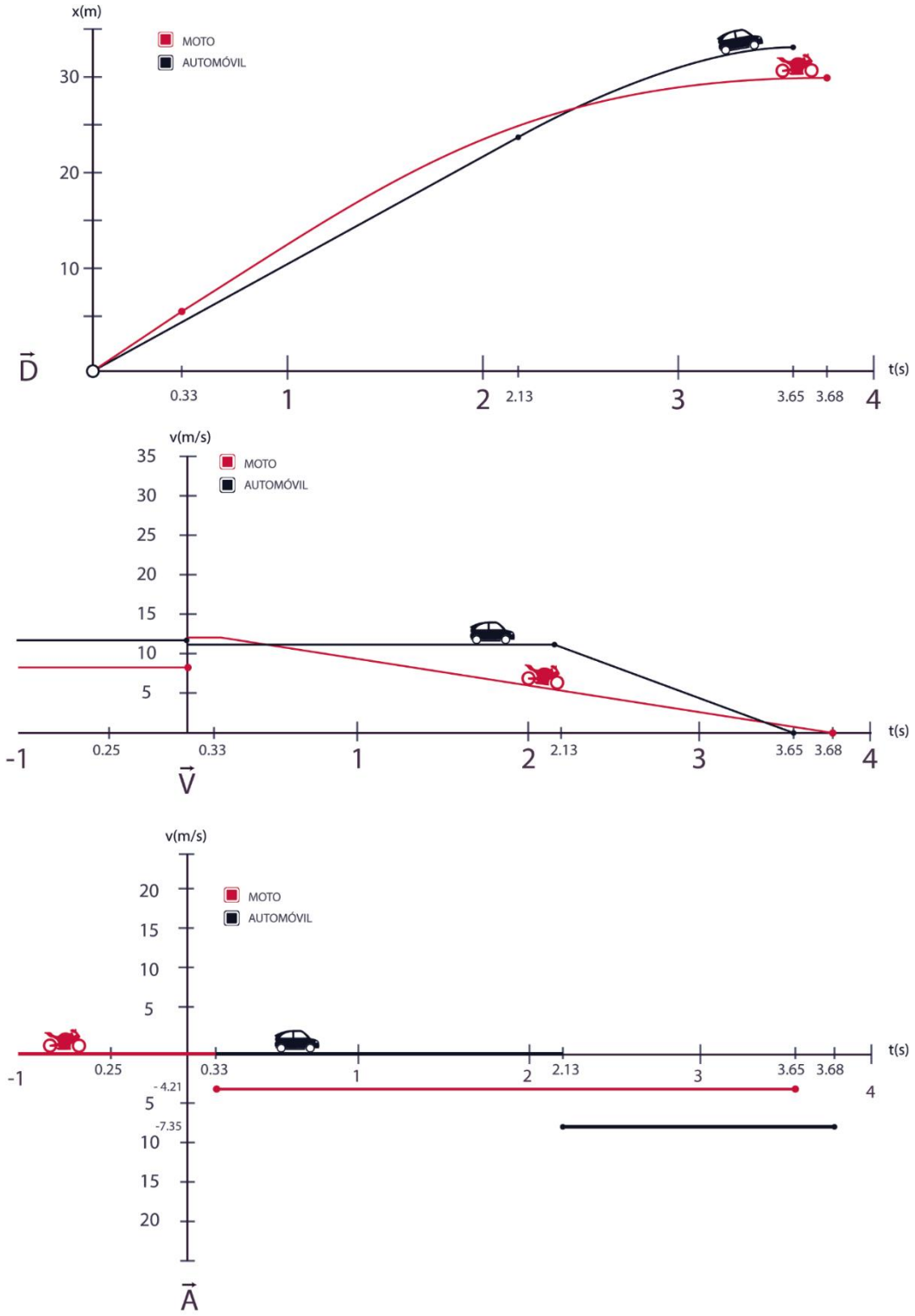


Ilustración 1. Gráficas $\vec{x}$(t), $\vec{v}$ (t), $\vec{a}$ (t) para representar lo sucedido con el carro y la moto.

Fuente: Autoría propia.

1.5 Las representaciones

Las representaciones escogidas son todas diferentes en sus signos y en sus símbolos como indica Tamayo (2006):

> Las *representaciones* son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior. Podemos representar en nuestra mente algo que percibimos con nuestros sentidos, algo que vemos, olemos o sentimos (p. 39).

Las representaciones escogidas para esta implementación son: Bosquejos o dibujos, ecuaciones de la cinemática y la dinámica relacionadas con el accidente, escritura del paso a paso del accidente, gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para cada uno de los móviles implicados en el accidente y las plantillas de movimiento cuya finalidad era representar los vectores posición, velocidad y aceleración para cada uno de los móviles, en cada uno de los momentos en los que se dividió el accidente, para analizarlo y comprenderlo. Las anteriores representaciones responden a lo expresado por Tamayo (2006) que dice con respecto a ellas: “Hacen referencia a todas aquellas construcciones de sistemas de expresión y representación que pueden incluir diferentes sistemas de escritura, como números, notaciones simbólicas, representaciones tridimensionales, gráficas, redes, diagramas, esquemas, etc.” (p. 41). Ahora bien, Tamayo hace referencia a que esta diversidad en sistemas semióticos permite diversas representaciones de un mismo objeto de estudio ampliando de esta manera las capacidades cognitivas y representaciones mentales de las personas. Por lo tanto, como docentes debemos promover varios sistemas de representación de un mismo fenómeno a estudiar.

Las representaciones presentan dificultades, Tamayo (2006) afirma que la más complicada es “la de suponer que el paso de una representación a otra se realiza de manera

automática y directa" (p. 42). A este respecto en nuestro quehacer diario es necesario tener en cuenta la importancia de explicar el paso de una representación a otra y de contar con las estrategias suficientes para este proceso. Pérez-Echavarría-Martí y Pozo (2010) afirman que:

> El aprendizaje de los sistemas externos de representación se ve afectado no sólo por la naturaleza de los diferentes sistemas implicados (en términos de su complejidad) sino también por los diferentes niveles desde los que se procesan esas representaciones externas, desde sus elementos o componentes explícitos hasta las relaciones conceptuales entre ellos y con otros conocimientos (p. 143).

Por lo tanto, debemos tener en cuenta que cuando utilizamos un sistema de representación los elementos, los símbolos, los conceptos y el conocimiento contenidos en él, deben ser manejados por los estudiantes para que ellos puedan desarrollarlo, comprenderlo y avanzar en sus aprendizajes.

Los sistemas de representación los podemos utilizar para afianzar conceptos ya que ellos nos permiten presentar el conocimiento de diversas maneras y esta diversidad permite al estudiante comprender de mejor manera los temas a desarrollar, afirmando lo expuesto por los autores en cuanto a que son los sistemas de representación los que hacen posibles ciertos conocimientos (Pérez et al., 2010).

También se ha encontrado que las representaciones externas interactúan con las representaciones internas logrando la exteriorización de ellas y la adquisición de nuevos conocimientos (Pérez et al., 2010). A este respecto se debe tener en cuenta que el hacer una representación externa permite al estudiante aclarar conceptos y afianzarlos, en ese sentido Tamayo (2006) afirma "Que es el proceso de representaciones externas el que hace posible comprender y ganar claridad acerca de la representación mental interna" (p. 42).

La diversidad de representaciones en este trabajo responde al estudio de los diversos conceptos de la cinemática y de la dinámica que se quieren abordar, la representación gráfica y los vectores. Cada una de estas representaciones permite al estudiante un análisis, una forma de expresar su comprensión del accidente y de igual manera estructurar conceptos y lograr diversas comprensiones. De ahí que en nuestro trabajo debemos hacer varias representaciones del mismo objeto de estudio para su comprensión por parte de los estudiantes.

2. Referentes metodológicos

En este capítulo se presenta el proceso metodológico que se utilizó para resolver el problema de investigación, las fases de la investigación y se describen los instrumentos utilizados para recolectar información.

2.1 Tipo de investigación

Este trabajo se fundamenta en la perspectiva cualitativa en donde se reconoce la importancia de la interpretación del significado de las acciones de los sujetos, como lo afirman los autores Denzin y Lincoln (2005), también tiene en cuenta como se produce la comprensión del fenómeno y la interpretación por parte de los estudiantes, características de la investigación cualitativa según Mason (1996).(citado por Vasilachis 2006).

El enfoque concreto de la metodología es interpretativo, ya que con esta investigación se busca darles sentido a las acciones de los estudiantes respecto al caso del accidente de tránsito tipo automóvil-motocicleta, ¿qué dibujan? ¿qué escriben?, se quiere ver qué están comprendiendo sobre la relación entre la moto y el carro en el proceso del accidente. De igual manera “los investigadores cualitativos indagan en situaciones naturales, intentando dar sentido o interpretar los fenómenos” (Denzin y Lincoln, como se citó en Vasilachis, 2006, p. 25). En este trabajo se interpretaron los resultados de las actividades para llegar a las comprensiones de los estudiantes, se hicieron las reflexiones necesarias, se conceptualizó y, de esta manera, se avanzó en el proceso de construcción del conocimiento.

El trabajo de investigación involucró el desarrollo de un proceso metodológico asociado a la investigación-acción entendida como un espiral de planificación, acción, observación y reflexión.

La investigación-acción permite revisar, ajustar y mejorar significativamente la práctica pedagógica. Elliot (2000) nos dice que, "el propósito de la investigación-acción consiste en profundizar la comprensión del profesor (diagnóstico) de su problema" (p. 5).Restrepo (2004) refiere que es necesario deconstruir la práctica anterior para llegar a construir una práctica alternativa vigente más efectiva. La investigación- acción está formada por una serie de actividades que tienen en común según Latorre (2003): "La identificación de estrategias de acción que son implementadas y más tarde sometidas a observación, reflexión y cambio" (p. 1).

A continuación se encuentra el esquema del proceso de investigación:

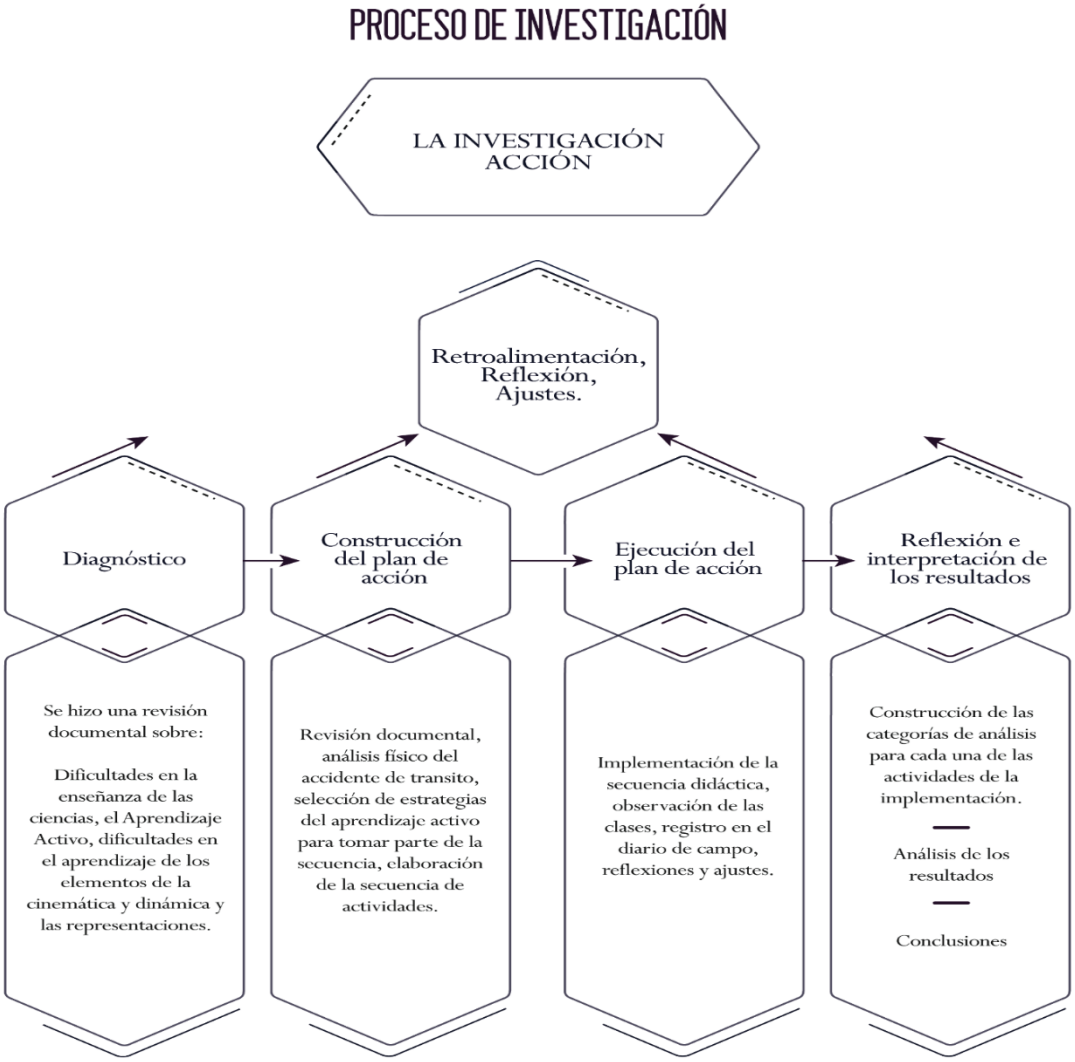


Ilustración 2. Proceso de investigación. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Diseño de la investigación

Las fases de la investigación son:

En la primera fase se trabajó la fundamentación teórica sobre las dificultades que se presentan en la enseñanza de las ciencias y la importancia de relacionarla con los contextos de los estudiantes, el aprendizaje activo como estrategia metodológica, las dificultades del aprendizaje de los elementos de la cinemática y dinámicas seleccionadas para analizar en este trabajo y las representaciones. También se formularon el objetivo general, los objetivos específicos y la pregunta problema. A continuación se presenta el esquema correspondiente a la fase 1.

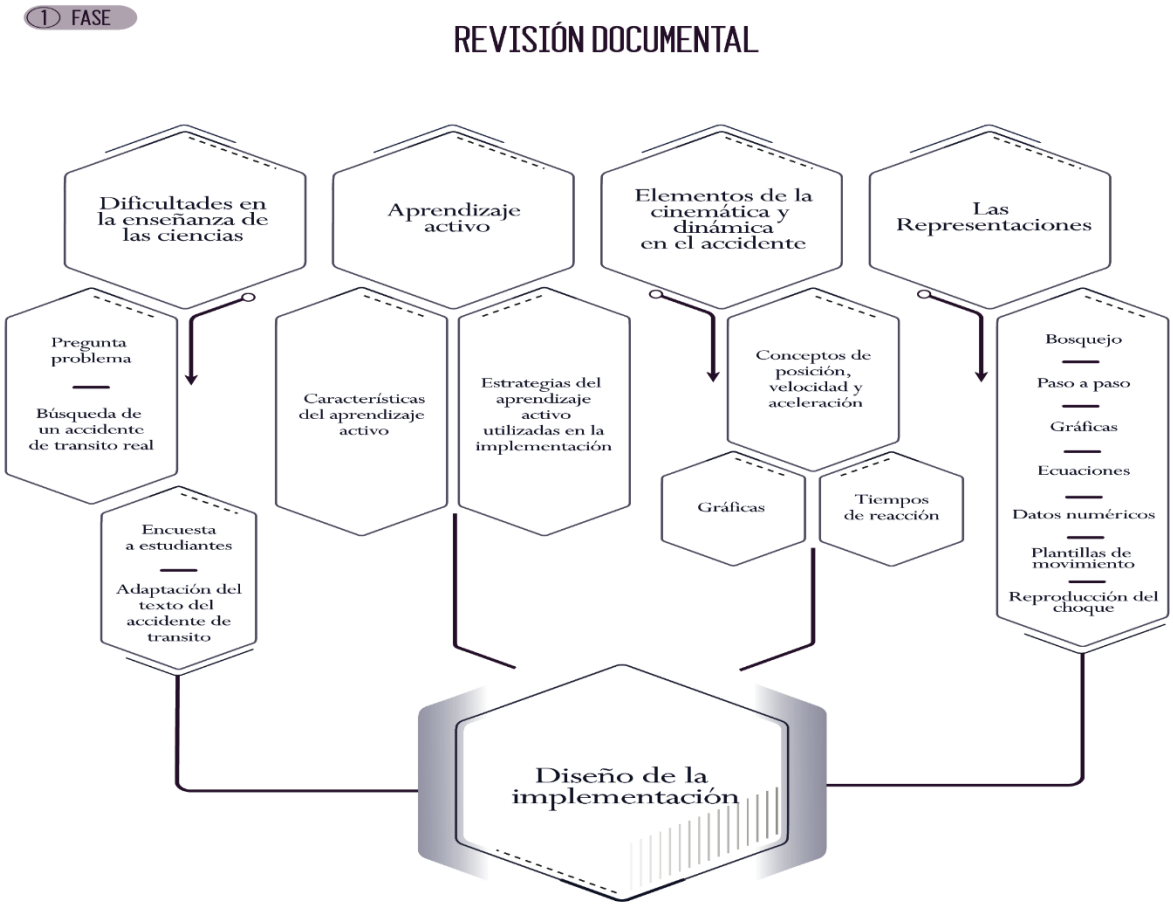


Ilustración 3. Fase 1. Revisión documental. Fuente: Elaboración propia.

En la fase dos se analizó un accidente real entre un carro y una moto y se aplicaron las ecuaciones de la cinemática y de la dinámica para comprender cómo sucedió el accidente, esto se hizo con base en el informe dado por la persona experta de la secretaría de tránsito de Bogotá y en los datos contenidos en el informe. Este trabajo nos permitió dividir el accidente en varios momentos, lo cual fue muy importante para comprender lo sucedido y también para diseñar las diversas representaciones que formaron parte de la implementación. En esta implementación se hace énfasis en lo referido por Elkana (1983) sobre las diversas representaciones que los estudiantes pueden hacer de una misma situación y la comprensión que se logra.

Luego se diseñó la secuencia de actividades teniendo en cuenta el análisis físico realizado al accidente y el aprendizaje activo como estrategia metodológica. Después se hizo la validación, la cual consistió primero en una prueba piloto con tres estudiantes de grado décimo, posteriormente se hizo el ajuste del texto del accidente por parte de la docente de español de los grados décimos, luego con los compañeros de la maestría y el director del trabajo de grado se revisaron las actividades que formaron parte de la secuencia. Por último, la secuencia de actividades fue revisada y aprobada por un físico de la Universidad de los Andes.

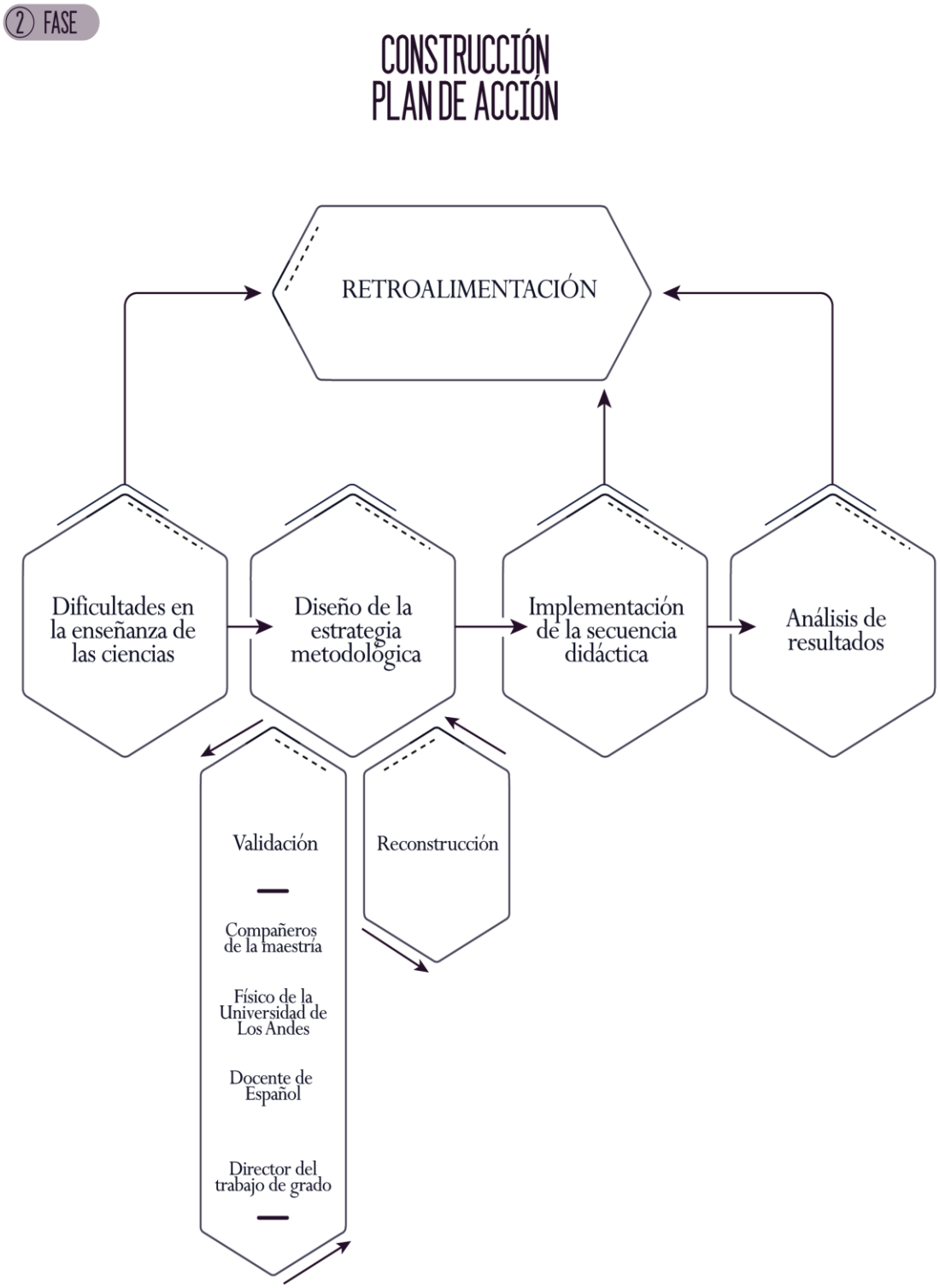


Ilustración 4. Fase 2. Fuente: Elaboración propia.

En la fase tres se hizo la implementación con los estudiantes del curso 2S2 de grado décimo del colegio Distrital Class siguiendo el proceso de planificación, acción, observación y reflexión con cada una de las actividades que formaron parte de la secuencia. Se hicieron los ajustes correspondientes y se escribieron los diarios de campo.

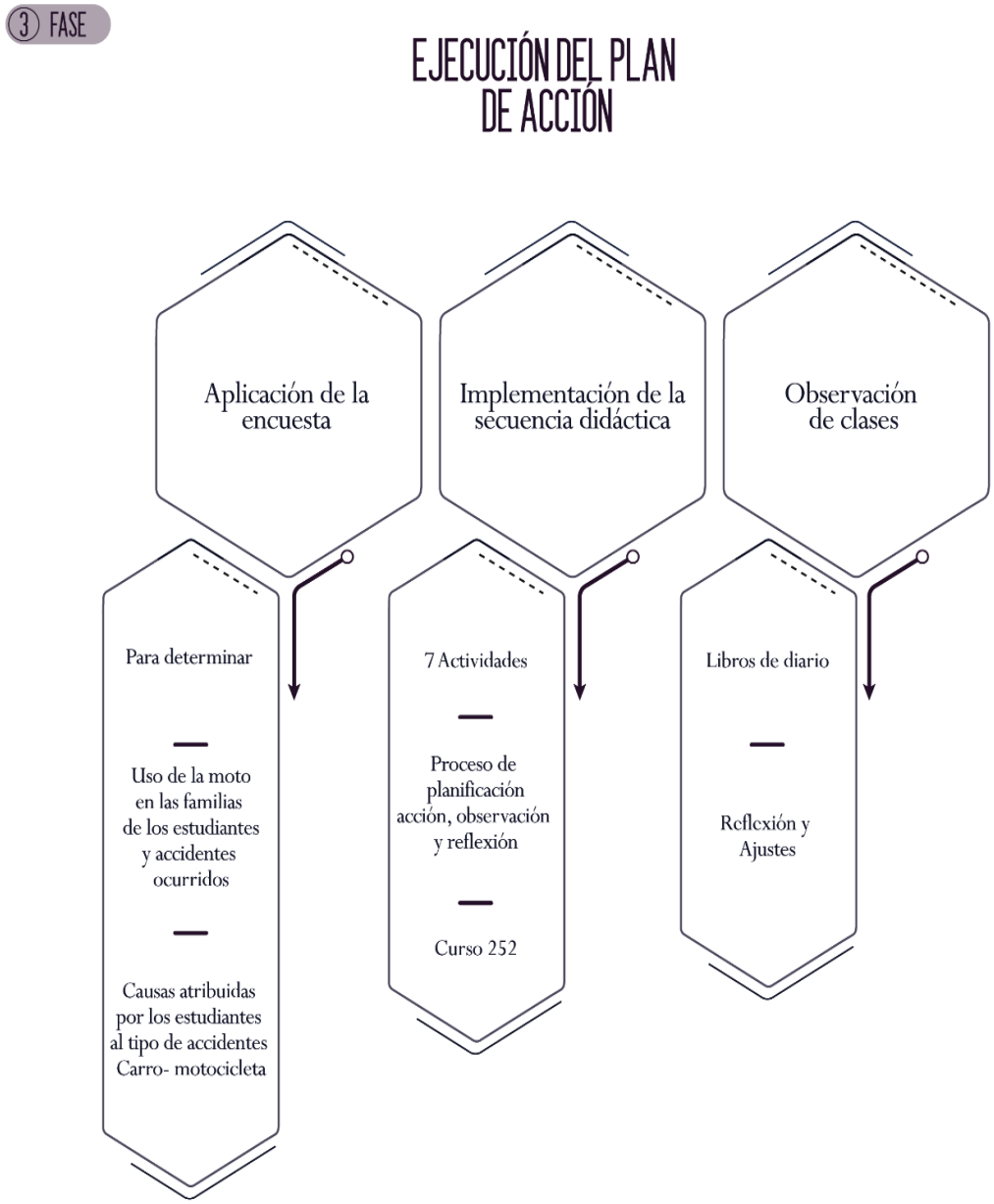
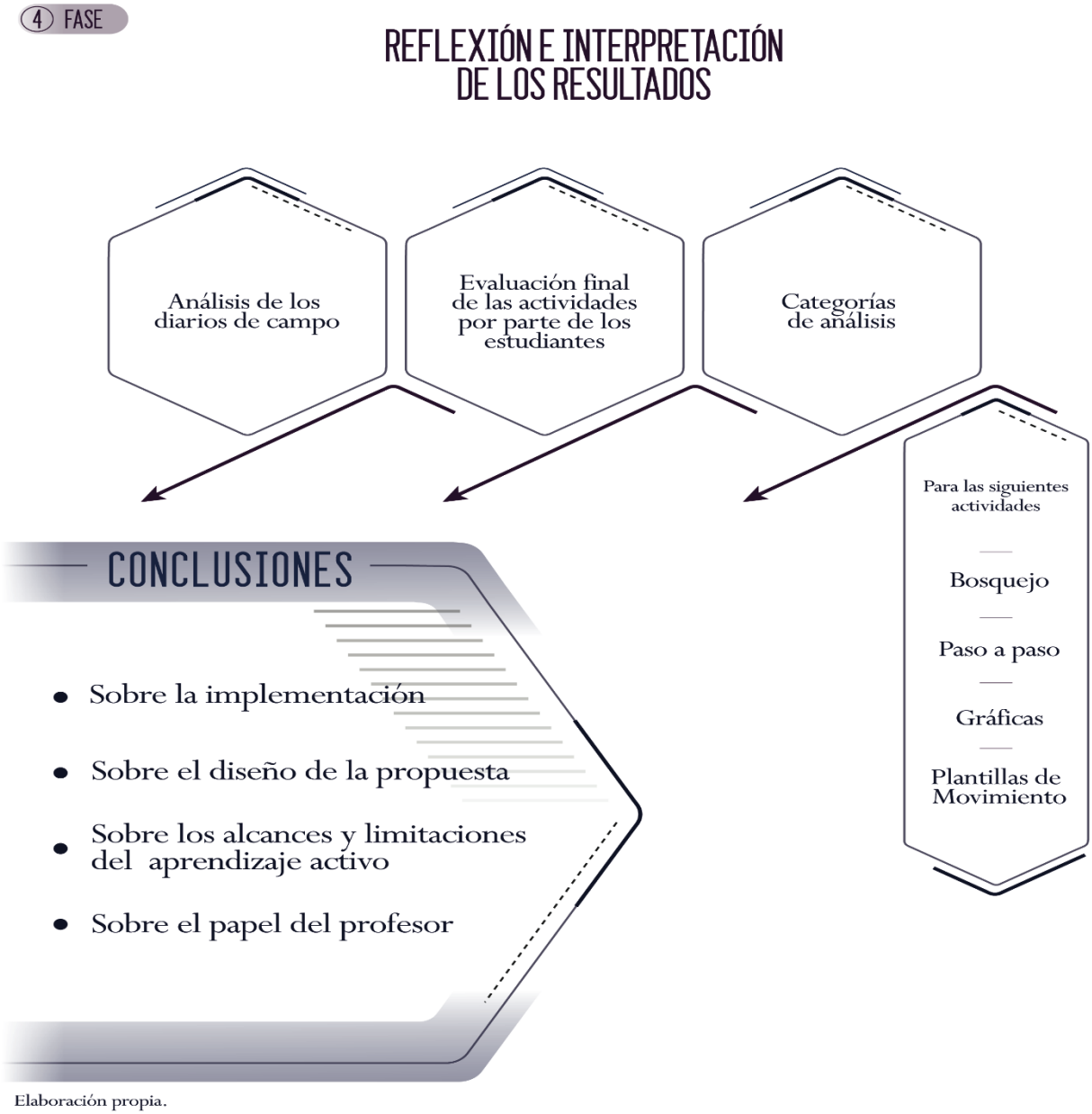


Ilustración 5. Fase 3. Fuente: Elaboración propia.

En la fase cuatro se analizaron las actividades de la secuencia desde las categorías emergentes, la evaluación que hicieron los estudiantes de cada una de las actividades y se escribieron las conclusiones.



Elaboración propia.

Ilustración 6. Fase 4. Elaboración propia.

2.3 Instrumentos de recolección de la investigación

En esta investigación se utilizaron dos instrumentos para recolectar información que fueron:

La entrevista que se aplicó a los estudiantes, la cual buscaba determinar el uso de las motocicletas en sus hogares, también si algún familiar había sufrido un accidente con ellas y mirar cuáles son las causas que ellos piensan originan el tipo de accidentes carro- motocicleta (Ver anexo 1).

El otro instrumento fue el diario de campo, en el cual se escribió el desarrollo de las clases, los hechos relacionados con el tema de la investigación y finalmente las reflexiones sobre lo observado. Al respecto, Martínez (2007) señala que es necesario argumentar desde la teoría y relacionar con lo visto en el desarrollo de la clase para interpretar lo que sucede. (Ver anexo 4).

2.4 Aprendizaje activo.

La metodología de la intervención didáctica a utilizar es el aprendizaje activo, la cual implica una actitud activa y no pasiva por parte de los estudiantes (Bonwell & Eison, 1991).

Las características del Aprendizaje Activo implementadas en este trabajo de investigación son las siguientes:

- En la clase los estudiantes escriben, analizan, argumentan sobre el accidente de tránsito activamente a partir de sus experiencias personales y su conocimiento.
- Los estudiantes interactúan con sus compañeros al analizar las situaciones y llegar a acuerdos, logrando un aprendizaje colaborativo, el cual logra la participación activa del estudiante en el proceso porque surge de interacciones entre ellos (Panitz, 1997).

- Los estudiantes trabajan con las actividades preparadas para lograr un determinado aprendizaje, de manera grupal, interactuando con la docente, quien no les da las respuestas, sino que les indica el camino para llegar a ellas.
- Se promueve el desarrollo de habilidades de los estudiantes.

Las habilidades que se trabajaron en esta implementación son algunas de las propuestas por Facione (2007) para el desarrollo del pensamiento crítico: La interpretación, el análisis, la explicación y la evaluación.

3. Resultados y análisis

3.1 Encuesta a estudiantes sobre las causas de los accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta

Teniendo en cuenta que la enseñanza de la ciencia debe estar relacionada con los contextos de los estudiantes se decidió trabajar los accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta, ya que las variables físicas involucradas en este tipo de accidentes también se presentan en los accidentes con bicicleta y muchos de los estudiantes se transportan en ella, estas variables también cuentan para los peatones, por lo tanto están relacionadas con todos nosotros. Con esta encuesta se buscó hacer una primera aproximación acerca del uso de la motocicleta en sus hogares, accidentes ocurridos con la motocicleta y las causas que los estudiantes atribuyen a este tipo de accidentes.

A continuación encontramos la encuesta y los resultados.

Preguntas Cerradas

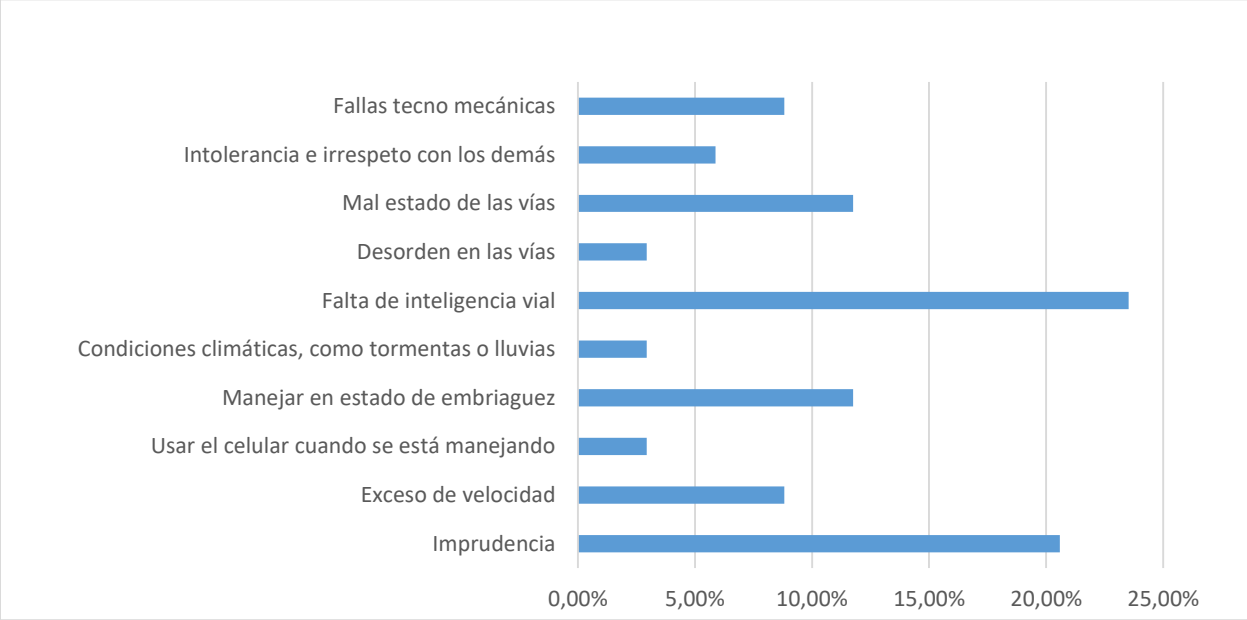
	Opciones de respuesta	
	Si	No
¿En su familia utilizan la moto como medio de transporte?	66,6%	33,3%
¿A usted o a algún miembro de su familia le ha ocurrido un accidente de tránsito tipo automovilístico o que haya involucrado una motocicleta?	30,5%	69,4%

Preguntas Abiertas

	Respuestas más frecuentes	Número de veces mencionada
¿Cuáles cree usted son las causas de los accidentes de tránsito tipo auto-motocicleta?	Imprudencia	20,58%
	Exceso de velocidad	8,82%
	Usar el celular cuando se está manejando	2,94%
	Manejar en estado de embriaguez	11,76%
	Condiciones climáticas, como tormentas o lluvias	2,94%
	Falta de inteligencia vial	23,53%
	Desorden en las vías	2,94%
	Mal estado de las vías	11,76%
	Intolerancia e irrespeto con los demás	5,88%
	Fallas tecno mecánicas	8,82%
¿Cómo cree usted que se puede prevenir este tipo de accidentes?	Trabajar en la inteligencia vial de conductores y peatones	52%
	No manejar baja la influencia de bebidas alcohólicas	16%
	Crear un carril propio para las motocicletas	4%
	Mejorar el estado de las vías	8%

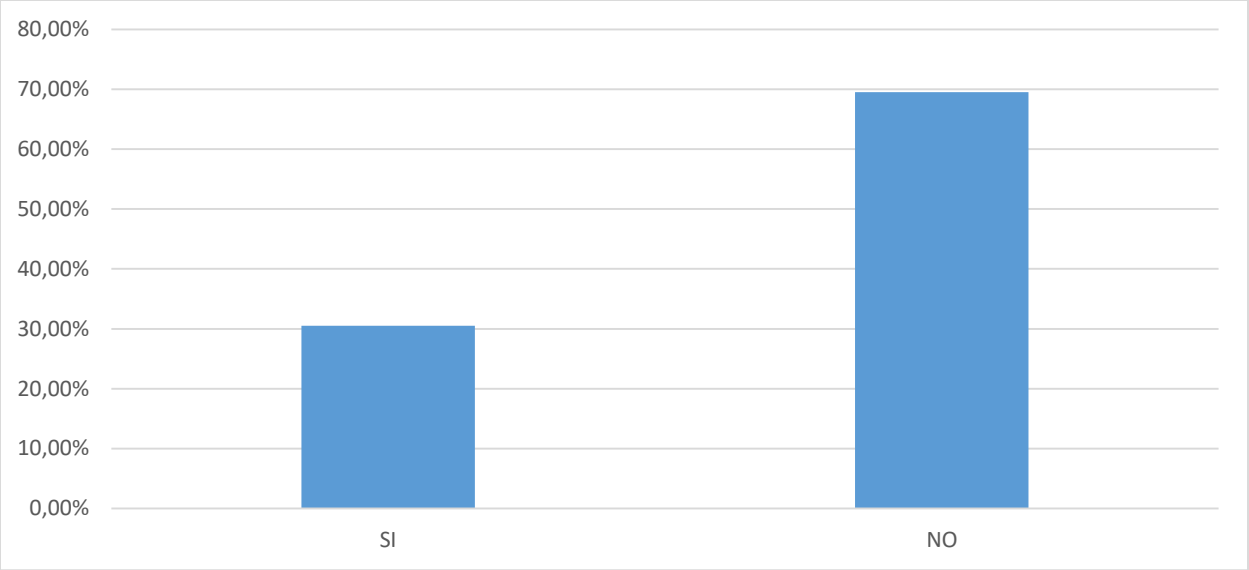
	Respetar los límites de velocidad	8%
	No comprar carro ni moto	4%
	Realizar la revisión tecno mecánica	4%
	No sabe	4%
Total entrevistados		36

Nota: para las respuestas abiertas se permitió a los entrevistados mencionar más de una categoría en ellas.

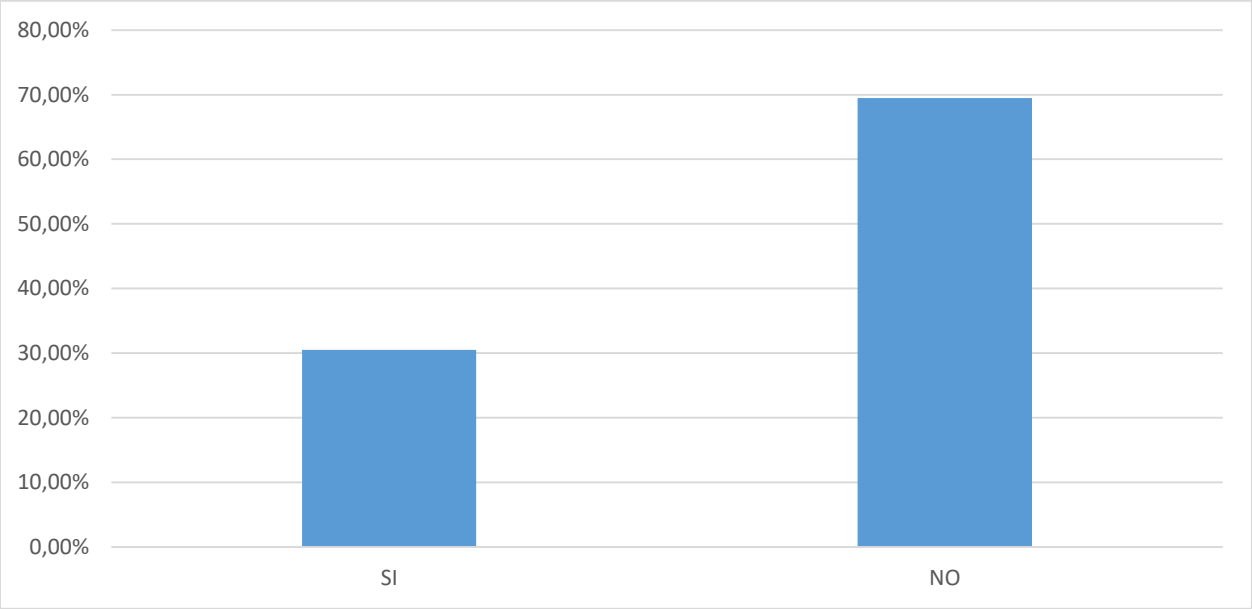


Gráfica 1. ¿Cuáles cree usted que son las causas de los accidentes de tránsito tipo auto- moto?.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 2. ¿En su familia utilizan moto como medio de transporte?. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 3. ¿A usted o a algún miembro de su familia le ha ocurrido un accidente de tránsito tipo automovilístico o que haya involucrado a una motocicleta?. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de esta encuesta nos permitieron ver que un 30% de las familias de los estudiantes si utiliza la moto como medio de transporte y un 30,5% han tenido un accidente con la moto, también observamos las diversas variables que los estudiantes consideran causan este tipo de accidentes.

3.2 Selección del accidente de tránsito tipo automóvil-motocicleta

En la Secretaría de Tránsito de la ciudad de Bogotá aportaron a ésta investigación facilitándome el reporte de 5 accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta. Se escogió este accidente por la cantidad de elementos de la cinemática y la dinámica involucrados y por su linealidad ya que no se presentaron volcamientos, luego se hizo el análisis físico del accidente.

A continuación, se presenta un texto del accidente basado en el informe hecho por la persona experta en análisis de accidentes de tránsito.

3.2.1 Accidente de tránsito tipo automóvil-motocicleta. Se puede establecer que al momento de los hechos un automóvil se desplazaba por la avenida Usme en sentido Norte – Sur y a la altura de la Calle 100 Sur impacta con su zona frontal derecha con una motocicleta que se movilizaba en el mismo sentido.

Luego del impacto la motocicleta se proyecta en la misma dirección en la que se desplazaba el automóvil y deja una huella de arrastre metálico de 24.11 metros y el conductor del carro avanza algunos metros mientras reacciona girando levemente a la derecha y luego frena bloqueando las llantas del vehículo, dejando al final una huella de frenado de 9.2 metros de longitud.

A partir de la longitud de la huella de frenado se establece que el automóvil al momento del accidente, después del impacto tenía una velocidad de 42 km/hora. Después del lugar de impacto el automóvil se desplazó como mínimo 20 metros, tramo en donde se desconoce su maniobra, no se sabe si aceleró, frenó o mantuvo su velocidad constante.

Para la motocicleta se determinó que la longitud de la huella de arrastre brindó la información necesaria para saber que su velocidad después del impacto fue como mínimo de 51

km/hora. El inicio de esta huella se encuentra a 5 metros de la acera oriental de la avenida cuyo ancho mide 12 metros.

En resumen la secuencia del accidente es: el día 07 de Abril de 2011 un automóvil se desplazaba por la avenida Usme hacia el sur a una velocidad mínima de 43 km/hora y a la altura de la Calle 100 Sur este vehículo impacta con una motocicleta que se desplazaba sobre la misma vía en el mismo sentido, después del impacto la motocicleta se proyecta en la misma dirección en la que se desplazaba el automóvil arrastrándose sobre el pavimento sobre su costado izquierdo 24,11 metros, mientras que el automóvil se traslada aproximadamente 25 metros desde el lugar de impacto hasta su detención total dejando al finalizar una huella de frenado de 9.2 metros de larga.

3.3 Análisis físico del accidente

A continuación se expone la manera como se analizó el accidente físicamente:

Primero hallamos las velocidades antes del choque del carro y de la moto utilizando el principio de la conservación de la cantidad de movimiento asumiendo un choque elástico.

Cantidad de movimiento antes = Cantidad de movimiento después

1. $1200Kg \cdot V_{oc} + 120Kg \cdot V_{om} = 1200Kg \cdot (11.6\,m/s) + 120Kg \cdot (14.1\,m/s)$

2. $V_{oc} - V_{om} = 14.1\,m/s - 11.6\,m/s = 2.5\,m/s$

Dividiendo la primera ecuación por 120kg obtenemos:

$$10V_{oc} + V_{om} = 116\,m/s + 14.1\,m/s$$

$$10V_{oc} + V_{om} = 130.1\,m/s \;\; \rightarrow Ecuacion\ 3$$

Sumando las ecuaciones dos y tres obtenemos:

$$\begin{array}{r} V_{oc} - V_{om} = 2.5 m/s \\ \underline{10V_{oc} + V_{om} = 130.1 m/s} \\ 11V_{oc} = 132.6 m/s \end{array}$$

$$V_{oc} = 12.05\,m/s = Velocidad\ del\ carro\ antes\ del\ choque$$

Para hallar la velocidad de la moto antes del choque tenemos:

$$V_{om} = V_{oc} - 2.5\,m/s$$

$$V_{om} = 12.05\,m/s - 2.5\,m/s$$

$$V_{om} = 9.55\,m/s = Velocidad\ de\ la\ moto\ antes\ del\ choque$$

Luego hallamos el tiempo de caída de la moto asumiendo una caída libre, con este tiempo hallamos la distancia recorrida por la moto al caer.

Se asume caída libre de la moto:

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot (0.55m)}{9.8\, m/s^2}} = \sqrt{0.112 s^2} = 0.33s \quad \rightarrow \quad tiempo\ de\ caida\ de\ la\ moto$$

Para hallar la distancia recorrida por la moto al caer aplicamos la siguiente ecuación:

$$d = v_m \cdot t$$

$$d = 14.1\, m/s \cdot 0.33s$$

$$d = 4.65m$$

Para hallar los tiempos de arrastre de la moto y de frenado del carro utilizamos las ecuaciones de la cinemática y la dinámica.

Después del choque

- Moto.

$$a_m = -\mu_c \cdot g$$

$$a_m = -0.43 \cdot 9.8\, m/s^2$$

$$a_m = -4.21\, m/s^2$$

$$v_f = v_{om} + a \cdot t$$

$$t = -\frac{v_{om}}{a}$$

$$t = -\frac{14.1\,m/s}{(-0.43)\cdot(9.8\,m/s^2)} = 3.35s \;\rightarrow\; Tiempo\ de\ arrastre\ de\ la\ moto.$$

- Carro.

$$a_c = -U_c \cdot g$$

$$a_c = -0.75 \cdot 9.8\,m/s^2$$

$$a_c = -7.35\,m/s^2$$

Para hallar el tiempo de frenado tenemos:

$$t = -\frac{v_c}{a}$$

$$t = -\frac{11.6\,m/s}{(-7.35\,m/s^2)} = 1.50s \;\rightarrow\; Tiempo\ de\ frenado\ del\ carro.$$

Tiempo de reacción del conductor

$$x = v \cdot t$$

$$\frac{x}{v} = t = \frac{24.5\,m}{11.6\ m/s} = 2.11s = tiempo\ de\ reaccion\ del\ conductor$$

Tiempo total de la moto

$$t = 0.33s + 3.35s = 3.68s$$

Distancia total de la moto

$$X_{Total} = 5m + 24.11m = 29.11m$$

Tiempo total del carro

$$t = 2.11s + 1.50s = 3.61s$$

Distancia total del carro

$$X_{Total} = 24.5m + 9.2m = 33.7m$$

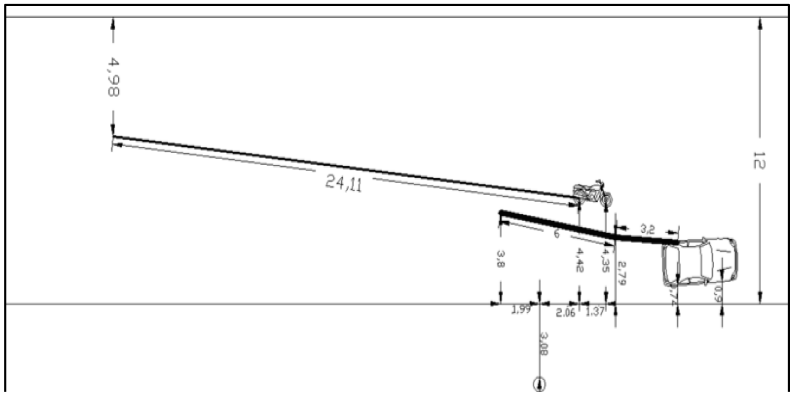
Con estos valores de tiempos y distancias se diseñaron las representaciones propuestas a los estudiantes que fueron las siguientes:

Bosquejos, ecuaciones, paso a paso, gráficas, tiempos de reacción, plantillas de movimiento y reproducción del choque. A continuación describo la plantilla de movimiento que es una de las representaciones trabajadas con los estudiantes.

La plantilla de movimiento fue pensada para el trabajo con los vectores, tiene tres hechos especiales durante el accidente: el choque de los dos móviles, el inicio de la huella de arrastre de la moto y el inicio de la huella de frenado del carro que se muestran en el dibujo de la parte superior de la plantilla. Alrededor de estos tres hechos los estudiantes debían ubicar las posiciones del carro y de la motocicleta en cada uno de los momentos presentados en la columna de la tabla, por ejemplo debían ubicar el carro y la moto momentos antes del choque, como ellos pensaban la situación en ese momento, algunos grupos dibujaron el carro detrás de la moto porque argumentaban que la moto iba adelante y freno en seco y el carro la golpeó. Este ejercicio luego nos permitió trazar los vectores posición.

A continuación se encuentra la plantilla de movimiento.

Plantilla de movimiento



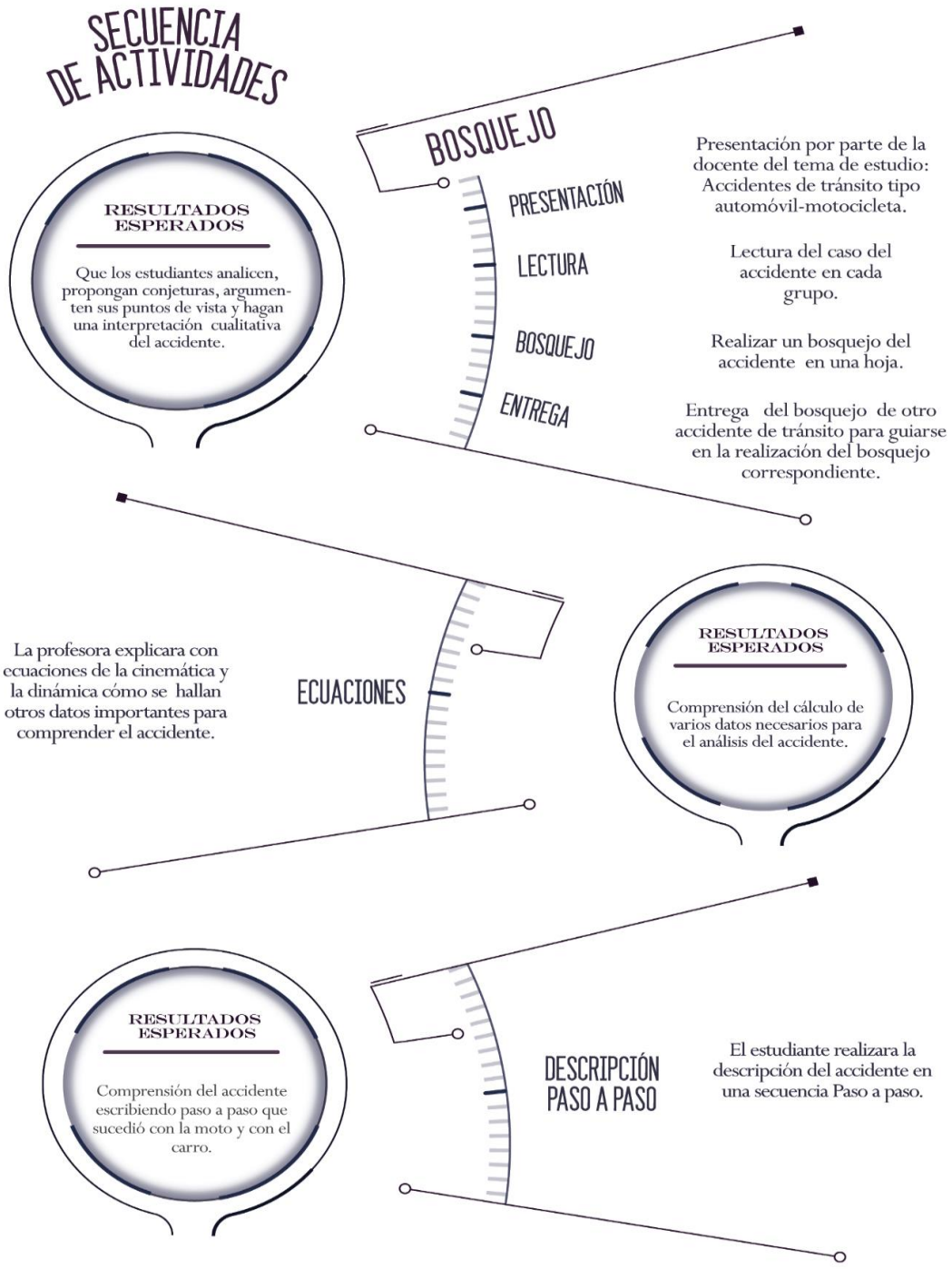
		Choque	Inicio huella de la moto			Inicio huella del carro	
Instantes antes							
Justo antes							
En el choque							
Justo después							
Mientras cae la moto							
Mientras se arrastra la moto y reacciona el carro							
Mientras se arrastra la moto y frena el carro							
Cuando el auto se detiene							
Ambos se detienen							

Ilustración 7. Plantilla de movimiento. Fuente: Elaboración propia.

En cada uno de los momentos también debían ubicar encima de cada móvil los vectores velocidad y aceleración con magnitud y dirección según como estaban comprendiendo el accidente.

3.4 Secuencia de actividades

Con el análisis físico del accidente se pudo determinar el tiempo de caída de la moto, la distancia que recorrió al caer, el tiempo de reacción del conductor del automóvil, la distancia que recorrió mientras reaccionó y el tiempo de frenado del carro, lo cual llevó a una mejor comprensión del accidente. Con la fundamentación del Aprendizaje Activo y con el análisis físico del accidente se determinaron las representaciones a implementar con los estudiantes. Los objetivos que se querían lograr era que escribieran, argumentaran, se implementara el trabajo colaborativo, graficaran las variables posición, velocidad y aceleración en función del tiempo y trazaran y comprendieran la variación de los vectores tanto en su magnitud como en su dirección, dependiendo de las circunstancias.


SECUENCIA DE ACTIVIDADES
RESULTADOS ESPERADOS
Que los estudiantes analicen, propongan conjeturas, argumenten sus puntos de vista y hagan una interpretación cualitativa del accidente.
BOSQUEJO
PRESENTACIÓN
LECTURA
BOSQUEJO
ENTREGA
Presentación por parte de la docente del tema de estudio: Accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta.
Lectura del caso del accidente en cada grupo.
Realizar un bosquejo del accidente en una hoja.
Entrega del bosquejo de otro accidente de tránsito para guiarse en la realización del bosquejo correspondiente.
La profesora explicara con ecuaciones de la cinemática y la dinámica cómo se hallan otros datos importantes para comprender el accidente.
ECUACIONES
RESULTADOS ESPERADOS
Comprensión del cálculo de varios datos necesarios para el análisis del accidente.
RESULTADOS ESPERADOS
Comprensión del accidente escribiendo paso a paso que sucedió con la moto y con el carro.
DESCRIPCIÓN PASO A PASO
El estudiante realizara la descripción del accidente en una secuencia Paso a paso.

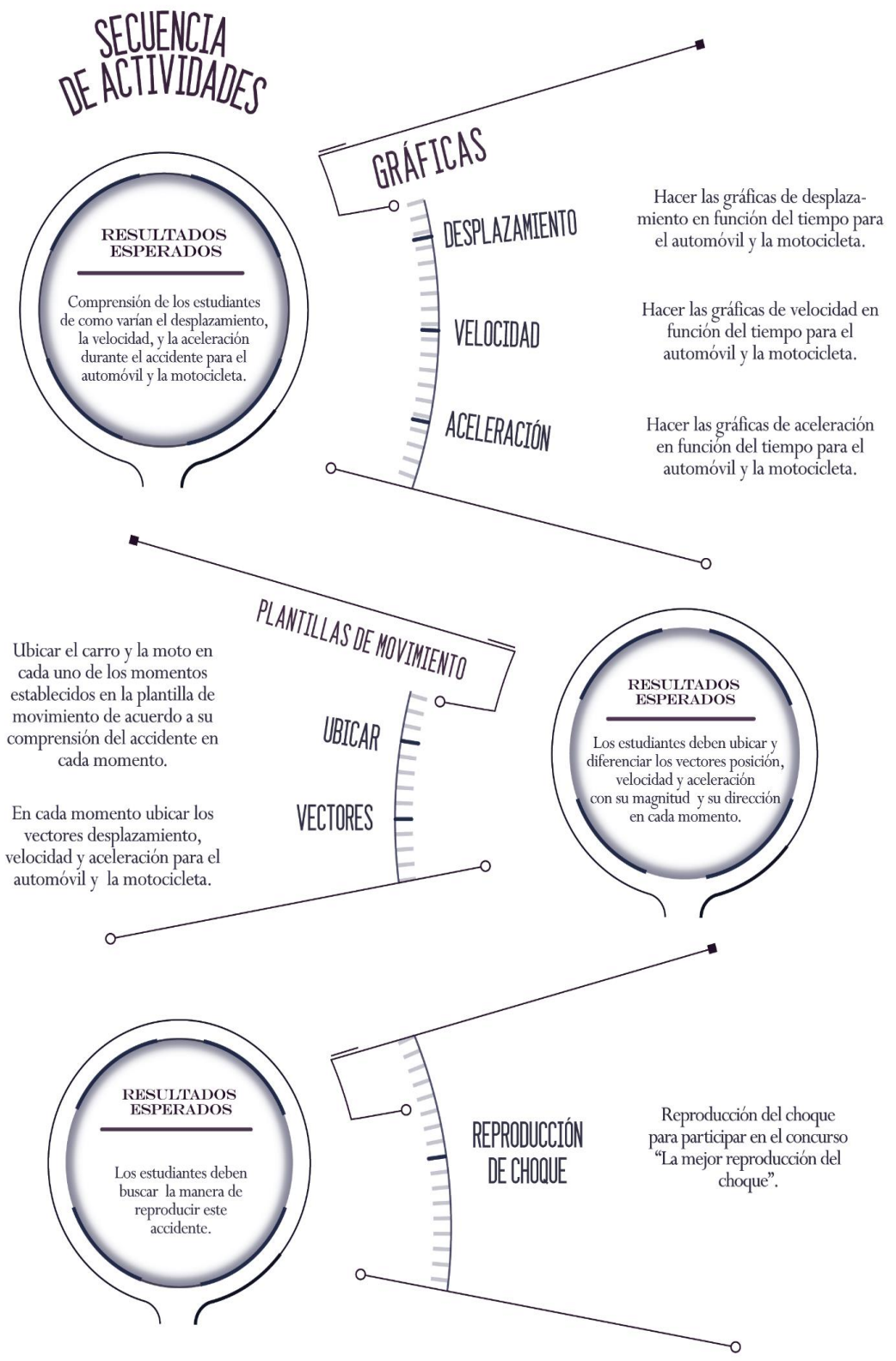


Ilustración 8. Secuencia de actividades. Fuente: Elaboración propia.

3.5 Categorías de análisis

Al revisar las actividades se observaron aspectos importantes, desde los cuales ellas se podían analizar, estos aspectos son las categorías emergentes. La sistematización de la primera actividad que correspondió a hacer los bosquejos del accidente se analizó desde las siguientes categorías emergentes:

- Localización espacial.
- Distancias y proporcionalidad.
- Elementos adicionales descritos en el texto.
- Aspectos adicionales no descritos en el texto.
- Dibujos del carro y de la moto.

La segunda actividad de la implementación fue la explicación por parte de la docente de las ecuaciones de la cinemática y de la dinámica que nos permitían sacar los tiempos y las distancias para el carro y para la moto y de esta manera poder describir todo lo sucedido. En esta actividad los estudiantes solamente escucharon, preguntaron y tomaron apuntes.

La tercera actividad fue el paso a paso del accidente hecho por los estudiantes, el cual buscaba una mejor comprensión al escribir paso a paso lo sucedido con el carro y con la moto incluido lo analizado con las ecuaciones. Esta actividad fue analizada desde las siguientes categorías emergentes:

- Escriben paso a paso o en prosa.
- Incluyen percepciones o razones no dadas en el texto.
- Identifican que la moto y el carro recorren una distancia sin dejar huella.
- Indican los diversos tiempos.
- El orden de los eventos es cronológico.

- Indican distancias
- Indican velocidades.
- Indican aceleraciones.

La cuarta actividad fue hacer las gráficas de posición en función del tiempo, velocidad en función del tiempo y aceleración en función del tiempo para el carro y para la moto, esta actividad se analizó desde las siguientes categorías:

- Hay proporcionalidad en cada eje.
- Utilizan convenciones y las indican para el carro y para la moto en cada gráfica.
- La gráfica X (t) representa lo sucedido.
- La gráfica V (t) representa lo sucedido.
- La gráfica a (t) representa lo sucedido.

La quinta actividad correspondió a realizar la plantilla de movimiento, las categorías emergentes de análisis fueron las siguientes:

- Los vectores posición varían al transcurrir el tiempo.
- Dibujan vectores posición positivos.
- Dibujan vectores posición negativos.
- Las posiciones del carro y de la moto guardan coherencia con lo sucedido.
- Los vectores velocidad varían de acuerdo a lo sucedido.
- Los vectores aceleración representan lo sucedido.

3.6 Análisis de los resultados de la implementación

3.6.1 Análisis de los bosquejos. Al realizar el análisis de los bosquejos surgieron las siguientes categorías: Localización espacial, distancias y proporcionalidad, elementos adicionales descritos en el texto, aspectos adicionales no descritos en el texto, dibujos del carro y de la moto. Los resultados obtenidos son los siguientes:

En la categoría "Localización Espacial" observe que los grupos 3, 4 y 5 dibujaron el carro y la moto en los tres momentos, los grupos 1, 2,7 y 8 en dos momentos, el grupo 10 ubico el carro en tres momentos y la moto en dos, él grupo 9 solamente ubico el carro una vez y el grupo 6 el carro una vez y la moto dos. Los grupos 2, 3 y 5 intentaron dar una explicación de que paso antes del impacto, cual fue la causa de él. (Ver adjuntos G2, Im1 y G5, Im2) [1]. Los grupos 1, 8, 9 representaron las huellas de frenado con una línea, los grupos 3, 6 y 7 las representaron con dos líneas paralelas, él grupo 4 con varias líneas, el grupo 2 con huellas anchas reteñidas, él grupo 5 con dos líneas paralelas para la moto y varias líneas para el carro y el grupo 10 con dos líneas paralelas para el carro y una línea para la moto. Los grupos 1, 3, 4,7 y 8 dibujaron la huella de arrastre de la moto hacia la izquierda, (ver adjunto G3, Im3) los grupos 5 y 10 la dibujaron hacia el frente, (ver adjunto G5, Im4) y el grupo 2 hacia la derecha, (ver adjunto G2, Im5). Cuando le pregunte al grupo 2 por qué hacia la derecha explicaron porque el carro le pego con la parte lateral derecha a la moto.

Análisis: Los grupos dibujaron los móviles en diferentes momentos, algunos grupos intentaron dar una explicación de la causa del accidente y otros no, las formas de representar las líneas de frenado fueron diversas. La huella de arrastre de la moto algunos grupos la dibujaron

[1] La nomenclatura que se utilizó para describir cada una de esas imágenes es la siguiente: La letra "G" corresponde a la inicial de la palabra Grupo y va acompañada del número correspondiente al grupo (G2: Grupo 2); las letras "Im" son las iniciales de la palabra Imagen y van acompañadas del número que corresponde a la imagen (Im1: Imagen 1).

hacia el frente, otros hacia la izquierda y un grupo hacia la derecha, al preguntarle a este grupo la razón ellos explican que si el carro le pego a la moto con la parte derecha delantera ella debería ir hacia ese lado, pensando que la moto estaba al lado del carro en el momento del impacto. Aquí podemos ver las diversas representaciones de los estudiantes que nos indican como cada grupo está comprendiendo el accidente. En la imagen G5, Im2 observo que el grupo afirma que el carro y la moto van a la misma velocidad, este hecho puede ser porque los estudiantes piensan que el hecho de que los móviles vayan en el mismo sitio implica tener la misma velocidad. A continuación presentó los adjuntos:

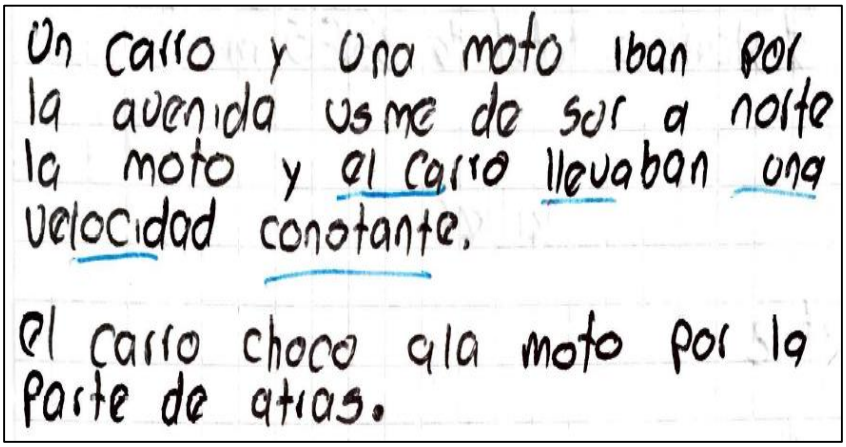


Ilustración 9. Actividad del G2, Im1. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

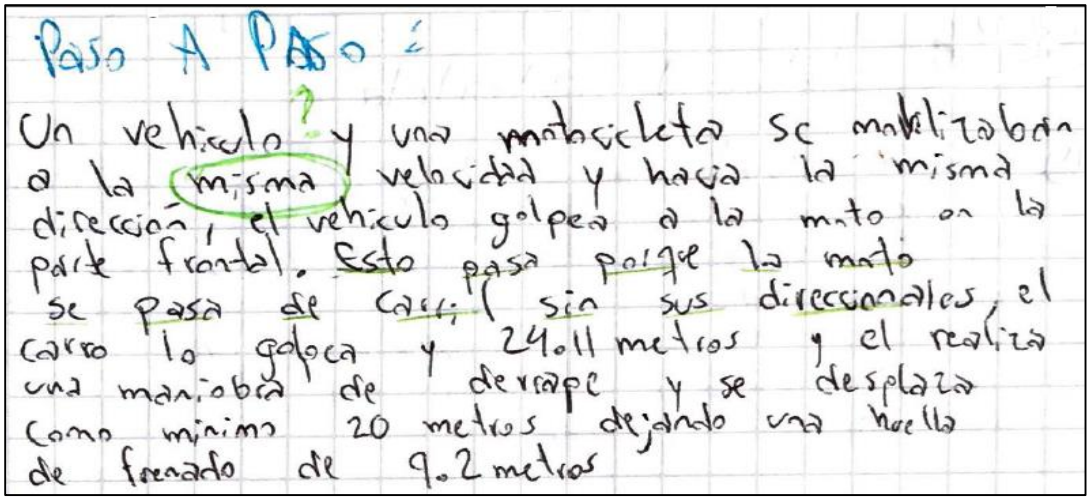


Ilustración 10. Actividad del G5, Im2. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

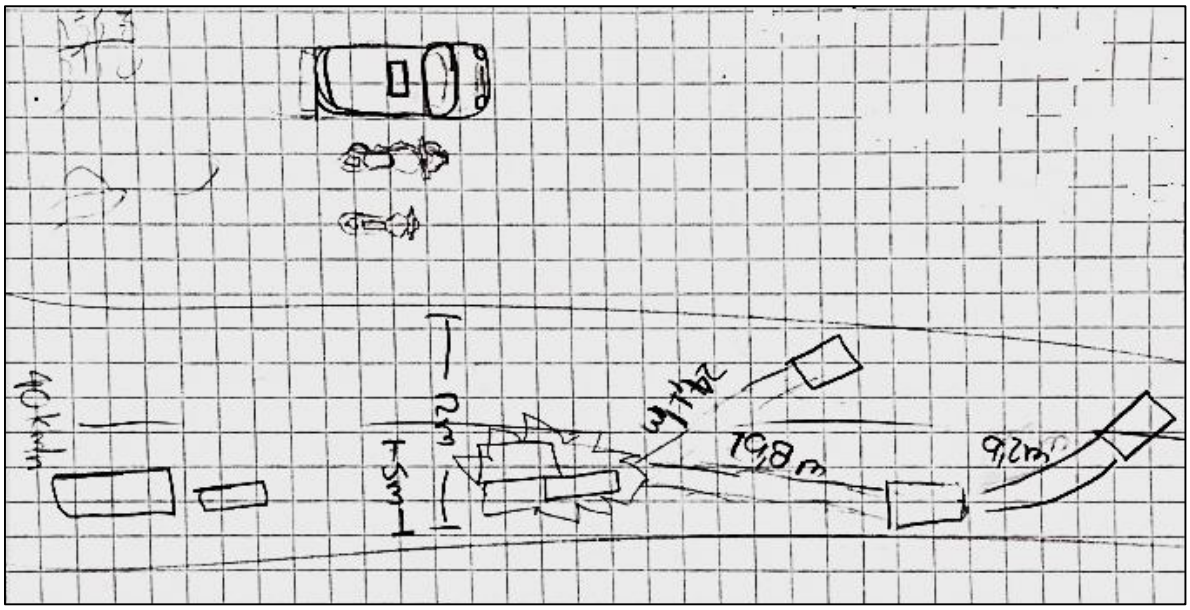


Ilustración 11. Actividad del G3, Im3. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

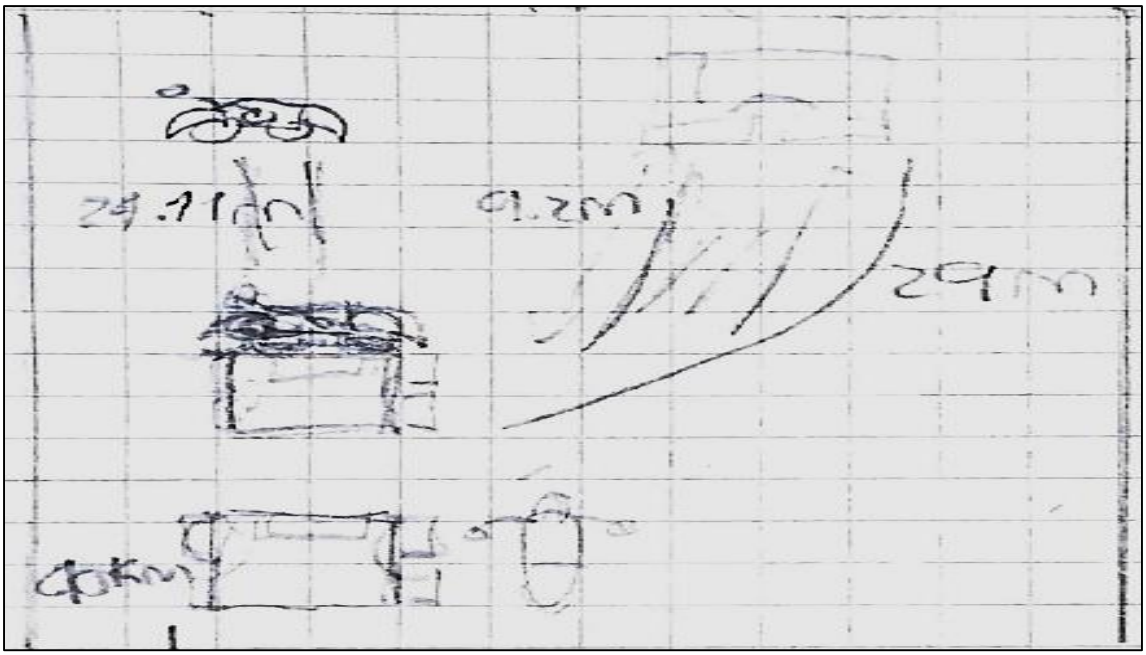


Ilustración 12. Actividad del G5, Im4. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

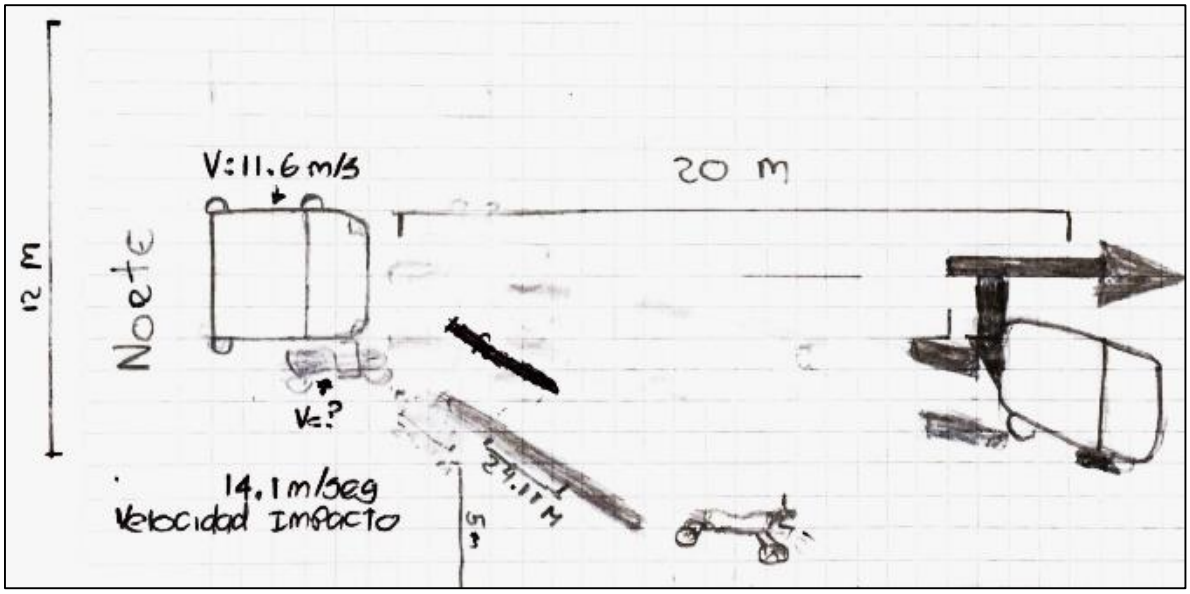


Ilustración 13. Actividad del G2, Im5. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

En la categoría distancias y proporcionalidad observe que los grupos 1,4, 5, 7, 8 y 10 dibujaron la huella de arrastre de la moto, la distancia de reacción del carro y la distancia de frenado del carro. Los grupos 2 y 3 dibujaron la huella de arrastre de la moto y de reacción del carro. Los grupos 2,3, 4, 6 y 10 dibujaron la medida de la calzada y los 5m de la acera al lugar del impacto. Los grupos 4 y 10 dibujaron todas las distancias dadas en el texto. (Ver adjuntos G4, Im6 y G10, Im7).

Los grupos 1,2 y 3 dibujaron la huella de la moto no proporcional con las otras medidas. En los bosquejos de los grupos 5, 6,7 y 8 no hay proporcionalidad en las medidas. Él grupo 10 si dibujo las medidas proporcionales.

Análisis: Los grupos dibujan diversas distancias, solamente dos grupos dibujaron todas las distancias dadas en el texto. El 60% de los grupos dibujaron proporcionalmente la mayoría de las medidas.

El hecho de escribir todas las medidas que fueron importantes en el accidente les permite una mayor comprensión de lo sucedido. En ese sentido Tamayo afirma: “que es el proceso de representaciones externas el que hace posible comprender y ganar claridad acerca de la representación mental interna” (p. 42). Al hacer los bosquejos los estudiantes lograron una mejor comprensión de lo sucedido.

Al igual que el grupo 10 otros grupos dibujaron la huella de frenado del carro de 9,2 m antes de la distancia de reacción del carro de 20 m, este hecho fue importante porque permitió reflexionar con ellos que la distancia de reacción del conductor estaba antes y luego si la huella de frenado que se marca al accionar los frenos. Se reflexionó sobre que la distancia de reacción depende del tiempo de reacción y al aumentar las consecuencias del accidente puede ser más grave. A continuación presento los adjuntos:

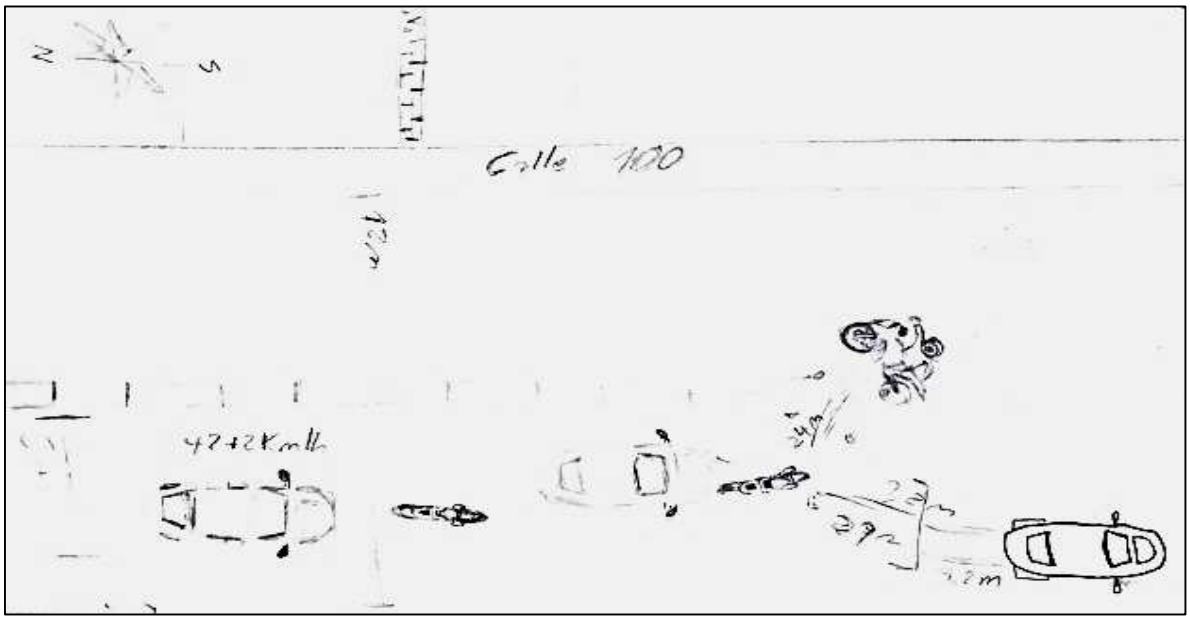


Ilustración 14. Actividad del G4, Im6. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

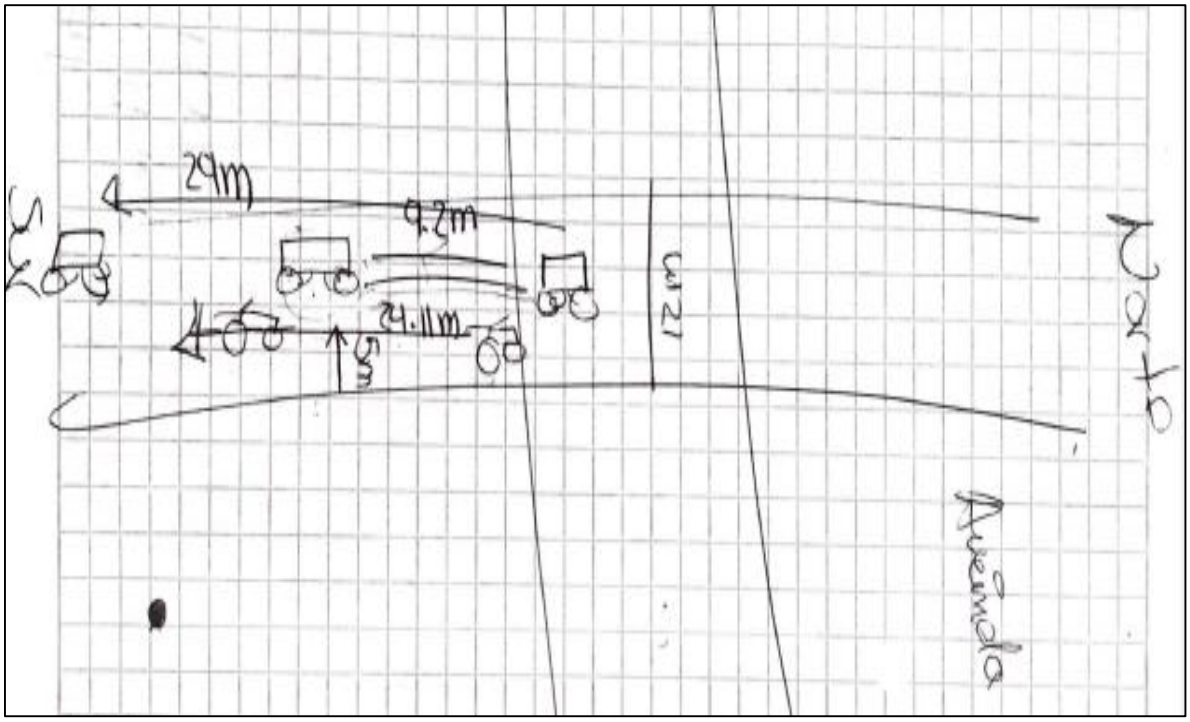


Ilustración 15. Actividad del G10, Im7. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

En la categoría Elementos adicionales descritos en el texto observe que los grupos 1, 2, 3, 4, ubican la dirección Norte-Sur y el tamaño de la calzada. Los grupos 1, 2 y 8 escriben las velocidades de los móviles después del impacto.

En la categoría Aspectos adicionales no descritos en el texto observe que los grupos 1, 2,3 y 4 dibujaron una línea de separación de carriles en la avenida Usme. Ubican la moto en su posición final en el otro carril. Los integrantes del grupo 9 dibujan la avenida Usme curva ya que la buscaron por internet y ubican varias calles y carreras.

En la categoría dibujos del carro y de la moto observe que los grupos 1, 3,5, 7,8 y 10 dibujaron un esquema del accidente, los grupos 6 y 9 un dibujo simple, los grupos 2 y 4 hicieron un dibujo realista.

Análisis: Vemos en los bosquejos las diversas observaciones que hacen los grupos, también se presentó en esta parte un grupo que no entendía cómo pudo suceder el accidente y para entender primero buscaron la avenida Usme en internet y luego si dibujaron su bosquejo

(Ver adjunto G9, Im8). En general en esta actividad se pudo evidenciar que cada grupo se concentró en diversas variables del accidente y se dedicó a resolver sus inquietudes. Se observan diversas representaciones, las cuales responden a su comprensión de como ocurrió el accidente, siempre recurriendo a sus experiencias vividas en las vías. A continuación presento el adjunto:

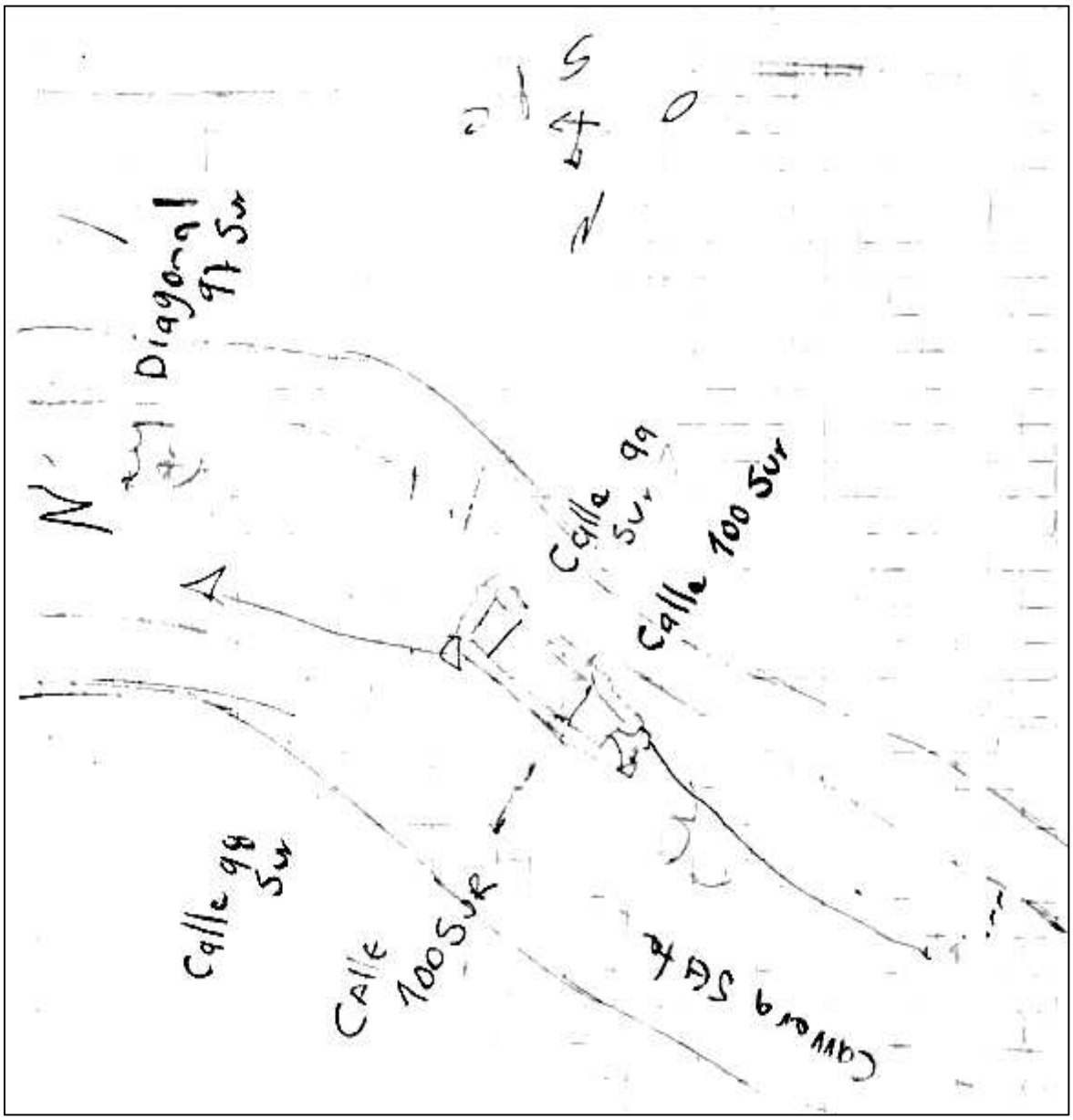


Ilustración 16. Actividad del G9, Im8. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

3.6.2 Análisis de los paso a paso. Con el análisis del paso a paso se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la categoría escriben paso a paso o en prosa: Los grupos 1, 2, 5,6 y 7 escribieron lo sucedido con el carro y la moto en prosa. Los grupos 3, 4, 8, 9 y 10 escribieron paso a paso.

Para la categoría Incluyen percepciones o razones no dadas en el texto: Los grupos 1, 3, 8, 9 y 10 no escriben razones no dadas en el texto. Los demás grupos si dan alguna explicación sobre la causa del accidente no escrita en el informe de la persona experta. (Ver adjunto G4 Im9). Entre las razones afirman que el accidente sucedió porque la moto intentó adelantar al carro, otra es que se pasa de carril sin sus direccionales.

Para la categoría identifican que la moto y el carro recorren una distancia sin dejar huella: Los grupos 1 y 2 si identifican para el carro y para la moto una distancia recorrida antes de dejar la huella de arrastre o de frenado (ver adjunto G2, Im10 y G2, Im11), los grupos 3, 4 y 9 no identifican estas distancias para ningún móvil. Los grupos 5, 6, 7,8 y 10 solo evidencian esta distancia para el carro.

Para la categoría Indican los diversos tiempos: Los grupos 2,3 y 10 indican los cuatro tiempos: caída de la moto, arrastre de la moto, reaccionó del carro y frenado del carro (ver adjunto G3, Im12). El grupo 4 indica tres tiempos, los grupos 5 y 9 dos tiempos, el grupo 8 un tiempo.

Para la categoría el orden de los eventos es cronológico: los resultados son: Los grupos 1, 3, 4, 5, 6,7 y 9 si escriben los eventos cronológicamente, los grupos 8 y 10 no.

Para la categoría indican distancias: El grupo 2 indica las distancias de caída de la moto, de arrastre de la moto, de reacción y de frenado del carro, la distancia de 4,65 que avanza el carro mientras la moto cae (ver adjunto G2, Im10 y G2, Im11). El grupo 3 la distancia de

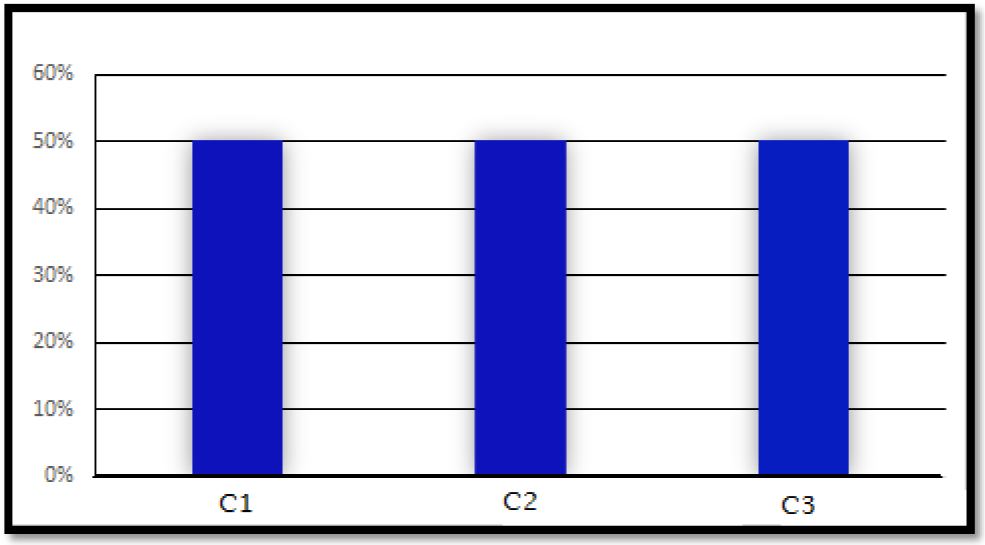
arrastre de la moto y frenado del carro, el grupo 4 de arrastre de la moto, los grupos 5,6 y 7 indicaron las distancias de reacción y frenado del carro y arrastre del a moto. Él grupo 8 de reacción y frenado del carro y la distancia de la calzada al lugar de impacto. El grupo 9 el arrastre de la moto, el frenado del carro y distancia de la calzada al lugar de impacto. El 10 reacción y frenado del carro y arrastre de la moto.

Para la categoría indican velocidades: Los grupos 2, 3,5 y 6 no indican velocidades. Los grupos 4, 7 y 9 indican la velocidad del carro antes del choque. El grupo 8 indica la velocidad del carro después del choque y el grupo 10 la velocidad del carro antes y después del choque.

Para la categoría indican aceleraciones: El grupo 4 indico la aceleración de la moto, el grupo 5 escribió las aceleraciones de la moto y del carro, los demás grupos no mencionaron las aceleraciones.

Análisis: El 50% de los grupos escribió en prosa y el otro 50% en paso a paso. El 50% incluyó razones no dadas en el texto y el otro 50% no. Estas explicaciones son importantes porque nos permiten ver cómo están comprendiendo el accidente. El hecho de que algunos grupos evidenciaran las distancias recorridas por el carro y la moto antes de comenzar las huellas de arrastre sirvió para hacerlos reflexionar en cuanto a que el conductor del carro después del impacto y antes de frenar tuvo un tiempo de reacción desplazándose una cierta distancia que la llamamos distancia de reacción del carro de 20 metros y luego si freno, este hecho nos permitió reflexionar sobre la importancia de los tiempos de reacción de los conductores en los accidentes, comprendieron que los tiempos de reacción son distintos, cuando aumenta la reacción, aumenta la distancia y las consecuencias del accidente pueden ser mayores.

CATEGORÍA		PORCENTAJE (%)
C1	Escriben en prosa.	50
C2	Escriben en paso a paso.	50
C3	Incluyen razones no dadas en el texto.	50



A continuación se presentan los adjuntos:

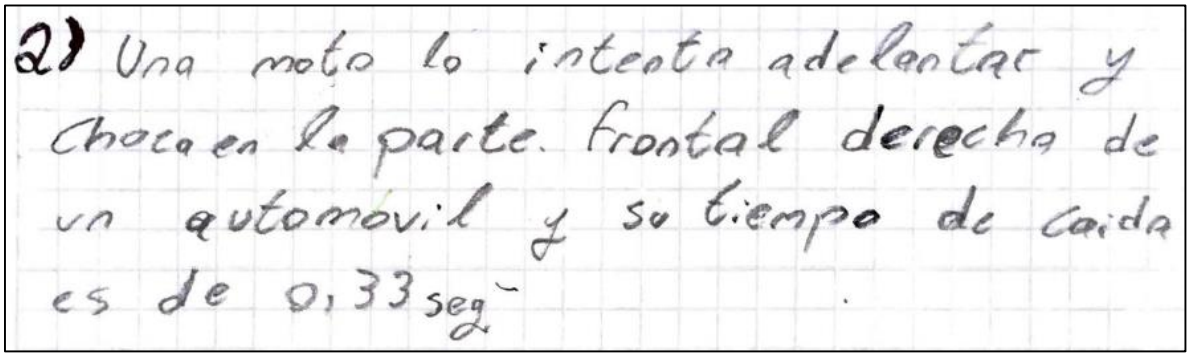


Ilustración 17. Actividad del G4, Im9. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

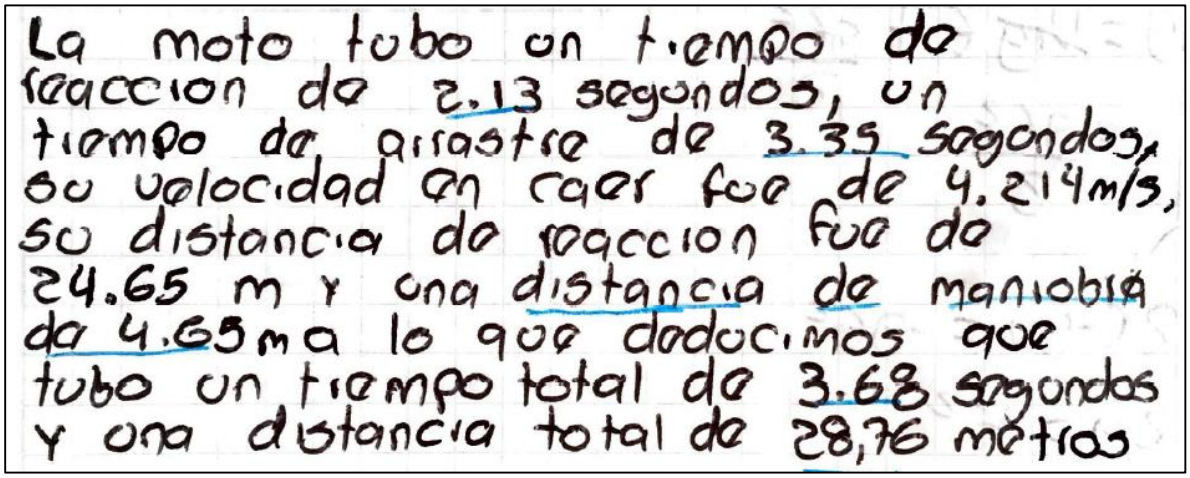


Ilustración 18. Actividad del G2, Im10. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

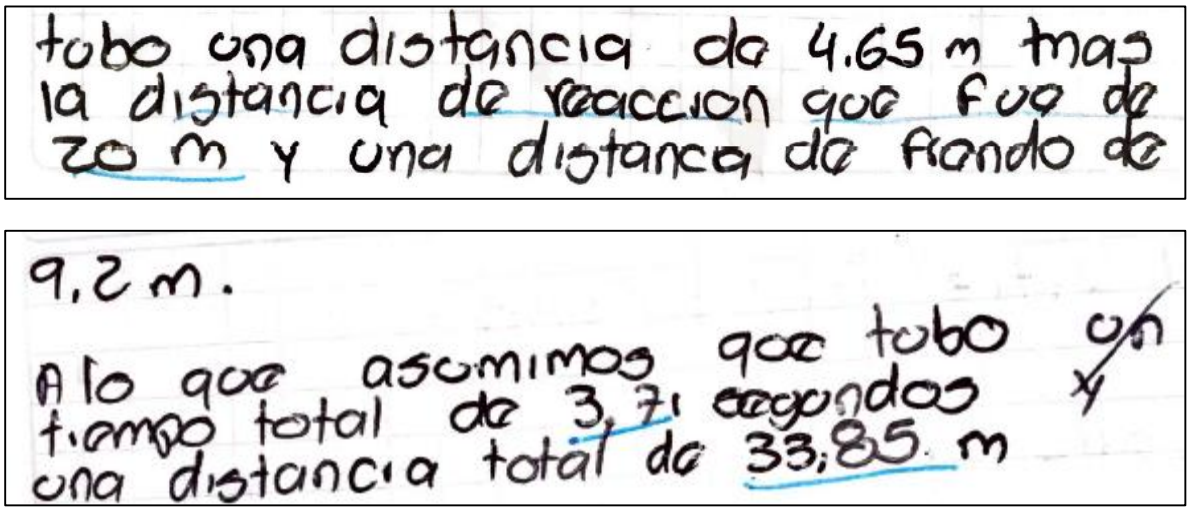


Ilustración 19. Actividad del G2, Im11. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

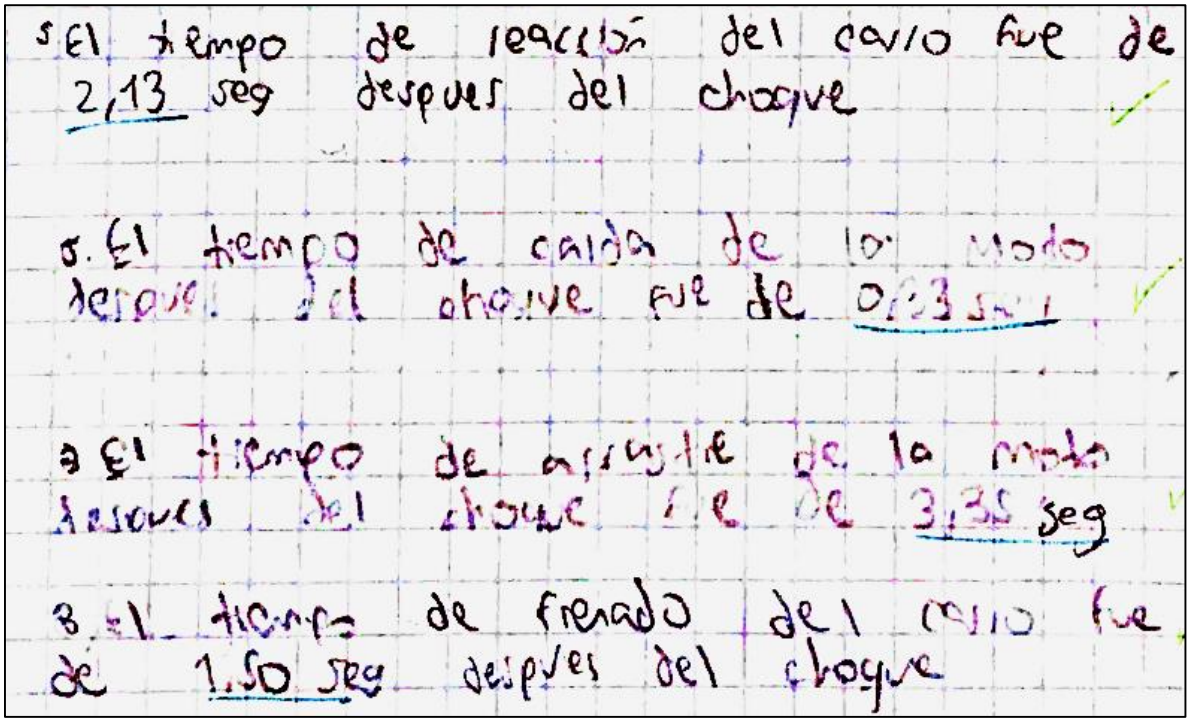


Ilustración 20. Actividad del G3, Im12. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

3.6.3 Análisis de las gráficas. Del análisis de las gráficas se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la categoría: Hay proporcionalidad en cada eje: Todos los grupos ubicaron las medidas proporcionalmente.

Para la categoría: utiliza convenciones y las indican para el carro y para la moto en cada gráfica: Si utilizan convenciones para los dos móviles.

Para la categoría: **La gráfica X(t) representa lo sucedido.**

Los grupos 1, 2 y 3 representan adecuadamente lo sucedido con el carro y con la moto, aunque ubicaron mal las posiciones finales. El grupo 4 representó bien lo sucedido con el carro y con la moto. Lo sucedido con la moto pero no con el carro los grupos 6, 8, 9 y 10. No representa lo sucedido para el carro y para la moto el grupo 5. (Ver adjuntos).

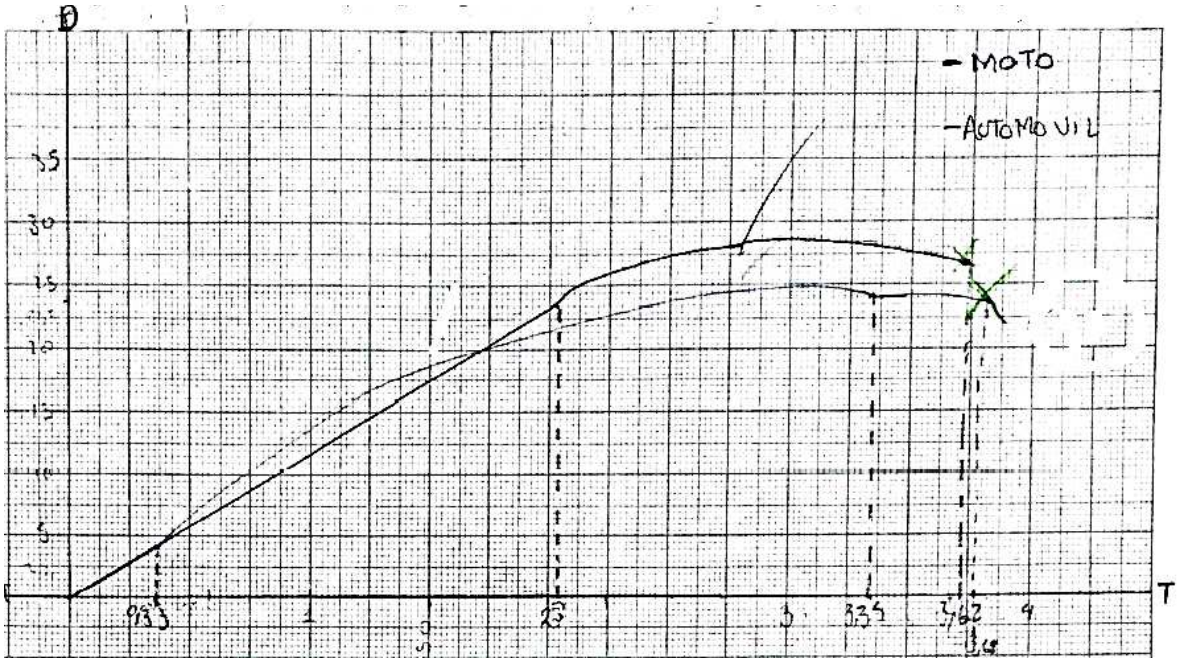


Ilustración 21. Actividad del G3, Im13. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

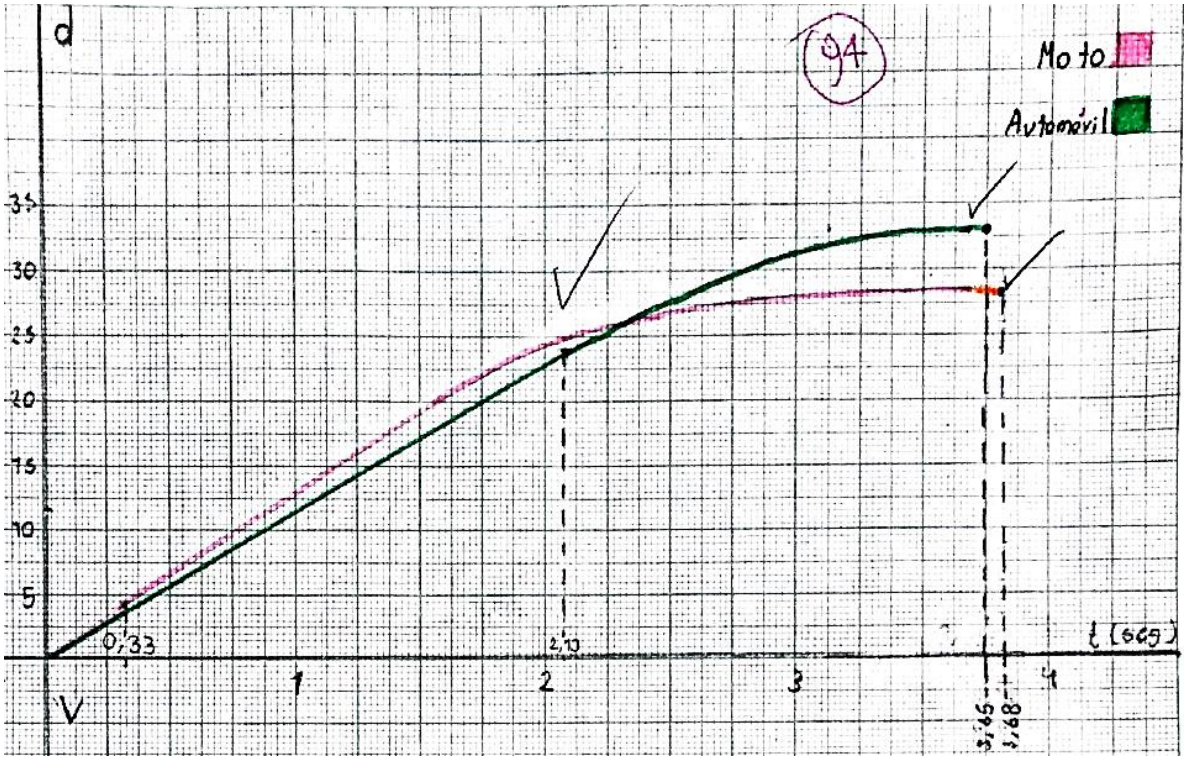


Ilustración 22. Actividad del G4, Im14. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

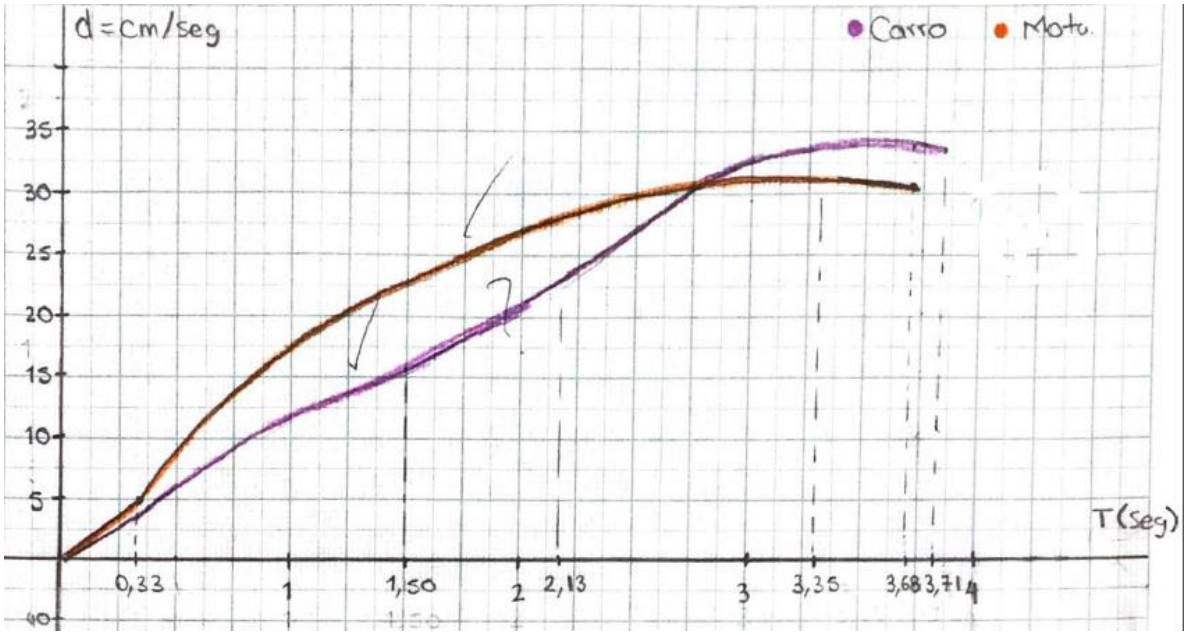
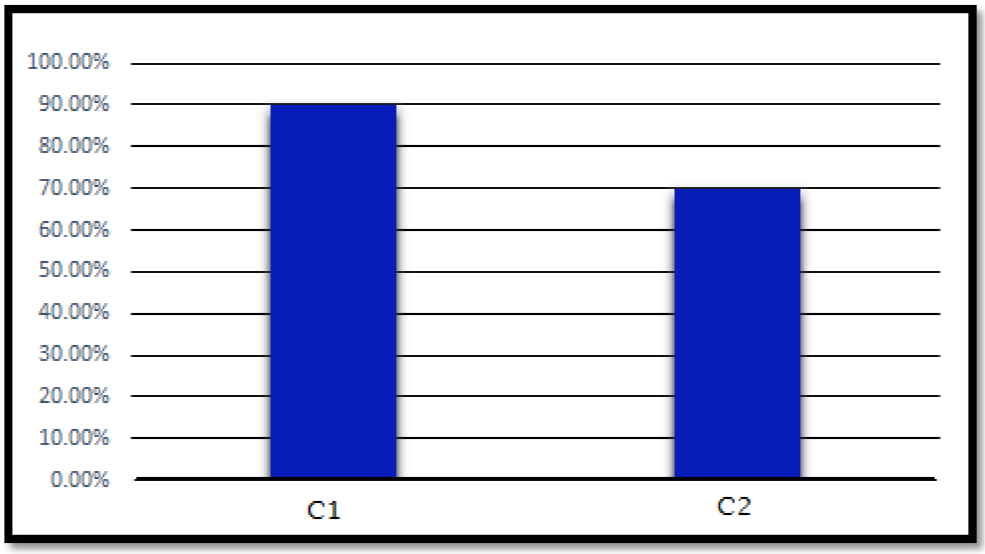


Ilustración 23. Actividad del G6, Im15. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

Análisis: El 90% de los grupos dibujaron bien la gráfica de la posición en función del tiempo para la moto, trazando una recta desde la posición 0 hasta la posición 4,65 en el intervalo de tiempo comprendido desde 0 segundos hasta 0,33 segundos y trazando una curva que representaba la desaceleración de la moto en el intervalo de tiempo entre 0,33 segundos y 3,68 segundos. (Ver G4, Im14).

El 70% de los grupos dibujaron bien la gráfica de posición en función del tiempo para el carro ya que trazaron una recta desde la posición 0 hasta la posición 24,5 m en el intervalo de tiempo entre 0 y 2,13 segundos. Esta recta representa que el carro se movió con velocidad constante en ese intervalo de tiempo, luego trazaron una curva entre 2,13 segundos y 3,65 segundos. Esta curva indica que el carro desaceleró hasta frenar en dicho intervalo de tiempo. (Ver G3, Im13).

CATEGORÍA		PORCENTAJE (%)
C1	Dibujaron bien la gráfica de posición para la moto.	90
C2	Dibujaron bien la gráfica de posición para el carro.	70



Para la categoría: La gráfica V (t) representa lo sucedido.

Los grupos 1, 3, 4, 8 y 9 trazaron bien las velocidades del carro y de la moto después del impacto. (Ver G4, Im16). Los grupos 2, 5, 6, 7 y 10 las trazaron bien, pero, al contrario, los grupos 1, 5 6 y 10 no señalaron las velocidades del carro y de la moto antes del choque. (Ver G5, Im17) Los grupos 2, 4, 7 y 9 si representaron la velocidad de la moto antes del choque. El grupo 8 trazo las velocidades del carro y de la moto antes del choque. (Ver G8, Im18).

A continuación se presentan los adjuntos.

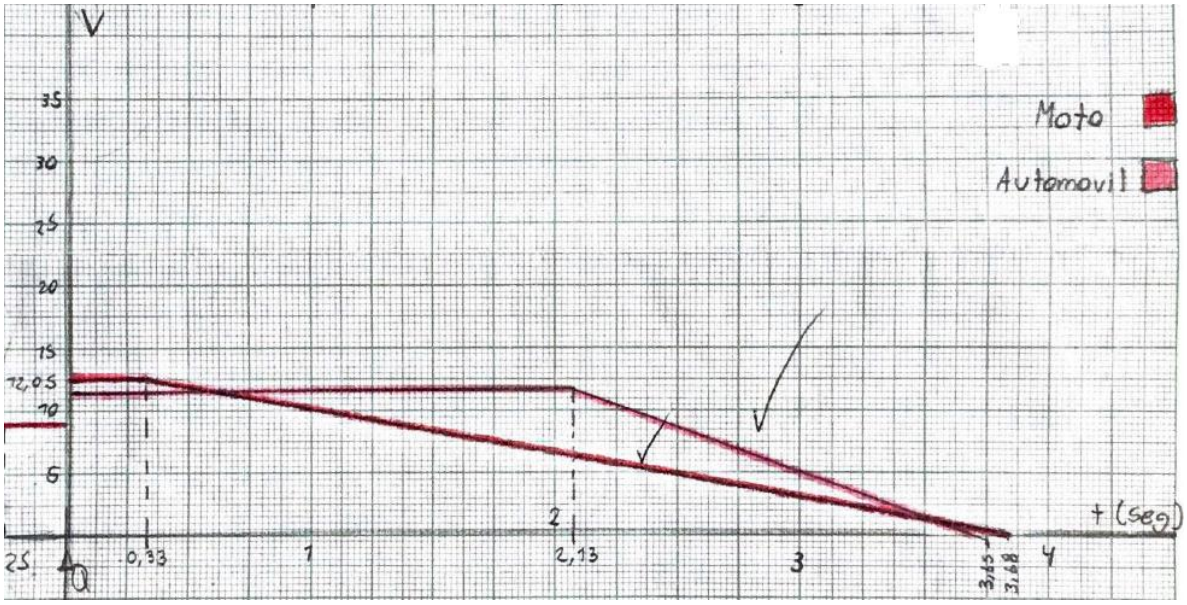


Ilustración 24. Actividad del G4, Im16. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

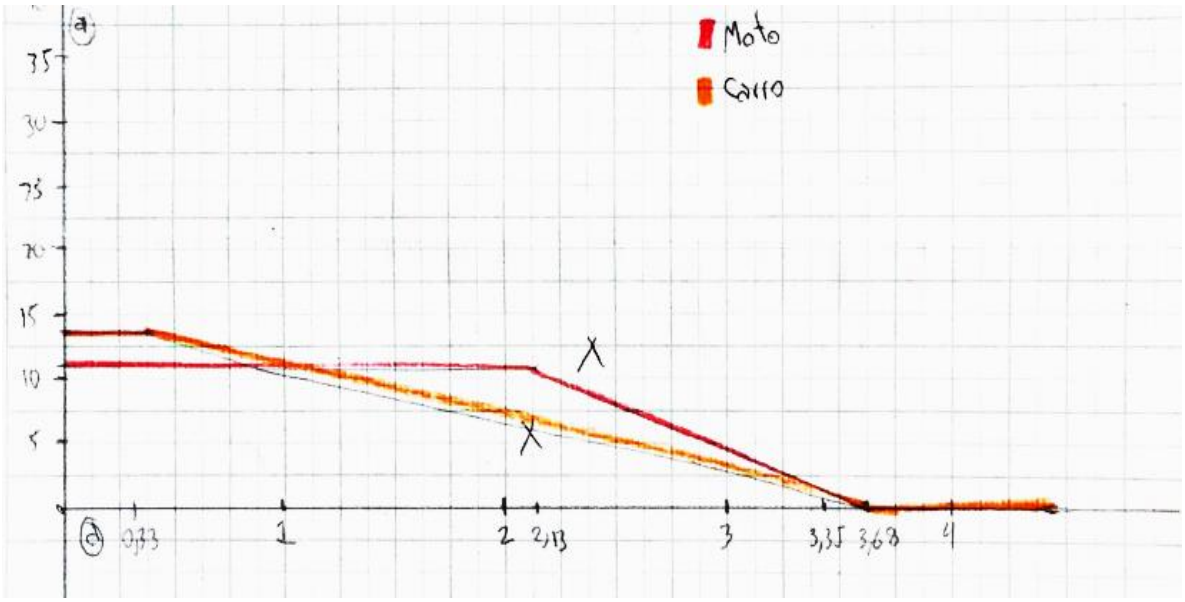


Ilustración 25. Actividad del G5, Im17. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

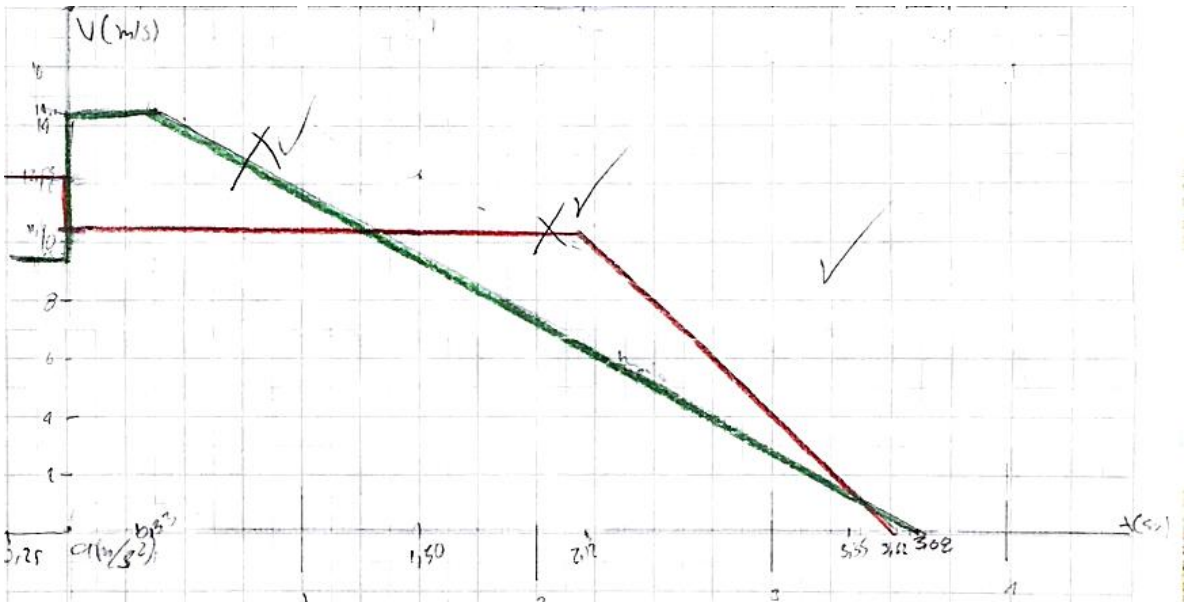
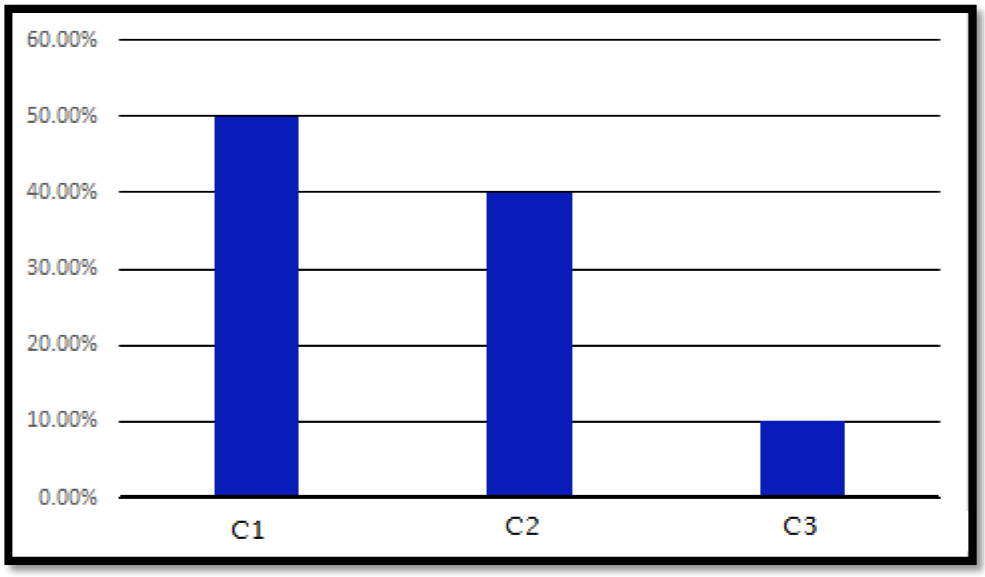


Ilustración 26. Actividad del G8, Im18. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

Análisis: El 50% de los grupos trazaron bien las velocidades del carro y de la moto después del impacto. El 40% no señalaron las velocidades del carro y de la moto ante del impacto. El 40% si representó la velocidad del carro antes del impacto. El 10% si trazó la velocidad del carro y de la moto antes del impacto. Las gráficas de velocidad permitieron que los estudiantes diferenciaran para cada móvil dos tipos de movimientos, el constante para la moto en el intervalo entre 0 y 0,33 segundos y el uniformemente desacelerado entre 0,33 segundos y 3,68 segundos. Para el carro un movimiento con velocidad constante entre 0 segundos y 2,13 segundos y un movimiento uniformemente desacelerado entre 2,13 segundos y 3,65 segundos. Fue importante que el 40% de los grupos señalaran la velocidad del carro antes del impacto porque evidencia la comprensión del accidente antes del choque, durante y después del choque.

CATEGORÍA		Porcentaje (%)
C1	Trazaron bien las velocidades del carro y de la moto después del impacto.	50
C2	Representaron la velocidad del carro antes del impacto.	40
C3	Trazaron la velocidad del carro y de la moto antes del impacto.	10



Para la categoría: La gráfica a(t) representa lo sucedido. Los grupos 1, 2, 3, 4, 7 y 8 representaron el valor de la aceleración 0 m/seg^2 mientras la moto cae. Todos los grupos menos el 9 representaron el valor de la desaceleración de la moto mientras se arrastra y se detiene. Los grupos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 representaron el valor de 0 m/seg^2 para la desaceleración del carro mientras reacciona, los grupos 9 y 10 no. Todos los grupos menos el 9 representaron la desaceleración para el carro mientras frena y se detiene. Todos los grupos menos el 6 representaron correctamente la desaceleración de la moto hasta detenerse. Los grupos 4 y 7 representaron la aceleración 0 m/seg para la moto antes del choque. El grupo 7 representó la

aceleración 0 m/seg^2 para el carro antes del choque, a continuación adjunto la gráfica de aceleración en función del tiempo del grupo 2. (Ver G2, Im19).

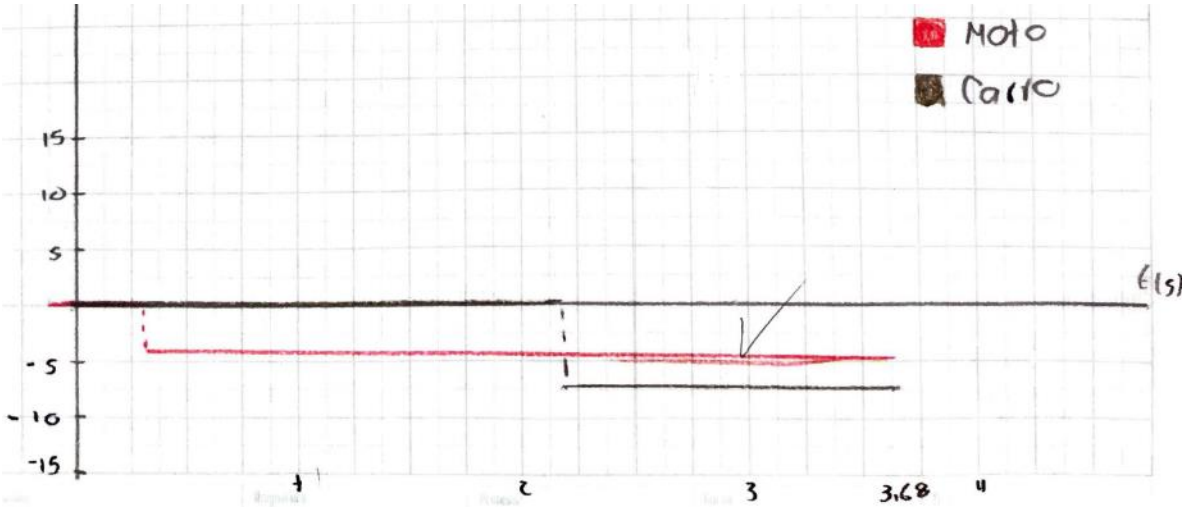
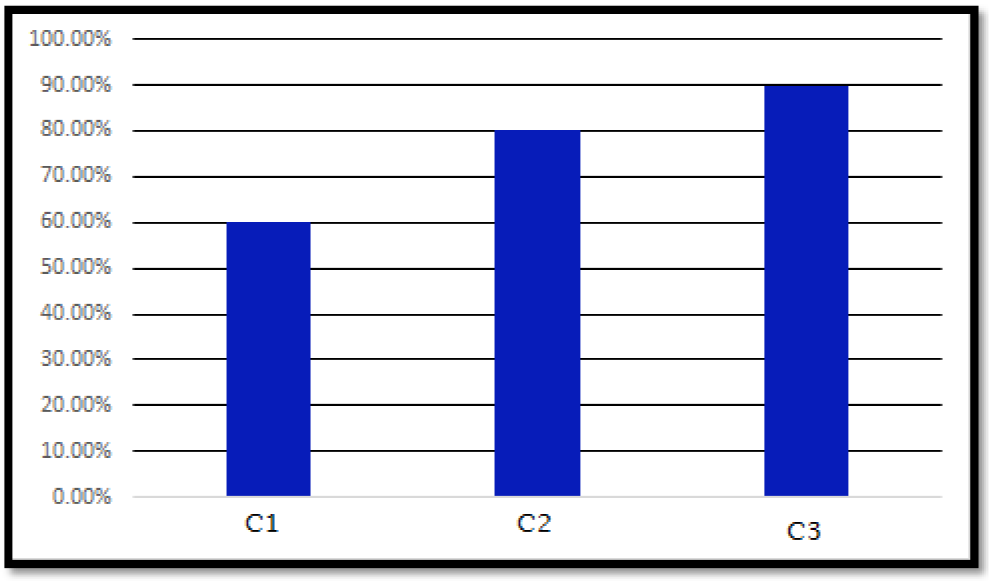


Ilustración 27. Actividad del G2, Im19. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

Análisis: El 60% de los grupos representaron el valor de 0 m/seg^2 para la aceleración mientras la moto caía y el 80% la aceleración de 0 m/seg^2 para el carro. Este hecho permitió que los estudiantes representaran este valor en los intervalos donde los móviles tenían velocidad constante. El 90% de los grupos represento las desaceleraciones del carro y de la moto en los intervalos correspondientes, esto les permitió trazar aceleraciones negativas.

CATEGORÍA		PORCENTAJE (%)
C1	Representaron el valor de 0 m/seg^2 para la aceleración mientras la moto caía.	60
C2	Representaron la aceleración de 0 m/seg^2 para el carro mientras reaccionaba el conductor.	80
C3	Representaron las desaceleraciones del carro y de la moto en los intervalos correspondientes.	90



La representación del accidente en las gráficas permitió relacionar la enseñanza de la física con el contexto de los accidentes como lo sugieren autores como Elkana, Sanmartí, Seiler, Rahm, entre otros, porque permitió estudiar los elementos de la física y sus cambios durante el accidente de una manera significativa ya que para graficar debían entender como fueron cambiando las variables físicas durante el accidente.

En este trabajo también se evidencio que el hacer las representaciones externas lleva a la construcción del conocimiento como indica Tamayo, ya que las gráficas permitieron una mejor comprensión de lo sucedido durante el accidente.

3.6.4 Plantillas de movimiento. Del análisis de las plantillas de movimiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la categoría Los vectores posición varían al transcurrir el tiempo:

El 50% de los grupos si dibujaron los vectores posición variando al transcurrir el tiempo. (Ver G2, Im20).

A pesar de que la mitad de los grupos no dibujaron los vectores posición, al ubicar las posiciones de los móviles en los diferentes momentos evidencian comprensión. (Ver G8, Im21).

Para la categoría dibujan vectores posición positivos:

El 50% si dibujo vectores posición positivos.

Para la categoría dibujan vectores posición negativos:

El 50% si dibujo vectores posición negativos.

Para la categoría Las posiciones del carro y de la moto guardan coherencia con lo sucedido:

El 40% de los grupos dibujo con coherencia lo sucedido en todo momento y el 60% en la mayoría de los momentos.

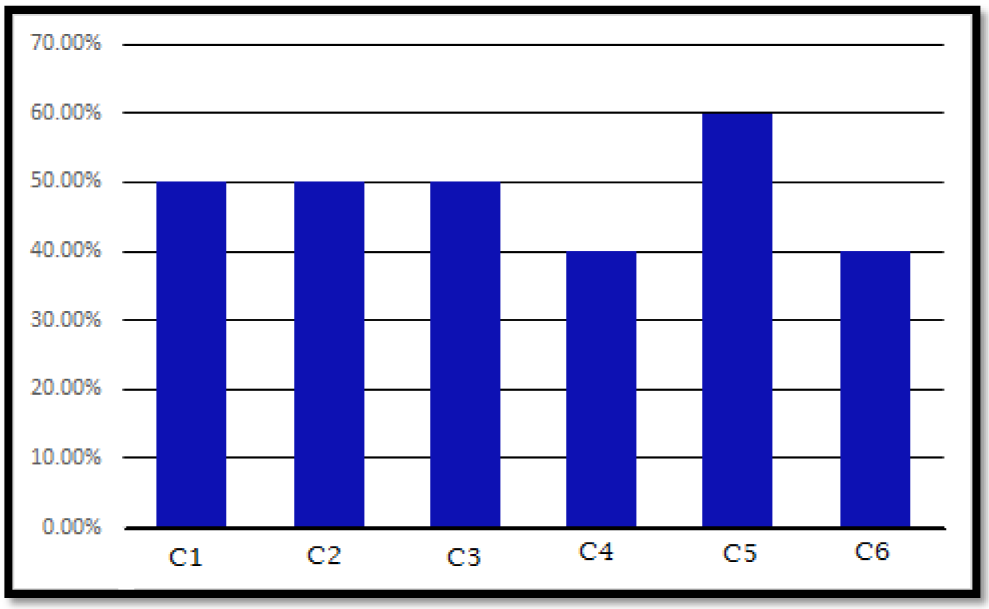
Para la categoría Los vectores velocidad varían de acuerdo a lo sucedidos:

El 40% de los grupos dibujaron los vectores velocidad de acuerdo con lo sucedido, el 50% en algunos momentos y el 10% no dibujo de acuerdo a lo sucedido.

Para la categoría Los vectores aceleración representan lo sucedido:

El 60% de los grupos no dibujaron vectores aceleración, el 30% si dibujaron vectores aceleración en la mayoría de los momentos y el 10% en todo momento. (Ver G10, Im22).

CATEGORÍA		PORCENTAJE (%)
C1	Dibujaron los vectores posición variando al transcurrir el tiempo.	50
C2	Dibujaron vectores posición positivos.	50
C3	Dibujaron vectores posición negativos.	50
C4	Dibujaron con coherencia lo sucedido en todo momento.	40
C5	Dibujaron con coherencia lo sucedido en la mayoría de los momentos.	60
C6	Dibujaron los vectores velocidad de acuerdo con lo sucedido.	40


70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
C1
C2
C3
C4
C5
C6

A continuación se presentan los adjuntos:

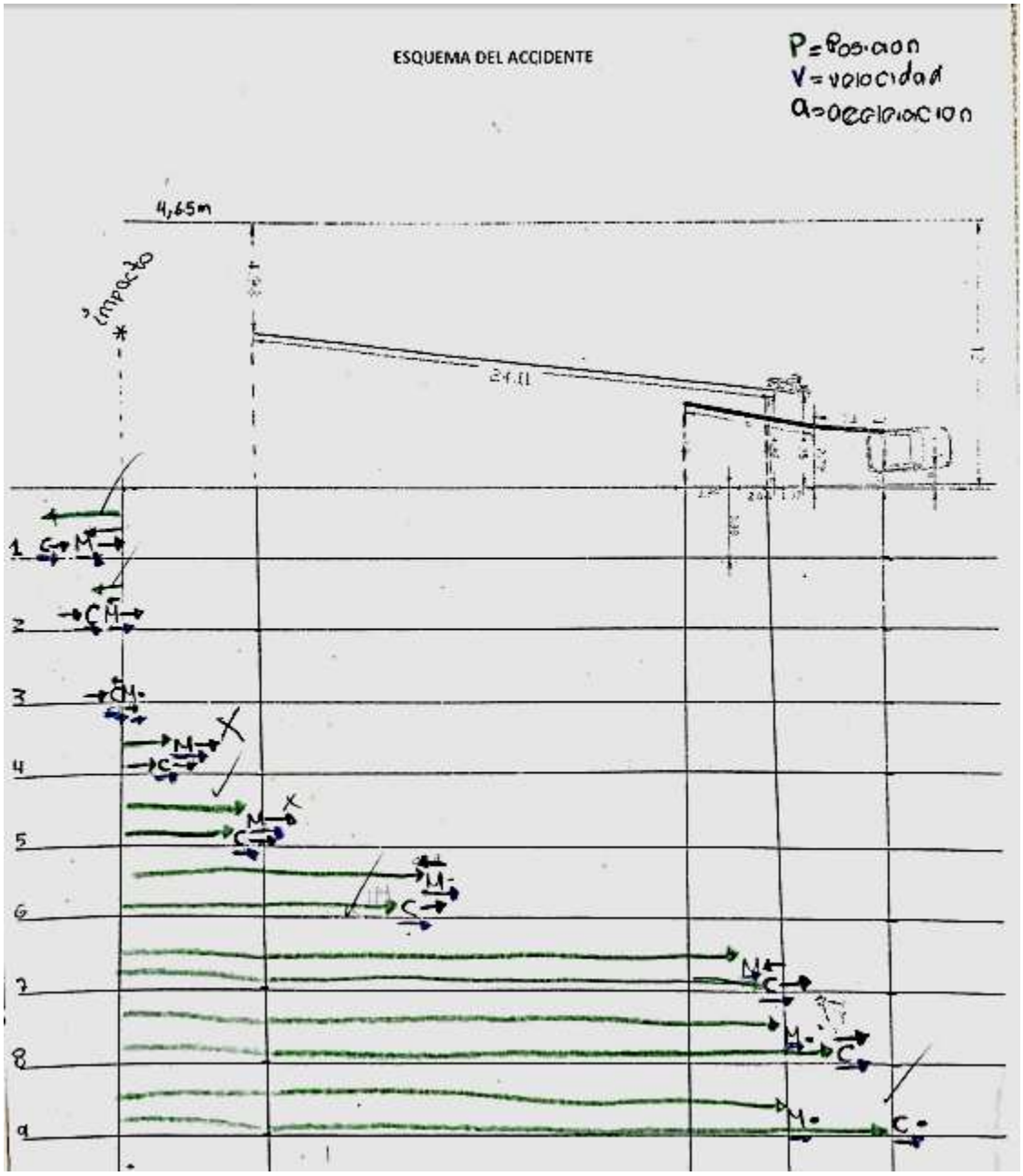


Ilustración 28. Actividad del G2, Im20. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

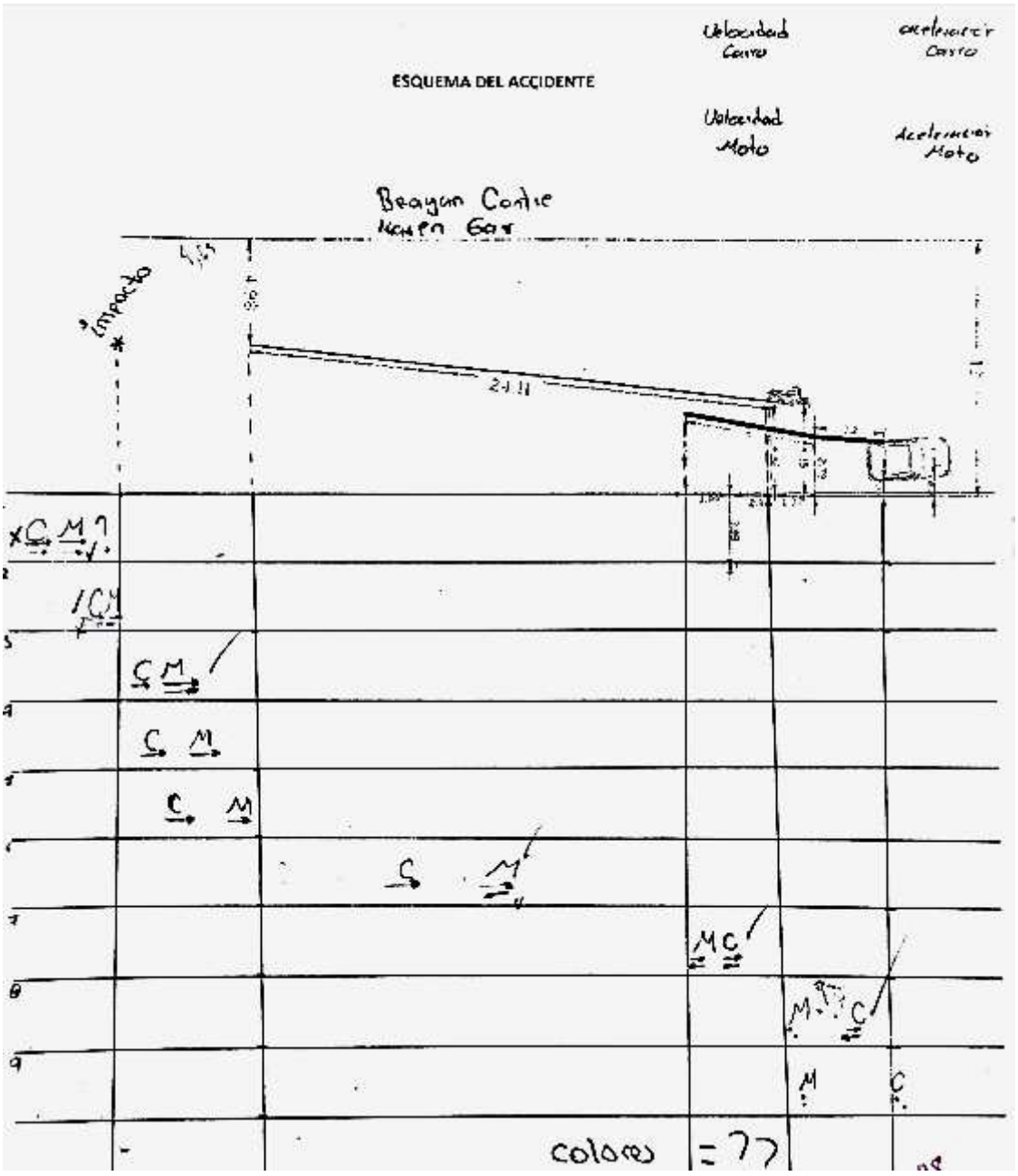


Ilustración 29. Actividad del G8, Im21. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

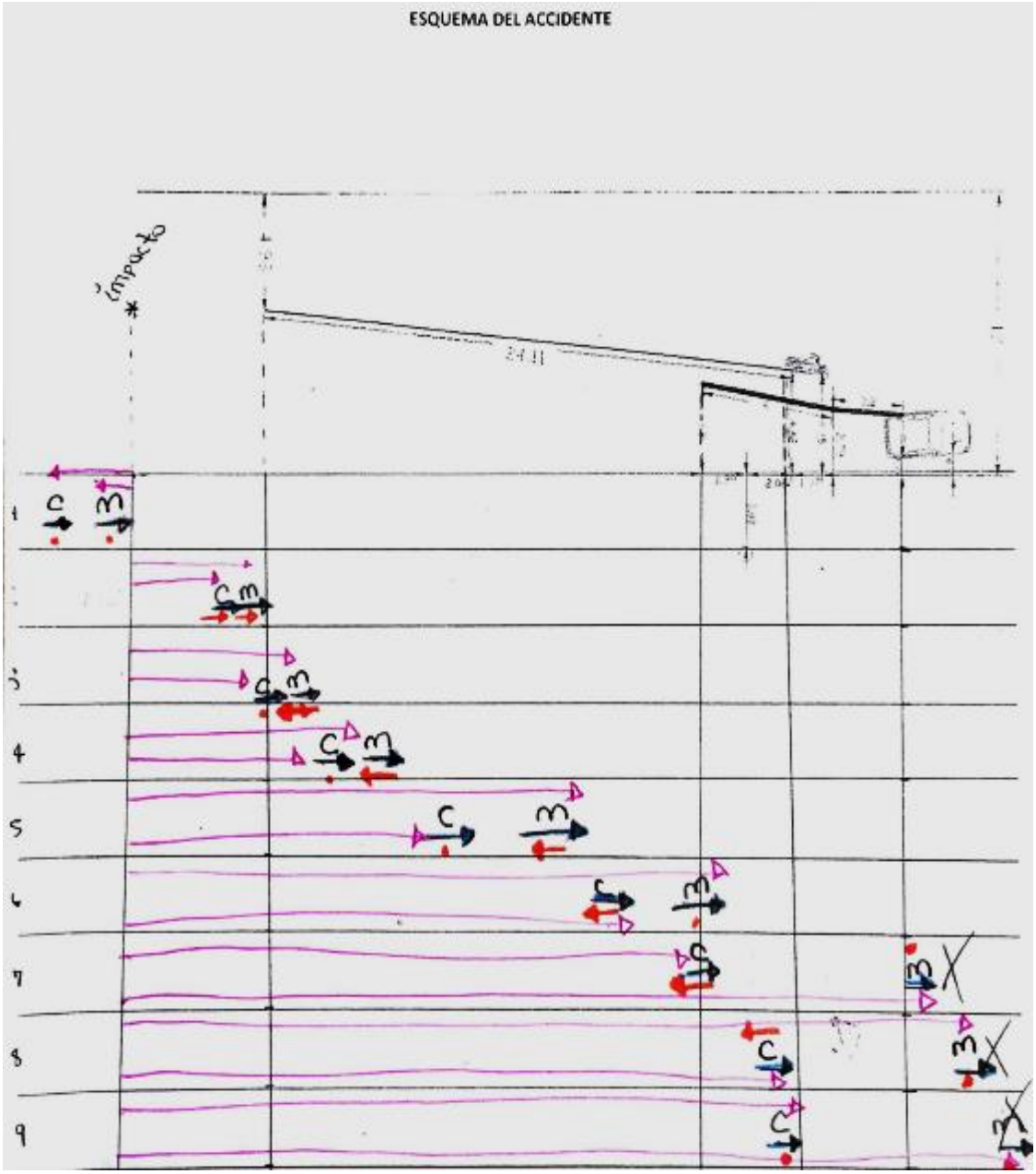


Ilustración 30. Actividad del G10, Im22. Fuente: Actividades realizadas por los alumnos.

Análisis: El 50 % de los grupos dibujo los vectores posición al transcurrir el tiempo, este hecho fue importante porque permitió a los estudiantes comprender los vectores como cantidades físicas con magnitud, dirección y además que pueden variar.

El 50% de los grupos dibujaron los vectores velocidad de acuerdo con lo sucedido en algunos momentos, este ejercicio permitió a los estudiantes comparar las magnitudes de los vectores velocidad para el carro y para la moto en los diversos momentos en los cuales se dividió el accidente, ya que debían trazar cada vector de acuerdo a lo que estaba sucediendo con los móviles.

El 30% de los grupos dibujaron los vectores aceleración en la mayoría de los momentos y el 10% en todo momento

Trazar los vectores aceleración logró la comprensión que estos vectores tenían sentido contrario a la velocidad, en los momentos en los cuales ambos móviles estaban frenando. También que estos vectores tenían el valor de cero cuando los móviles se desplazaban con velocidad constante. En general el ejercicio logro la comprensión de que es un vector y como varía de acuerdo con lo que sucede. En este ejercicio se trabajó lo propuesto por Knigth cuando planteaba la necesidad de graficar los vectores velocidad y aceleración en momentos en los cuales había cambios en la velocidad para llegar a comprender la diferencia entre vectores velocidad y vectores aceleración.

3.7 Análisis de los resultados de la evaluación de cada actividad por parte de los estudiantes

Las actividades: realización de los bosquejos, explicación de las ecuaciones, paso a paso, gráficas, tiempos de reacción y plantillas de movimiento se evaluaron por parte de los estudiantes con las siguientes preguntas:

1. ¿Qué aprendió? (desde un enfoque general del aprendizaje)
2. ¿Qué comprendió? (desde un enfoque contextual del caso)
3. ¿Qué dificultades se les presentaron?
4. ¿Qué les pareció interesante?

5. ¿Qué le cambiarían a la actividad?

3.7.1 Resultados de los bosquejos.

- Para la pregunta ¿Qué aprendió? (desde un enfoque general del aprendizaje) se obtuvieron los siguientes resultados:

Los grupos 1,4, 5 y 7 aprendieron a comprender el accidente.

Los grupos 2, 3 y 10 aprendieron a analizar el accidente.

Los grupos 6, 7 y 9 aprendieron como hacer el dibujo.

El grupo 2 aprendió como analizar y sintetizar una situación de un caso real de la vida, esta respuesta es muy importante para mí ya que mi trabajo busca enseñar física relacionada con los contextos de los estudiantes y este grupo hace evidente ese fin.

- Para la pregunta ¿Qué comprendió? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Los grupos 1, 3, 5, 6, 7, 8, y 9 comprendieron como ocurrió el accidente.

Los grupos 2, 7, y 10 comprendieron los elementos de la física involucrados en el accidente como tiempos, distancias, velocidades y aceleraciones .

Los integrantes del grupo 4 explicaron para ellos como fue que sucedió el accidente.

- Para la pregunta ¿Qué dificultades se les presentaron? Se obtuvo las siguientes respuestas:

A los grupos 1, 3, 7 y 10 se les dificultó hacer la lectura por lo complicada.

A los grupos 2, 7, 8 y 9 se les dificultó hacer el bosquejo porque no sabían cómo graficar las situaciones y como ubicar las medidas.

El grupo 4 se le dificulto ubicar el lugar donde empezaba el choque.

- Para la pregunta ¿Qué les pareció interesante? Se obtuvo:

A los grupos 3 y 5 les pareció interesante como paso el accidente.

A los grupos 5 y 8 hacer el bosquejo.

- Para la pregunta ¿Qué le cambiarían a la actividad? Se obtuvo:

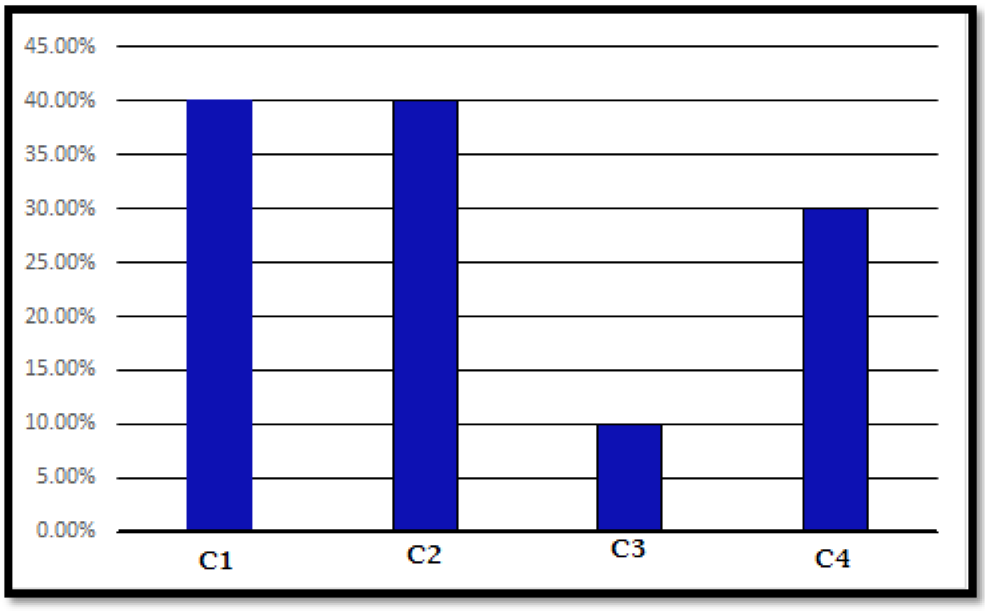
A los grupos 2, 5, 8, y 9 la actividad les pareció aburrida y la cambiarían por una más activa.

Los grupos 3 y 10 no le cambiarían nada. Les pareció bien realizada.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos podemos ver que el 40% de los grupos aprendieron a analizar el accidente, 40% a comprender el accidente, 10% a sintetizar el accidente, 30% de los grupos a hacer el dibujo, hecho que a la mayoría de los grupos se les dificultó.

Vemos que el 40% trabajo la habilidad de analizar, de igual manera el 100% de los grupos para hacer el dibujo primero debió analizar y comprender el accidente.

CATEGORÍA		PORCENTAJE (%)
C1	Aprendieron a analizar el accidente.	40
C2	Aprendieron a comprender el accidente.	40
C3	Aprendieron a sintetizar el accidente.	10
C4	Aprendieron a hacer el dibujo del accidente.	30



3.7.2 Resultados de la explicación de las ecuaciones.

- Para la pregunta ¿Qué aprendió? Se obtuvo:

Los grupos 1, 3,7 y 9 aprendieron como sacar los tiempos del accidente.

Los integrantes del grupo 5 entendieron mejor como sucedió el accidente.

- Para la pregunta ¿Qué comprendió? Se obtuvo:

Los estudiantes del grupo 4 comprendieron qué los números son una parte vital para la construcción de prácticas.

Los estudiantes del grupo 9 comprendieron que: después de tener pocos datos del accidente podemos buscar lo que queramos, solo con ecuaciones.

Los estudiantes del grupo 10 manifestaron:

Lo que comprendimos fue como hallar el tiempo de reacción del carro, aceleración de la moto etc., esto lo hicimos reemplazando y despejando las ecuaciones.

- A la pregunta ¿Qué dificultades se les presentaron? Se obtuvo:

A los grupos 3,5, 6,8 y 9 se les dificultó comprender las ecuaciones.

Para la pregunta ¿Qué les pareció interesante? Se obtuvo:

El grupo 3: Qué gracias a las ecuaciones supimos los tiempos del accidente.

El grupo 9: Como saber los datos no dados.

El grupo 10: Nos pareció muy interesante como por medio de fórmulas podemos resolver y calcular exactamente lo que paso en el accidente.

- A la pregunta ¿Qué le cambiaría a la actividad? Se obtuvo:

Los grupos 5 y 6: Pondrían otra clase de accidente.

El grupo 8: que sean más entendibles las ecuaciones.

Análisis: - El 40% de los grupos aprendió como sacar los tiempos del accidente.

- El 10% entendió mejor cómo sucedió el accidente.

- El 30% de los grupos comprendió la importancia de las ecuaciones para hallar más datos del accidente.

- Al 50% de los grupos se les dificultó comprender las ecuaciones.

3.7.3 Resultados de los paso a paso.

- Para la pregunta ¿Qué aprendió? Se obtuvo los siguientes resultados:

Grupos 1,3 y 4: A ver lo que pasa en cada momento con el carro y con la moto.

Grupos 5, 6, 7,8 y 9: Como fue el proceso del accidente y poderlo describir.

- Para la pregunta ¿Qué comprendió?

El grupo 2: Comprendimos la claridad y proceso que hay en un accidente.

El grupo 8: Comprendimos el orden del accidente.

El grupo 9: Comprendimos detenidamente el accidente.

- Para la pregunta ¿Qué dificultades se les presentaron?

Grupo 4: Nos faltaban algunas observaciones y algunos datos.

Grupo 5: Al principio no entendimos el accidente en el momento del impacto.

G2: Al momento de redactar ya que no teníamos claro algunas cosas.

- Para la pregunta ¿Qué les pareció interesante?

G1: La forma de desarrollar la clase.

G2 y G3: Nos pareció interesante ver que pasó en cada momento con el carro y la moto.

G9: El saber detalles del accidente.

- Para la pregunta: ¿Qué le cambiaría a la actividad?

Grupos 1, 2, 4, 7 y 8: Nada, nos Pareció interesante.

Grupos 5 y 6: En vez de guías, recrear el accidente en 3D.

Análisis: El 30% de los grupos aprendieron a ver qué paso con el carro y con la moto.

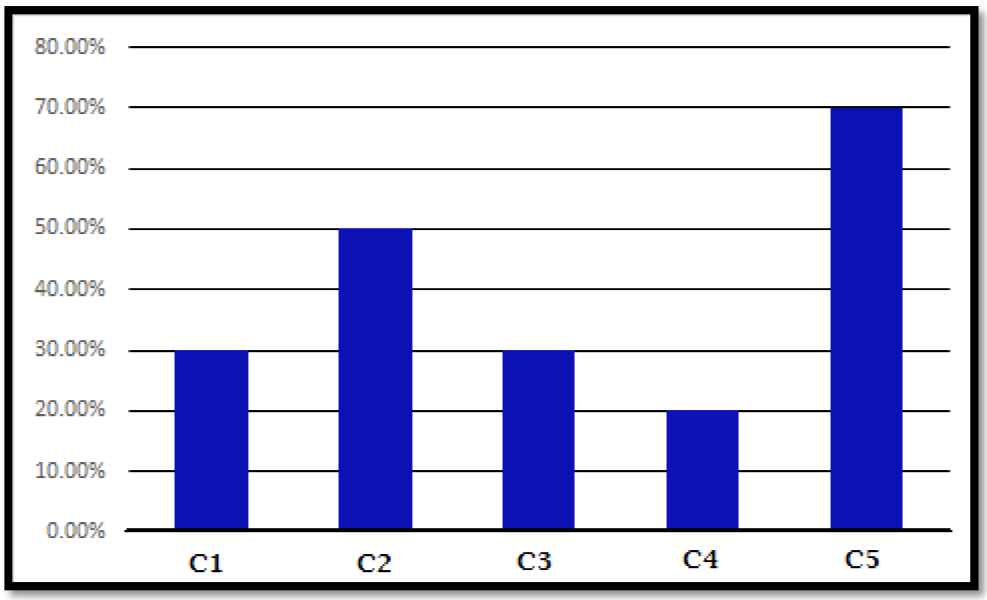
El 50% de los grupos aprendieron como fue el proceso del accidente y poderlo describir.

El 30% comprendieron el proceso del accidente.

Al 20% de los grupos se les dificultó hacer el paso a paso porque les faltaban algunas observaciones y algunos datos.

Al 70% de los grupos les gustó la actividad ya que les pareció interesante escribir lo que pasó en cada momento con el carro y con la moto.

CATEGORÍA		PORCENTAJE (%)
C1	Aprendieron a ver qué pasó con el carro y con la moto.	30
C2	Aprendieron a describir el proceso del accidente.	50
C3	Comprendieron el proceso del accidente.	30
C4	Dificultad para hacer el paso a paso por falta de datos.	20
C5	Les pareció interesante escribir lo que pasó en cada momento con el carro y con la moto.	70



3.7.4 Evaluación de las gráficas.

* A la pregunta ¿Qué aprendió? Se obtuvo:

G4: graficar el accidente parte por parte utilizando los diferentes datos que nos dieron en el resultado de las ecuaciones.

G5, G6: Como realizar las gráficas con exactitud.

G9: A graficar un accidente.

- A la pregunta ¿Qué comprendió? Se obtuvo:

G1: Cual fue el recorrido de la moto y del carro antes y después del choque.

G3: Como hacer una gráfica de tiempo y de distancia.

G4: Que tanto el auto como la moto tenían diferentes datos y por lo tanto sus gráficas no eran similares.

G5 y G6: Como un accidente se puede explicar por medio de gráficas.

- Para la pregunta ¿Que dificultades se le presentaron? Se obtuvo:

G3: Hacer y comprender las gráficas.

G4: Cuando teníamos que ubicar cambios de velocidad significativos en las gráficas o cuando teníamos que ubicar velocidades negativas.

G5, G6 y G9: Hacer las gráficas.

- ¿Qué les pareció interesante?

G1: El recorrido o la gráfica de choque ya que empezamos a entender mucho más el tema.

G7: La forma como quedaron al final las gráficas.

G8: Como daban los resultados y la manera de leerlos.

G9: Como se podía graficar cada cosa.

G 10: El modo en que esos datos se representaron de otra manera.

- ¿Qué le cambiaría a la actividad?

G1: Nada, todo estuvo interesante, aunque un poco difícil, pero se entendió bien el tema.

G8: Que tuviera más explicación.

G10: Que los tiempos no fueran decimales sino enteros.

Análisis.

El 50% de los grupos aprendió a graficar el accidente.

El grupo 1 comprendió cual fue el recorrido de la moto y del carro antes y después del choque.

El grupo 4 comprendió que tanto la moto como el carro tenían diferentes datos y por lo tanto sus gráficas no eran similares.

Al 40% de los grupos se les dificultó hacer las gráficas.

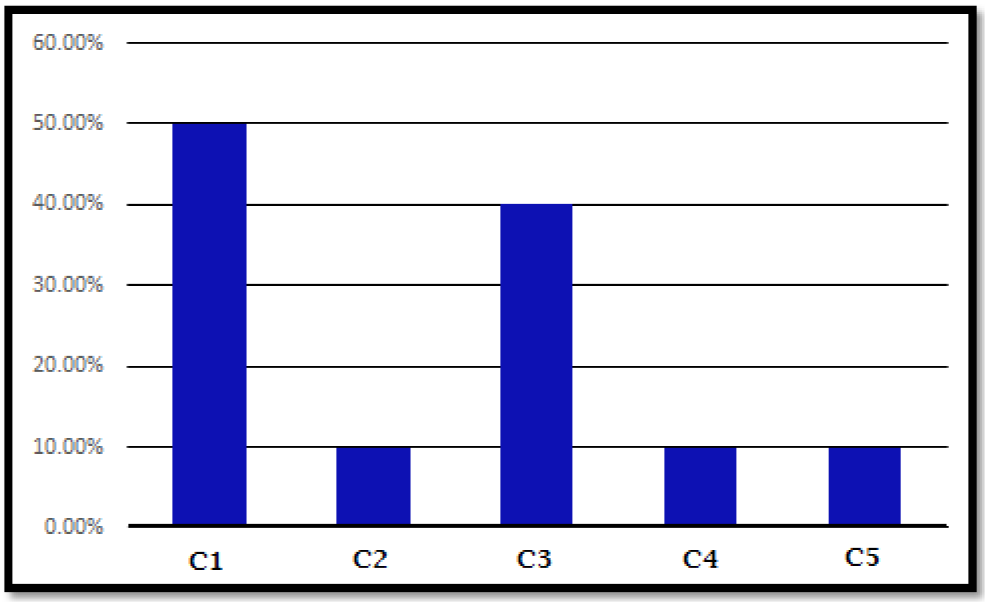
Al grupo 4 se le dificultó: cuando teníamos que ubicar cambios de velocidad significativos en las gráficas.

Les pareció interesante al grupo 1: El recorrido o la gráfica de choque ya que empezamos a entender mucho más el tema.

Al grupo 9: Como se podía graficar cada cosa.

Al grupo 10: El modo en que esos datos se representaron de otra manera.

CATEGORÍAS EMERGENTES.		PORCENTAJE (%)
C1	Aprendieron a hacer la gráfica del accidente.	50
C2	Comprendieron el recorrido de la moto y del carro antes y después de choque.	10
C3	Se les dificultó hacer las gráficas.	40
C4	Dificultad al ubicar cambios de velocidad significativos.	10
C5	Les pareció interesante el modo de representar los datos.	10



3.7.5 Tiempos de reacción.

- ¿Qué aprendió?

G4: A medir los tiempos de reacción de una persona utilizando un palo de madera y unas ecuaciones apropiadas.

G8: A medir los tiempos de reacción de un accidente.

- ¿Qué comprendió?

G4: Que el tiempo de reacción de una persona varía en su estado mental, pudiendo mejorar o empeorar.

G5: Que todos los humanos no reaccionan igual.

G8: El tiempo para reaccionar que tiene una persona al momento de un accidente, porque no es lo mismo reaccionar distraído que concentrado.

G10: Que los tiempos de reacción son distintos, cuando aumenta la reacción, aumenta la distancia.

- ¿Qué dificultades se le presentaron?

G1: Poder realizar de una buena manera las fórmulas.

G4: Que perdimos los tiempos de reacción ya que se borraban de donde los marcábamos y teníamos que repetirlo mucho.

G5: Tomar los tiempos exactos.

¿Qué les pareció interesante?

G7: Todo.

G8: Cómo puede un segundo cambiar tanto la posibilidad de reaccionar a tiempo en un accidente.

G10: Como podemos calcular el tiempo cuando el palo cae.

- ¿Qué le cambiaría a la actividad?

G3, G5, G6, G7, G8 y G10: Nada.

Análisis: Se observan diversas comprensiones todas ellas significativas para tener en cuenta al actuar en la vía pública: que el tiempo de reacción de una persona varía en su estado mental, pudiendo mejorar o empeorar, que todos los humanos no reaccionan igual, que en el

momento de un accidente no es lo mismo reaccionar distraído que concentrado. Que los tiempos de reacción son distintos, cuando aumenta la reacción, aumenta la distancia.

4. Conclusiones

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones del trabajo de la siguiente manera: Conclusiones sobre el diseño de la propuesta, sobre la implementación, sobre los alcances y limitaciones del aprendizaje Activo y sobre el papel del profesor.

4.1 Sobre el diseño de la propuesta

Fue muy interesante para mí poder desarrollar tantas actividades a partir del informe del accidente hecho por la persona experta, esto fue posible gracias al conocimiento físico aplicado para entender el accidente y al conocimiento didáctico que nos permitió desarrollar la estrategia metodológica e implementar la secuencia de actividades en el aula de clase.

La estrategia consistió en el estudio del accidente de tránsito tipo automóvil- motocicleta, las acciones hechas fueron búsqueda del accidente, selección del accidente, adaptación del informe del accidente, estudio físico del accidente y diseño de la secuencia didáctica, a partir, del conocimiento físico y el conocimiento didáctico. Las ventajas que observé de la estrategia fueron:

Se relaciona con la vida cotidiana hecho importante mencionado por Sanmartí (2002), Elliot (2000), Seiler (2001) y Rham (2002), se desarrollaron habilidades como el análisis, la interpretación, la explicación y la evaluación, se relaciona directamente con los conceptos de cinemática y dinámica, los estudiantes pueden aplicar el conocimiento de las variables físicas para evitar accidentes de esta manera el conocimiento físico les sirve para la toma de decisiones, un hecho importante mencionado por Elkana (1983) y Sanmartí (2002), permitió hacer 8 representaciones del accidente.

La dificultad que se presentó fue que al estudiar un fenómeno real en cada actividad se aplicaron muchos elementos conceptuales y algunos de ellos no los manejaban los estudiantes.

4.2 Sobre la implementación

Aplicando el aprendizaje activo se buscó involucrar a los estudiantes en el estudio de un accidente de tránsito para la comprensión de las diferentes variables físicas que intervienen en él. En la primera actividad los estudiantes hicieron la lectura del informe de tránsito hecho por una persona experta y lograron hacer diversas representaciones gráficas de la situación porqué asumían diferentes causas del accidente, causas que estaban motivadas por su experiencia personal. Es de notar que las representaciones evidenciaban una intuición física de los estudiantes frente a lo sucedido y al indagar porqué hacían cierta representación se creaba una mayor interacción entre la docente y el estudiante, y el estudiante, al involucrar su experiencia personal, genera un diálogo que incluye el análisis físico de la situación.

Los estudiantes al evaluar esta actividad manifestaron lo siguiente: Comprendimos como sucedió el accidente, los diferentes tiempos y distancias, como las velocidades y la aceleración influyen en el choque. Les pareció interesante analizar temas nuevos y la manera como la persona experta narra el accidente, aprendieron a hacer el bosquejo, aunque al principio se les dificulto porque no sabían cómo dibujarlo. En el desarrollo de la actividad los estudiantes comprendieron que al frenar en seco, un vehículo logra recorrer cierta distancia antes de detenerse y este hecho los hace reflexionar sobre el cuidado que deben tener al transitar por las calles.

La segunda actividad realizada fue la explicación de las ecuaciones de la cinemática y la dinámica por parte de la docente. Estas ecuaciones nos permitieron hallar los diferentes tiempos, velocidades, distancias y aceleraciones. Posteriormente, en las siguientes actividades, los estudiantes comprendieron que debían tener en cuenta las formulaciones físicas y su análisis para tomar decisiones en actividades tan rutinarias como lo es transitar en el espacio público. Al hacer

el planteamiento teórico, a pesar de las dificultades normales, en general les pareció interesante como por medio de fórmulas podían resolver y calcular exactamente lo que paso en el accidente y que estos datos permitían asignar responsabilidades

Encontré, y es de resaltar, que a los estudiantes les gusta escribir y les pareció entretenida la actividad en la que describían el paso a paso del accidente. Esto me ha servido para hacer más énfasis en actividades escritas que permiten conocer la evolución de los estudiantes en la medida que apliquen correctamente el lenguaje y argumenten ideas.

Los estudiantes lograron hacer diferentes representaciones del mismo fenómeno y comprendieron que cada una de ellas es importante para el análisis del accidente, estas representaciones fueron: El bosquejo del accidente, las ecuaciones, el paso a paso, las gráficas, el tiempo de reacción, las plantillas de movimiento, las animaciones multimedia, las maquetas y los videos.

Teniendo en cuenta que una de las dificultades que tienen los estudiantes para aprender física y matemáticas es que no logran pasar de una representación a otra, un resultado es que en este trabajo se avanzó en ese proceso logrando buenos resultados.

También fue más interesante trabajar en clase con sucesos o eventos que suceden en nuestras realidades, que representan algo para cada uno de nosotros, donde cada uno puede aportar según sus experiencias. Logramos que cada grupo se interesara y estudiara el mismo objeto de estudio sin pensar en copiarse del otro. A cada uno le llamo la atención un aspecto diferente y es interesante ver como cada uno aborda su pregunta y la resuelve de manera autónoma. Varios estudiantes hicieron uso de sus experiencias para explicar el accidente, como por ejemplo los que practican el ciclismo o los que han tenido un evento transitando por las vías pública.

4.3 Sobre los alcances y limitaciones del aprendizaje activo

La metodología de la intervención didáctica fue el aprendizaje activo la cual implica una actitud activa y no pasiva por parte de los estudiantes (Bonwell & Eison, 1991).

El Aprendizaje Activo se logró en esta implementación porque cada una de las actividades fue diseñada para que los estudiantes analizaran, argumentaran, llegaran a acuerdos y explicaran sus puntos de vista. De esta manera los estudiantes lograron diversas comprensiones del accidente con cada una de las representaciones propuestas y además adquirieron conocimiento de diversas variables físicas.

Dentro de las limitaciones del Aprendizaje Activo observe que varios estudiantes cuando tenían dificultades con la comprensión de un tema, por ejemplo hacer las gráficas de movimiento para los dos móviles, no les gustaba pensar cómo hacerlas, solo querían la respuesta por parte de la docente.

4.4 Sobre el papel del profesor

Teniendo en cuenta que el conocimiento no se trasmite sino se construye a partir de la experiencia como lo afirma Glasersfeld (1993), es importante comprender que el papel del docente no debe ser trasmitir información sino guiar procesos de enseñanza donde los estudiantes tengan la posibilidad de argumentar a partir de sus experiencias personales y sus conocimientos, de interactuar con el docente en sus diversas reflexiones, de analizar los puntos de vista de cada uno y de esta manera avanzar en los procesos de aprendizaje.

También es importante tener en cuenta como docentes que al estudiar problemáticas del contexto socio-ambiental de los estudiantes permitimos que ellos aborden diferentes temáticas del conocimiento porque es claro que a todos los estudiantes no les llama la atención lo mismo, sus preguntas son diferentes y se aproximan al conocimiento de diversas maneras.

Por lo tanto no podemos pretender que las preguntas de todos los estudiantes sean las mismas, ni las interpretaciones, ni los intereses, ni el conocimiento adquirido.

Referencias

Abell, S., & Lederman, N. (2007). *Handbook of Research on Science Education.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Bonwell, C., & Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report N. 1.* Washington, DC: The George Washington University, School of Education and Human Development.

Cañal, P., Porlán, R., & García, J. (1988). Ideas previas de los alumnos en ciencias de la naturaleza. In G. Sastre, & M. Moreno, *Enciclopedia práctica de la pedagogía* (pp. 235-257). Barcelona: Planeta.

Denzin, N., & Lincoln, Y. (2005). *Handbook of qualitative research.* Thousand oaks: Sage.

Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Boletín de la sociedad Colombiana de Epistemología, III*, 65-80.

Elliot, E. (1998). *El ojo ilustrado: Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa.* Barcelona: Paidós.

Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en la realidad* (4ª ed.). Madrid: Morata.

Glasersfeld, E. (1993). Learning and adaptation in the theory of constructivism. *Communication and Cognition, 26*(3/4), 393-402.

Henao, S. (2016). Tercer Seminario Internacional de Accidentología Vial. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, XXVI*(102).

Henao, S., & Villamizar, M. (2016). Programa de educación en seguridad vial apoyado en la herramienta didáctica Sistema Simulador Universal de Accidentes de Tránsito (SSUAT). *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, XXVI*(102), 55-62.

Kemmis, S., & McTaggart, T. (1988). *Cómo planificar la investigación acción.* Barcelona: Laertes.

Knight, R. (2004). *Five easy lessons: Strategies for successful physics teaching. pearson education.* San Francisco: Addison Wesley.

Latorre, A. (2003). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa.* Madrid: Grao.

Lijarcio, J., & Montoro, L. (2016). La importancia del factor humano en la explicación de los accidentes de tránsito. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, XXVI*(102), 15-22.

Mason, J. (1996). Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative Research, 6*(1), 9-26.

Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La Aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas, 12*(2), 255-277.

Panitz, T. (1997). Collaborative versus cooperative learning. A comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning. *Cooperative Learning and College Teaching, 8*(2). Retrieved agosto 18, 2018, from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED448443.pdf

Pérez, M., Martí, E., & Pozo, J. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación, 22*(2), 133-147.

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 16*(1), 175-185.

Porlán, R., & Martín, J. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas: Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela, 1*(24), 45-58.

Rahm, J. (2002). Emergent learning opportunities in an inner-city youth gardening program. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(2), 164-184.

Ramírez, J. (2013). Estrategia de enseñanza en física: desde los problemas de siempre hasta la construcción de artículos con los estudiantes de física… exigencias y posibilidades para el profesor. *Educación en Ingeniería, 8*(16), 62-69.

Restrepo, B. (2004). La investigación – acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores, 1*(7), 45-55.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria.* Madrid: Síntesis.

Seiler, G. (2001). Reversing the standard direction: Science emerging from the lives of African American students. *Journal of Research in Science Teaching, 38*(9), 1000-1014.

Tamayo, O. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Educación y Pedagogía, XVIII*(45), 37-49.

Tobón, R., & Perea, A. (2002). Problemas Actuales en la enseñanza de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física, 1*(1).

Van Heuvelen, A. (1991). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies. *Am, J Phys, 59*(10), 891-897.

Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa.* Barcelona: Gedisa.

Anexos

Anexo 1. Sistematización de los resultados de las actividades de la implementación.

A continuación se encuentra la sistematización de los resultados de 4 actividades que formaron parte de la implementación y las categorías de análisis de cada una.

- **Análisis de bosquejos**

	Localización geográfica	**Distancias y proporcionalidad**	**Elementos adicionales descritos en el texto**	**Aspectos adicionales no descritos en el texto**	**Dibujos del carro y la moto**	**Comentario.**
G1	Ubican el carro y la moto durante y después del choque. Antes del choque ubican la moto caída al lado del carro y no ubican el carro. Señalan el arrastre metálico de la moto y la huella de frenado del carro con líneas. Dibujan la dirección de la moto después dl impacto hacia la izquierda. No hay un espacio entre el choque y el inicio del arrastre metálico de la moto.	Señalan el arrastre metálico de la moto con la medida de 24.11 metros, los 20 metros que avanzó el carro antes de frenar, los 29 metros desde el choque hasta donde comienza a frenar el carro con la huella de frenado del carro de 9,2 metros. La huella de la moto no es proporcional con las otras medidas.	Dirección norte-sur, tamaño de la calzada, escriben las velocidades del carro y de la moto después del impacto.	Dibujan una línea de separación de los dos carriles y ubican la moto en su posición final en el otro carril.	Esquema	Hicieron una buena interpretación de lo sucedido faltaron detalles como dibujar las huellas más caracterizadas.
G2	Dibujan el carro y la moto durante el impacto y luego del impacto, antes del impacto no. Dibujan el impacto con la parte lateral de adelante del carro. Dibujan la huella de arrastre de la moto hacia la derecha. Si hay un espacio entre el impacto y la huella de arrastre de la moto. Dibujan las huellas del carro y el arrastre metálico de la moto con marcas gruesas y reteñidas.	Señalan la distancia de reacción del carro con una medida de 20 metros, la distancia de arrastre metálico de la moto con 24.11 metros, el ancho de la calzada con 12 metros y 5 metros de la acera occidental a un punto no claro para describir. El tamaño de la huella de arrastre metálico no es proporcional con las otras medidas.	Dirección norte-sur, tamaño de la calzada, escriben las velocidades del carro y de la moto después del impacto.	Ubico la línea de separación de carriles. Antes del choque dibujan el carro invadiendo el otro carril.	Realista	Este grupo entendió el impacto entre el carro y la moto de manera lateral y por eso dibujaron la huella de arrastre metálico de la moto hacia la derecha. Hicieron una buena interpretación de lo sucedido y caracterizaron muy bien las huellas.
G3	Dibujan el carro y la moto en los tres momentos, señalan la huella de arrastre de la moto, la distancia de reacción del carro y la distancia de frenado del carro con doble línea. No hay espacio entre el impacto y el inicio de la huella de arrastre de la moto y la dibujan hacia la izquierda. Antes del impacto dibujan el carro detrás de la moto. Señalan el lugar del impacto gráficamente.	Señalan la distancia de reacción del carro con una medida de 19.8 metros, la distancia de arrastre metálico de la moto con 24.11 metros, el ancho de la calzada con 12 metros y 5 metros de la acera occidental al centro de la calzada. El tamaño de la huella de arrastre metálico no es proporcional con las otras medidas.	Dirección norte-sur, tamaño de la calzada.	Ubican la línea de separación de carriles. Ubican la moto y el carro en sus posiciones finales en el otro carril.	Esquema	Interpretaron el accidente desde antes del impacto como que el carro venía detrás de la moto mucho antes. Hacen una buena interpretación de lo sucedido.

G4	Dibujan el carro y la moto en los tres momentos, señalan la huella de arrastre de la moto dibujando varias líneas, la distancia de reacción del carro y la distancia de frenado del carro con varias líneas. No hay espacio entre el impacto y el inicio de la huella de arrastre de la moto y la dibujan hacia la izquierda.	Señalan la distancia de reacción del carro con una medida de 29 metros, la distancia de arrastre metálico de la moto con 24 metros, el ancho de la calzada con 12 metros, 5 metros del centro de la calzada a un punto no claro para determinar y 9.2 metros de la huella de frenado del carro. Las distancias no son proporcionales.	Dirección norte-sur, tamaño de la calzada. Ubican la calle 100 Indican la velocidad del carro antes del impacto.	Antes del impacto ubican la moto adelante del carro. Al finalizar la huella de arrastre metálico de la moto dibujan la moto caída con el motociclista, invadiendo el otro carril. Dibujan una línea de separación entre los dos carriles.	Realista	Este grupo pensó el accidente desde antes del impacto como que el carro venía detrás de la moto mucho antes. Hacen una buena interpretación de lo sucedido. Las huellas las dibujo con varias líneas que producen la sensación de huellas. Este grupo dibujo al motociclista en la moto al terminar su huella de

- **Análisis de bosquejos**

	Localización geográfica	**Distancias y proporcionalidad**	**Elementos adicionales descritos en el texto**	**Aspectos adicionales no descritos en el texto**	**Dibujos del carro y la moto**	**Comentario.**
G5	Dibujan el carro y la moto en los tres momentos, antes del impacto dibujan la moto al lado del carro, señalan la huella de arrastre de la moto dibujando dos líneas paralelas, la distancia de reacción del carro y la distancia de frenado del carro con varias líneas, pero los 9.2 metros están incluidos dentro de los 29 metros. Si hay espacio entre el impacto y el inicio de la huella de arrastre de la moto y la dibujan hacia el frente.	Señalan los 24.11 metros de arrastre metálico de la moto, 29 metros para el carro desde el choque hasta que frena, dentro de los 29 metros incluyen los 9,2 metros de frenado. No hay proporcionalidad en las medidas.	Ubican la dirección Norte-Sur.	Antes del impacto ubican la moto al lado del carro.	Esquema	Ellos piensan el accidente desde antes del impacto como que la moto venía al lado del carro. Es el único grupo que dibuja la huella de arrastre de la moto hacia el frente.
G6	Dibujan el carro y la moto antes del impacto, luego dibujan líneas paralelas que indican que ellos se cruzan en el impacto, pero no los dibujan, luego señalan un arrastre metálico de la moto, por último, dibujan la moto lejos de la huella de arrastre. Si ubican los 5 metros de la acera oriental al lugar del impacto.	Dibujan huellas para el carro y para la moto antes del impacto, luego con una línea señalan los 24 metros de arrastre de la moto, Ubican los 12 metros de la calzada y los 5 metros de la acera oriental al punto de impacto. No hay proporciónen las medidas.	Señalan los 12 metros de la calzada y los 5 metros del lugar de impacto a la acera oriental.	No.	simple	Fue difícil entender este bosquejo ya que falto claridad.
G7	Ubican el carro y la moto durante el choque y después del choque, antes del choque no los ubican. Dibujan el arrastre metálico de la moto e indican la distancia de frenado del carro, pero no dibujan las huellas de frenado del carro. Si hay un espacio entre el arrastre metálico de la moto y el lugar del impacto. El arrastre metálico lo dibujan hacia la izquierda.	Señalan los 24,11 metros del arrastre metálico de la moto, los 29 metros desde el impacto hasta donde para el carro, los 9,2 metros están incluidos dentro de los 29 metros, no hay proporcionalidad en las medidas.	Ubican los puntos cardinales y la calle 100.	Dibujan andenes y cuadras con acceso a la avenida. La moto en su posición final termina en el otro carril.	Esquema	Lograron una buena representación del accidente.
G8	Dibujan el carro y la moto durante el impacto y después, antes del impacto solo dibujan la moto caída detrás del carro. No hay espacio entre el choque y la huella de arrastre de la moto. Dibujaron la huella de frenado del carro justo en el impacto. Después del impacto dibujan una línea que representa la distancia de reacción del carro con una medida de 20 metros. La huella de arrastre de la moto la dibujan hacia la izquierda.	Señalan los 24,11 metros del arrastre metálico de la moto, los 29 metros desde el impacto hasta donde para el carro, los 9,2 metros de frenado del carro, los 20 metros de reacción del carro, no hay proporcionalidad en la medida de la huella de arrastre.	Señalan los 12 metros de la calzada y los 5 metros del lugar de impacto a la acera. Escriben las velocidades del carro y de la moto después del impacto.	La moto en su posición final la dibujan invadiendo un poco el otro carril.	Esquema	Hicieron una representación completa del accidente, hay claridad en el bosquejo.

- **Análisis de bosquejos**

	Localización geográfica	**Distancias y proporcionalidad**	**Elementos adicionales descritos en el texto**	**Aspectos adicionales no descritos en el texto**	**Dibujos del carro y la moto**	**Comentario.**
G9	Dibujaron el carro solo en el impacto. Trazan dos líneas que no indican claramente huellas de arrastre o de frenado.	Dibujaron una línea antes del carro y otra después, pero sin medidas.	Ubican la dirección Norte-Sur. Ubican la calle 100 sur.	Dibujan la avenida Usme curva. Ubican varias calles y carreras.	simple	Este grupo no lograba comprender como ocurrió el accidente y buscaron en internet la avenida Usme, la dibujaron curva como es y ubicaron varias calles y carreras. No ubicaron el carro y la moto en los diversos momentos y no ubicaron huellas con claridad.
G10	Dibujan el carro y la moto en el impacto y después de él, antes no. Representan los 9,2 metros de frenado del carro, el arrastre metálico de la moto, los 29 metros desde el impacto hasta la detención del carro, no hay espacio entre el choque y las huellas de arrastre de la moto. Dibujan la huella de frenado del carro inmediatamente después del impacto.	Indican las medidas de arrastre de la moto con 24.11m, frenado del carro con 9.2 m y distancia recorrida por el carro de 29 m incluidos los 9.2m desde el impacto hasta su detención, los 12 m de la calzada y los 5m del impacto a la acera. La medida de 24.11m no es proporcional con las otras medidas.	Ubican la dirección Norte-Sur, los 12 metros de la calzada.	Ubican 5 metros de la acera oriental hasta el arrastre metálico de la moto. Dibujan una calle que atraviesa la Avenida Usme.	Esquema	Lograron una buena comprensión del accidente.

- **Análisis de bosquejos**

	Localización geográfica	**Distancias y proporcionalidad**	**Elementos adicionales descritos en el texto**	**Aspectos adicionales no descritos en el texto**	**Dibujos del carro y la moto**	**Comentario.**
	Los grupos 3, 4 y 5 dibujaron el carro y la moto en los tres momentos, los grupos 1, 2, 7 y 8 en dos momentos, el grupo 10 ubico el carro en tres momentos y la moto en dos, el grupo 9 solamente ubico el carro una vez y el grupo 6 el carro una vez y la moto dos. Los grupos que ubicaron los móviles en los tres momentos intentaron dar una explicación de que paso antes del impacto, cual fue la causa de él. Los grupos 1, 8, 9 representaron las huellas de frenado con una línea, los grupos 3, 6 y 7 las representaron con dos líneas paralelas, el grupo 4 con varias líneas, el Grupo 2 con huellas anchas reteñidas, el grupo 5 con dos líneas paralelas para la moto y varias líneas para el carro y el grupo 10 con dos líneas paralelas para el carro y una línea para la moto. Los grupos 1, 3, 4, 7 y 8 dibujaron la huella de arrastre de la moto hacia la izquierda, los grupos 5 y 10 la dibujaron hacia el frente y el grupo 2 hacia la derecha. Cuando le pregunte al grupo 2 por que hacia la derecha explicaron porque el carro le pego con la parte lateral derecha a la moto.	Los grupos 1, 4, 5, 7, 8 y 10 dibujaron la huella de arrastre de la moto, la distancia de reacción del carro y la distancia de frenado del carro. Los grupos 2 y 3 dibujaron la huella de arrastre de la moto y de reacción del carro. Los grupos 2, 3, 4, 6 y 10 dibujaron la medida de la calzada y los 5m de la acera al lugar del impacto. Los grupos 1,2 y 3 dibujaron la huella de la moto no proporcional con las otras medidas. En los bosquejos de los grupos 5,6,7 y 8 no hay proporcionalidad en las medidas. El grupo 10 si dibujo las medidas proporcionales.	Los grupos 1, 2, 3, 4, ubican la dirección Norte-Sur y el tamaño de la calzada. Los grupos 1, 2 y 8 escriben las velocidades de los móviles después del impacto.	Los grupos 1, 2, 3 y 4 dibujaron una línea de separación de carriles en la avenida Usme. Ubican la moto en su posición final en el otro carril. Los integrantes del grupo 9 dibujan la avenida Usme curva ya que la buscaron por internet. Ubican varias calles y carreras.		Cada grupo se concentró en diversas variables del accidente y se dedicó a resolver sus inquietudes. Se observan diversas representaciones, las cuales responden a su comprensión de como ocurrió el accidente, siempre recurriendo a sus experiencias vividas en las vías.

- **Análisis paso a paso**

	Escriben paso a paso o en prosa.	**Incluyen percepciones o razones no dadas en el texto**	**Identifican que la moto y el carro recorren una distancia sin dejar huella.**	**Indican los diversos tiempos.**	**El orden de los eventos es cronológico**
G1	Prosa	No	si		si
G2	Prosa	Afirman que el carro y la moto antes del impacto llevaban velocidad constante	si	Identifican tiempos de caída y de arrastre de la moto, tiempo de reacción del carro y de frenado del carro	Para el carro si
G3	Paso a paso	No	No	Indican el tiempo de reacción y de frenado del carro, también indican el tiempo de caída y de arrastre de la moto.	si
G4	Paso a paso	Afirman que la moto intentó adelantar al carro.	No	Indican tiempo de caída y de arrastre de la moto y tiempo de reacción del carro.	si
G5	Prosa	Afirman que el accidente sucedió porque se pasa de carril sin sus direccionales.	Para el carro sí.	Indican el tiempo de caída y de arrastre de la moto.	si
G6	Prosa	Afirman que el accidente sucedió porque se pasa de carril sin sus	Para el carro sí.	No	si
G7	Prosa	Afirman que la motocicleta avanza cerrando al auto y chocan.	Para el carro sí.	No	si
G8	Paso a paso	No	Para el carro sí.	indican el tiempo d reacción del conductor del carro que es de 2.13 s.	No
G9	Paso a paso	No	No	Señalan el tiempo de reacción del carro y el de caída de la moto.	si
G10	Paso a paso	No	Para el carro sí.	Indican el tiempo de reacción y de frenado del carro, también indican el tiempo de caída y de arrastre de la moto.	No.
	Los grupos 1, 2, 5,6 y 7 escribieron lo sucedido con el carro y la moto en prosa. Los grupos 3, 4, 8, 9 y 10 escribieron paso a paso.	Los grupos 1, 3, 8, 9 y 10 no escriben razones no dadas en el texto. Los demás grupos si dan alguna explicación sobre la causa del accidente no escrita en el informe de la persona experta. Entre las razones afirman que el accidente sucedió porque la moto intentó	Los grupos 1 y 2 si identifican para el carro y para la moto una distancia recorrida antes de dejar la huella de arrastre o de frenado, los grupos 3, 4 y 9 no identifican estas distancias para ningún móvil. Los grupos 5, 6, 7, 8 y 10 solo evidencian esta distancia para el carro.	Los grupos 2, 3 y 10 indican los cuatro tiempos: caída de la moto, arrastre de la moto, reacción del carro y frenado del carro. El grupo 4 indica tres tiempos, los grupos 5 y 9 dos tiempos, el grupo 8 un tiempo.	Los grupos 1, 3, 4, 5, 6, 7 y 9 si escriben los eventos cronológicamente, los grupos 8 y 10 no.

Análisis paso a paso

	indican distancias	**Indican velocidades**	**Indican aceleraciones**
G1			
G2	Identifican la distancia de reacción y de maniobra para la moto, para el carro una distancia de 4.65 m, una de reacción de 20 m, y una distancia de frenado de 9,2m.	no	no
G3	Indican huella de arrastre de la moto y huella de frenado del carro.	no	no
G4	Indican la huella de arrastre de la moto.	Indican la velocidad del carro antes del choque.	Indican la aceleración de la moto.
G5	Indican los 20 m de reacción del carro y los 9.2m de frenado, los 24.11 m de arrastre de la moto.	No	Indican la aceleración de la moto y del carro.
G6	Indican la distancia de reacción y de frenado del carro y de arrastre de la moto.	No	No
G7	Indican los 20 m de reacción del carro y los 9.2m de frenado, los 24.11 m de arrastre de la moto.	Indican la velocidad del carro antes del choque.	No
G8	Señalan la distancia de la calzada al lugar del impacto, los 20 m de reacción del carro y los 9.2 m de frenado.	Indican la velocidad del carro después del choque.	No
G9	Indican los 5 m de la calzada al lugar de impacto, los 9.2m de frenado del carro y los 24.11 m de arrastre de la moto.	Indican la velocidad del carro antes del choque.	No
G10	Indican huella de arrastre de la moto, de frenado del carro y de reacción del carro.	Indican las velocidades del carro antes y después del choque. También la velocidad de la moto luego del impacto.	no
	El grupo 2 indica las distancias de caída de la moto, de arrastre de la moto, de reacción y de frenado del carro, la distancia de 4,65 que avanza el carro mientras la moto cae. El grupo 3 la distancia de arrastre de la moto y frenado del carro, el grupo 4 de arrastre de la moto, los grupos 5, 6 y 7 indicaron las distancias de reacción y frenado del carro y arrastre del a moto. El grupo 8 de reacción y frenado del carro y la distancia de la calzada al lugar de impacto. El grupo 9 el arrastre de la moto, el frenado del carro y distancia de la calzada al lugar de impacto. El 10 reacción y frenado del carro y arrastre de la moto.	Los grupos 2, 3, 5 y 6 no indican velocidades. Los grupos 4, 7 y 9 indican la velocidad del carro antes del choque. El grupo 8 indica la velocidad del carro después del choque y el grupo 10 la velocidad del carro antes y después del choque.	El grupo 4 indico la aceleración de la moto, el grupo 5 escribió las aceleraciones de la moto y del carro, los demás grupos no mencionaron las aceleraciones.

- **Análisis de gráficas**

	Hay proporcionalidad en cada eje.	**Utiliza convenciones y las indican para el carro y para la moto en cada gráfica.**	**La gráfica X(t) representa lo sucedido.**	**La gráfica V(t) representa lo sucedido.**
G 1	si	si	Representan adecuadamente lo sucedido con el carro y con la moto, aunque ubicaron mal las posiciones finales.	Representaron correctamente las velocidades para el carro y para la moto después del choque, no representaron las velocidades del carro y de la moto antes del impacto.
G2	si	si	Representan adecuadamente lo sucedido con el carro y con la moto, aunque ubicaron mal las posiciones finales.	Denotaron al contrario las gráficas del carro y de la moto pero están bien realizadas. Graficaron la velocidad de la moto antes del choque.
G3	si	si	Representan adecuadamente lo sucedido con el carro y con la moto, aunque ubicaron mal las posiciones finales.	Las gráficas si representan las velocidades de los móviles antes y después del choque.
G 4	si	si	sí representa lo sucedido con el carro y con la moto.	Representan bien las velocidades después del impacto, no representaron la velocidad del carro antes del impacto, pero la de la moto sí.
G 5	si	si	No	Denotaron contrarias las situaciones de los móviles espero están bien representadas. No dibujaron velocidades antes del impacto.
G6	si	si	sí representa lo sucedido con la moto, pero no con el carro.	Denotaron contrarias las situaciones de los móviles pero están bien representadas. No dibujaron velocidades antes del impacto.
G7	si	si	sí representa lo sucedido con el carro y con la moto, pero la posición final de la moto está mal ubicada.	Están denotadas al contrario, pero bien hechas. No indican la velocidad del carro antes del impacto, pero la de la moto sí.
G8	Si	Para la gráfica de posición si indican y utilizan las convenciones. Para las gráficas de velocidad y aceleración si las utilizan, pero no las indican.	sí representa lo sucedido con la moto, pero no con el carro.	Las gráficas si representan lo sucedido antes y después del choque.
G9	Si	si	sí representa lo sucedido con la moto, pero no con el carro.	Las gráficas si representan las velocidades después del choque, no representan la velocidad del carro antes del choque, pero la de la moto sí.
G10	Si	si	sí representa lo sucedido con la moto, pero no con el carro.	Representan las velocidades de los móviles, pero denotadas al contrario. No grafican velocidades antes del impacto para alguno de los dos móviles.
	Todos los grupos ubicaron las medidas proporcionalmente.	Si utilizan convenciones para los dos móviles.	Representan adecuadamente lo sucedido con el carro y con la moto, aunque ubicaron mal las posiciones finales los grupos 1, 2 y 3. Representaron bien lo sucedido con el carro y con la moto el grupo 4. Lo sucedido con la moto pero no con el carro los grupos 6, 8, 9 y 10. No representa lo sucedido para el carro y para la moto el grupo 5.	Los grupos 1, 3, 4, 8 y 9 trazaron bien las velocidades del carro y de la moto después del impacto. Los grupos 2, 5, 6, 7 y 10 las trazaron bien, pero al contrario. Los grupos 1, 5 6 y 10 no señalaron las velocidades del carro y de la moto antes del choque. Los grupos 2, 4, 7 y 9 si representaron la velocidad de la moto antes del choque. El grupo 8 trazo las velocidades del carro y de la moto antes del choque.

Análisis de gráficas

	La gráfica a(t) representa lo sucedido.	**Observación.**
G 1	Indican la aceleración cero para la moto mientras cae y de -4.21 mientras se arrastra. Para el carro la aceleración 0 mientras reacciona y de -7.35 mientras frena y se detiene. No representaron el valor de la aceleración antes del impacto para ningún móvil.	Las gráficas representan lo sucedido después del impacto. No representan variables antes del impacto.
G2	Indican la aceleración cero para la moto mientras cae y de -4.21 mientras se arrastra. Para el carro la aceleración 0 mientras reacciona y de -7.35 mientras frena y se detiene. No representaron el valor de la aceleración antes del impacto para ningún móvil.	Las gráficas representan lo sucedido después del impacto. Graficaron la velocidad de la moto antes del choque.
G3	Indican la aceleración cero para la moto mientras cae y de -4.21 mientras se arrastra. Para el carro la aceleración 0 mientras reacciona y de -7.35 mientras frena y se detiene. No representaron el valor de la aceleración antes del impacto para ningún móvil.	Las gráficas representan lo sucedido después del impacto. Graficaron la velocidad de la moto y del carro antes del impacto.
G 4	Indican la aceleración cero para la moto mientras cae y de -4.21 mientras se arrastra. Para el carro la aceleración 0 mientras reacciona y de -7.35 mientras frena y se detiene. Si representaron el valor de la aceleración antes del impacto para la moto.	Las gráficas representan lo sucedido después del impacto. Graficaron la velocidad y la aceleración de la moto antes del impacto.
G 5	Indican la aceleración de -4.21 mientras se arrastra. Para el carro la aceleración 0 mientras reacciona y de -7.35 mientras frena y se detiene. No representaron aceleraciones antes del choque.	Las gráficas de velocidad y aceleración si representan lo sucedido. No graficaron variables antes del impacto.
G6	Indican la aceleración de -4.21 para la moto mientras se arrastra. Para el carro la aceleración 0 mientras reacciona y de -7.35 mientras frena y se detiene.	La mayoría de las gráficas representan lo sucedido. No representaron variables antes del impacto.
G7	Representaron las aceleraciones de valor cero para el carro y para la moto antes del choque, la desaceleración para la moto y para el carro mientras frenan y la aceleración cero para el carro mientras reacciona y la aceleración 0 para la moto mientras cae.	La mayoría de las gráficas representan lo sucedido. Representaron la velocidad y aceleración de la moto antes del impacto.
G8	Representan la aceleración 0 para el carro y para la moto antes de comenzar los respectivos frenados, la aceleración de -4.21 para la moto y de -7.35 para el carro. No representan aceleraciones antes del choque.	Las gráficas representan lo sucedido. Señalaron las velocidades antes del impacto para los dos móviles.
G9	Los valores de las aceleraciones del carro y de la moto están cruzados. No representan aceleraciones antes del choque.	Las gráficas en su mayoría representan lo sucedido después del impacto. Graficaron la velocidad de la moto antes del impacto.
G10	indicaron las aceleraciones para la moto durante el arrastre metálico y para el carro mientras frena y se detiene, pero no representan la aceleración de valor cero para los móviles cuando avanzaban con velocidad constante.	Las gráficas representan lo sucedido a partir de las huellas de frenado.
	Los grupos 1, 2, 3, 4, 7 y 8 representaron el valor de la aceleración 0 mientras la moto cae. Todos los grupos menos el 9 representaron el valor de la desaceleración de la moto mientras se arrastra y se detiene. Los grupos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 representaron el valor de 0 para la desaceleración del carro mientras reacciona, los grupos 9 y 10 no. Todos los grupos menos el 9 representaron la desaceleración para el carro mientras frena y se detiene. Los grupos 4 y 7 representaron la aceleración 0 para la moto antes del choque. El grupo 7 representó la aceleración 0 para el carro antes del choque.	

- **Análisis de plantillas**

Grupo	los vectores posición varían al transcurrir el tiempo.	Dibujan vectores posición positivos	Dibujan vectores posición negativos	Las posiciones del carro y de la moto guardan coherencia con lo sucedido.	Los vectores velocidad varían de acuerdo a lo sucedido	Los vectores aceleración representan lo sucedido.	comentario
1	no dibujaron vectores posición.	no	no	si	sí varían para los dos móviles.	no dibujaron vectores aceleración.	Dibujaron lo correspondiente a los vectores velocidad.
2	si	si	si	si	Si en todos los momentos excepto en las posiciones finales.	Si en todos los momentos menos cuando el carro va frenando porque dibujaron la aceleración positiva.	El grupo hizo un buen trabajo.
3	si la mayoría están bien ubicados.	si	si	si	si	si.	Hicieron un buen trabajo.
4	si	si	si	si	si	no dibujaron vectores aceleración.	Hicieron un buen trabajo.
5	no dibujaron vectores posición.	no	no	sí en algunos momentos	sí en algunos momentos	no dibujaron vectores aceleración.	Solo dibujaron vectores velocidad en algunos momentos
6	no dibujaron vectores posición.	no	no	sí en algunos momentos	sí en algunos momentos	no dibujaron vectores aceleración.	Solo dibujaron vectores velocidad en algunos momentos

7	no dibujaron vectores posición.	no	no	sí en algunos momentos	no dibujaron vectores velocidad.	no dibujaron vectores aceleración.	Solo ubicaron las posiciones del carro y de la moto en varios momentos
8	no dibujaron vectores posición.	no	no	sí en varios momentos	sí corresponden a lo sucedido	sí corresponden con lo sucedido en varios momentos.	Evidenciaron que comprendieron lo sucedido
9	si	si	si	sí en la mayoría de momentos.	sí en varios momentos	no dibujaron vectores aceleración.	Los vectores posición y velocidad en la mayoría de momentos corresponden con lo sucedido.
10	si	si	si	sí en la mayoría de momentos.	sí en varios momentos	sí en la mayoría de momentos.	Evidenciaron que comprendieron lo sucedido
	El 50% de los grupos si dibujaron los vectores posición variando al transcurrir el tiempo.	El 50% si dibujo vectores posición positivos.	El 50% si dibujo vectores posición negativos.	El 40% de los grupos dibujo con coherencia lo sucedido en todo momento y el 60% en la mayoría de los momentos.	El 40% de los grupos dibujaron los vectores velocidad de acuerdo con lo sucedido, el 50% en algunos momentos y el 10% no dibujo de acuerdo a lo sucedido.	El 60% de los grupos no dibujaron vectores aceleración, el 30% si dibujaron vectores aceleración en la mayoría de los momentos y el 10% en todo momento.	A pesar de que la mitad de los grupos no dibujaron los vectores posición, al ubicar las posiciones de los móviles en los diferentes momentos evidencian comprensión. También la mayoría de los grupos comprendieron como variaban los vectores velocidad.

Anexo 2. Sistematización de la evaluación de las actividades por parte de los estudiantes

Resultados de la evaluación de las actividades realizada por los estudiantes

Cada una de las actividades que formaron parte de la implementación fue evaluada por los grupos de estudiantes, obteniendo los siguientes resultados:

Actividad 1: Lectura del accidente y realización del bosquejo.

Grupos	¿Qué aprendió? (desde un enfoque general del aprendizaje)	¿Qué comprendió? (desde un enfoque contextual del caso)	¿Qué dificultades se le presentaron?	¿Qué le pareció interesante?	¿Qué le cambiaría a la actividad?
Grupo 1	Aprendimos a comprender un accidente mediante la lectura.	Cómo fue el choque del carro y la moto y los diferentes tiempos.	En la lectura un poco difícil.	La lectura después de comprenderla	La lectura que sea un poco más breve.
Grupo 2	Analizar y sintetizar una situación de un caso real de la vida y realizar un dibujo de todo el procedimiento	Comprendimos los diferentes tiempos, distancias y velocidades para un choque.	Hacer el bosquejo ya que no sabíamos cómo graficar este tipo de cosas	Que aprendimos las reacciones que se generan al haber un choque.	Que no fuera tan aburrida y que fuera más activa.
Grupo 3	Aprendí como analizar y recrear un accidente	Comprendí como sucedió el accidente.	La lectura estaba muy complicada de entender	Me pareció interesante entender como paso el accidente	La actividad estuvo buena y no le cambiaría nada.
Grupo 4	Nosotros aprendimos que para poder ilustrar un texto se necesitan	Comprendimos que en el accidente interpretado por	En el momento en que estábamos ilustrando el		Nosotros le agregaríamos al accidente más

	dos cosas, primero concentración y luego comprensión. El texto era muy interesante y aunque nos fue muy difícil entenderlo, poco a poco fuimos comprendiendo el accidente, sus causas y sus consecuencias.	nosotros, el carro y su intento de adelantar a la moto fueron la causa de que se generará este fuerte accidente.	accidente, pero no podíamos ubicar en qué lugar empezaba el choque.		sujetos aparte del carro y la moto, que otras dos motos entraran al accidente y el propio accidente cambiaría completamente.
Grupo 5	Aprendimos como ocurre un accidente con detalles con respecto a sus aceleraciones.	Comprendimos como ocurre el accidente.	Que había muchas confusiones para saber quien tuvo la culpa.	Me pareció interesante que al final sabíamos cómo había pasado todo y con pocos datos hicimos bosquejos.	Que fuera menos aburrido.
Grupo 6	Aprendimos como hacer el dibujo y como descifrarlo.	Como ocurrió el accidente	En ocasiones no entendimos con claridad el accidente.		Imaginamos como fue el accidente y lo pondría un poco más simple.
Grupo 7	Aprendimos el cómo y porqué del accidente. Dibujar el bosquejo según datos exactos. Comprensión de lectura.	La forma en que ocurrió. Las fuerzas que se aplicaron en el momento del accidente.	Ubicar los datos exactos en el bosquejo. Comprender en la primera lectura el accidente.	Conocer temas nuevos.	

Grupo 8	Como se lee un accidente gráficamente.	Que había un accidente entre un carro y una moto y que se hicieron los análisis para mirar que paso en el accidente.	El entendimiento de la lectura de los pasos a la hora de graficar el bosquejo.	El momento de graficar el accidente.	La forma tan monótona del ejercicio.
Grupo 9	A realizar un bosquejo guiándose solo de una lectura.	Que hubo un accidente entre un carro y una moto con medidas precisas.	En la realización del bosquejo hacer las medidas del accidente en él.	Aprender cómo se puede investigar un accidente.	Le cambiaría por una clase más dinámica.
Grupo 10	Analizar el accidente desde otro punto de vista.	Comprendimos que la velocidad y la aceleración influyen en el resultado.	Se nos dificultó mucho la lectura.	Nos pareció interesante la manera en que narran el accidente paso a paso.	No le cambiaríamos nada porque sentimos que esta actividad fue bien realizada.
Analizando las respuestas a estas preguntas observo que:	Los grupos 1,4, 5 y 7 aprendieron a comprender el accidente. Los grupos 2, 3 y 10 aprendieron a analizar el accidente. Los grupos 6, 7 y 9 aprendieron como hacer el dibujo. El grupo 2 aprendió como analizar y sintetizar una	Los grupos 1, 3, 5, 6, 7, 8, y 9 comprendieron como ocurrió el accidente. Los grupos 2, 7, y 10 comprendieron elementos de la física involucrados en el accidente como tiempos, distancias, velocidades, aceleraciones y fuerzas.	A los grupos 1, 3, 7 y 10 se les dificultó hacer la lectura por lo complicada. A los grupos 2, 7, 8 y 9 se les dificultó hacer el bosquejo porque no sabían cómo graficar las situaciones y	A los grupos 3 y 5 les pareció interesante como paso el accidente. A los grupos 5 y 8 hacer el bosquejo. A los demás grupos les pareció interesante diversos aspectos. A mí me llama la atención ver los diversos aspectos	A los grupos 2, 5, 8, y 9 la actividad les pareció aburrida y la cambiarían por una más activa. Los grupos 3 y 10 no le cambiarían nada. Les pareció bien realizada.

	situación de un caso real de la vida, esta respuesta es muy importante para mí ya que mi trabajo busca enseñar física relacionada con los contextos de los estudiantes y este grupo hace evidente ese fin.	Los integrantes del grupo 4 explicaron para ellos como fue que sucedió el accidente.	como ubicar las medidas. El grupo 4 se le dificulto ubicar el lugar donde empezaba el choque.	que a los grupos les llamaron la atención.	

Actividad 2. Explicación de las ecuaciones

Con respecto a la actividad de las explicaciones de las ecuaciones de la cinemática y la dinámica, que nos permiten analizar mejor el accidente, por parte de la docente los estudiantes expresaron lo siguiente:

Grupo	¿Qué aprendió?	¿Qué comprendió?	¿Qué dificultades se le presentaron?	¿Qué le pareció interesante?	¿Qué le cambiaria a la actividad?
G1	Como sacar tiempos con algunas ecuaciones.	El tiempo de choque de la moto y el carro y algunas ecuaciones.	En nada, las ecuaciones estaban fáciles de resolver.		Nada la actividad estaba fácil de comprender.
G2	No entendimos muy bien esta actividad.		Al hacer las operaciones no teníamos muy bien explicado el procedimiento		Una explicación más clara.
G3	Como sacar los tiempos del accidente	Como resolver las ecuaciones.	Como comprender las ecuaciones.	Que gracias a las ecuaciones supimos los	No le cambiaría nada a la actividad, estuvo bien.

				tiempos del accidente.	
G4	Nosotros aprendimos que un accidente no es simplemente letras, también son números que dan para cada calculo que hacemos, somos capaces de saber quién de los dos sujetos fue el que tuvo la culpa del accidente cuando no se puede reconocer a simple vista.	Nosotros en esta parte de ecuaciones comprendimos que los números son una parte vital para la construcción de prácticas.	Lo que más se nos dificulto sobre las ecuaciones fue que algunas eran muy largas y complicadas de hacer o que eran demasiadas ecuaciones, pero lo demás fue muy claro.		Nosotros le cambiaríamos a esta actividad la forma de cómo nos explicaron las ecuaciones porque fue muy directo y muy rápido y había gente que no entendía ni una sola, entonces nosotros pensamos que sería mucho mejor haber explicado las ecuaciones poco a poco con maneras más didácticas y más comprensibles
G5	Aprendimos con más exactitud el accidente porque había detalles que todavía no entendíamos y hacer ciertos ejercicios por	Comprendimos los pasos de los procesos para realizar cada ecuación.	Entender las ecuaciones paso por paso.		Pondría otra clase de accidente un poco más interesante.

	medio de las ecuaciones.				
G 6	Aprendimos como hacer ciertos ejercicios por medio de las ecuaciones.	Comprendimos los procesos para hacer las ecuaciones	El entendimiento de las ecuaciones		Colocar otra clase de accidente.
G7	Como solucionar las fórmulas para hallar los datos exactos.	La forma de reemplazar datos.	Ninguna		Nada.
G8	Como resolver o leer ecuaciones de un accidente.	Resolver ecuaciones.	El entendimiento de las ecuaciones.	La solución de la ecuación.	Que sea más entendible las ecuaciones.
G 9	Aprendimos a sacar el tiempo de arrastre de la moto y a hacer ecuaciones.	Que después de tener pocos datos del accidente podemos buscar lo que queramos solo con ecuaciones.	Comprender algunas ecuaciones que explicaba la profesora.	Como podía saber los datos que no me daban.	Que hubiera sido más dinámica.
G 10	Aprendimos como se soluciona la ecuación para hallar la incógnita que se está buscando.	Lo que comprendimos fue como hallar el tiempo de reacción del carro, aceleración de la moto etc., esto lo hicimos reemplazando y despejando las ecuaciones.	Se nos dificulto un poco al principio entender lo que la profesora estaba haciendo en el tablero.	Nos pareció muy interesante como por medio de fórmulas podemos resolver y calcular exactamente lo que paso en el accidente.	El orden de la explicación en cuanto a ecuaciones y planteamiento del accidente.

Actividad 3. Evaluación de los paso a paso.

De la evaluación de los paso a paso se presentan los siguientes resultados:

	¿Qué aprendió?	¿Qué comprendió?	¿Qué dificultades se le presentaron?	¿Qué le pareció interesante?	¿Qué le cambiaria a la actividad?
G1	Poder analizar paso a paso cada cosa en un caso específico.	Que paso a fondo en el accidente.	Tuvimos dificultades al leer para hacer el paso a paso ya que la lectura era un poco enredada.	La forma de desarrollar la clase.	Nada, es una actividad muy bien planeada.
G2	Hacer la conclusión clara de un problema.	Comprendimos la claridad y proceso que hay en un accidente.	Al momento de redactar ya que no teníamos claro algunas cosas.	Que al hacer el paso a paso pudimos tener análisis de una situación.	Nada, nos pareció interesante.
G3	Aprendí a ver lo que pasa en cada momento con el carro y con la moto.	Comprendí como hacer el paso a paso tan solo leyendo.	Se me dificulto un poco porque no puse algunos pasos importantes.	Me pareció interesante ver que paso en cada momento con el carro y la moto.	Le cambiaría que nos dieran más horas de clase para comprender mejor.
G4	Aprendimos la forma de organizar el accidente paso por paso respetando las características del informe y sin desordenar los datos que se nos entregan.	Comprendimos que para formar un accidente se necesita generalizar un paso a paso.	Que cuando leímos y formamos el paso a paso nos faltaban varias observaciones y luego de agregarle observaciones nos faltaban los datos en cuanto al		Nosotros no le cambiaríamos nada al paso a paso porque fue un ejercicio bastante entretenido.

			frenado y lo demás.		
G5	Como fue el proceso en el que se caía la moto u ocurría el accidente.	Comprendimos la manera del impacto entre la moto y el carro o el derrape.	Al principio no entendimos el accidente en el momento del impacto.		En vez de guías ver un accidente en un video o recrear el accidente en 3D.
G6	Como fue el proceso en que ocurrió el accidente.	Comprendimos como fue la forma de caída de la moto.	Al principio no entendimos el accidente.		En vez de analizar el accidente haría un video que recreara el hecho del accidente.
G7	A describir el accidente.		Redactar el paso a paso.		Nada.
G8	Aprendimos a sacar los principal de un accidente.	Comprendimos el orden del accidente.	No saber organizarlo.	La forma de leer un paso a paso.	Nada.
G9	A describir un accidente.	Comprendimos detenidamente el accidente.	Ninguna	El saber detalles del accidente.	Que fuera más dinámica.

Actividad 4. Evaluación de gráficas.

Con relación a las gráficas se presentan los siguientes resultados:

Grupo	¿Qué aprendió?	¿Qué comprendió?	¿Qué dificultades se le presentaron?	¿Qué le pareció interesante?	¿Qué le cambiaria a la actividad?
G1	Como poner los intervalos de tiempo en una gráfica	Cual fue el recorrido de la moto y el carro antes y después del choque	Poner los tiempos en las gráficas	El recorrido o la gráfica de choque ya que empezamos a entender mucho más el tema	Nada, todo estuvo interesante, aunque un poco difícil pero se

					entendió bien el tema
G2	Representar en una gráfica los tiempos y mediciones que hubo en éste accidente		La dificultad fue al momento de realizarlo		Que se pudiera hacer con medidas más exactas
G3	Como comprender lo sucedido, el tiempo y la distancia del accidente	Como hacer una gráfica de tiempo y de distancia	Hacer y comprender las gráficas	Aprender a hacer los planos de un accidente	Que fuera menos complejo y que hubiera más horas para comprender
G4	Graficar el accidente parte por parte utilizando los diferentes datos que nos dieron en el resultado de las ecuaciones	Que tanto el auto como la moto tenían diferentes datos y por lo tanto sus gráficas no eran similares	Cuando teníamos que ubicar cambios de velocidad significativos en las gráficas o cuando teníamos que ubicar velocidades negativas		Que se realizara gráficas individuales tanto con el carro como con para la moto con los diferentes datos, ya que hacer tantos datos en una misma gráfica se veía muy inapropiado para un trabajo
G5	Como realizar las gráficas con exactitud	Como un accidente se puede explicar por medio de gráficas	La realización de las gráficas		Haría las gráficas más simples
G6	Como realizar las gráficas con exactitud	Como un accidente se puede explicar por medio de gráficas	La realización de las gráficas		Haría las gráficas más simples
G7			Ubicar los datos en las gráficas	La forma como quedaron al final las graficas	La explicación de la profesora

G8	Los diferentes tipos de gráficas que se pueden hacer	Como funciona una gráfica con diferentes datos	Al momento de ubicar los puntos para la gráfica	Como daban los resultados y la manera de leerlo	Que tuviera más explicación
G9	A graficar un accidente	Como se grafica	Graficarlas	Como se podía graficar cada cosa	Que fuera más dinámica
G10	Graficar los tiempos en las gráficas	Como aumentaba y disminuían los datos y las trayectorias	Lograr ubicar bien los tiempos en la gráfica	El modo en que esos datos se representaron de otra manera	Que los tiempos no fueran decimales sino números enteros

Actividad 5. Evaluación de los tiempos de reacción.

Con relación a la actividad de medir tiempos de reacción se presentan los siguientes resultados:

Grupo	¿Qué aprendió?	¿Qué comprendió?	¿Qué dificultades se le presentaron?	¿Qué le pareció interesante?	¿Qué le cambiaria a la actividad?
G1	A utilizar más las fórmulas de mejor manera	Que con el tiempo se puede llegar a hacer cálculos	Poder realizar de una buena manera las fórmulas	Como con unos simples datos se puede llegar a fondo en algo	Dar las fórmulas más claras
G2	Que si no hubieran tiempos de reacción, el accidente hubiese sido más grande	Que si no hubieran tiempos de reacción, el accidente hubiese sido más grande	Al resolverlas para que dieran las medidas exactas		
G3	A como explicarlo en forma de gráficas	A como hacer una gráfica en forma de medidas	En algunas ocasiones las medidas cambiaban y no quedaban exactas	Que lo conseguimos sin tantos problemas	Nada
G4	A medir los tiempos de reacción de una persona utilizando un	Que el tiempo de reacción de una persona varia en su estado	Que perdíamos los tiempos de reacción ya que se		Que la actividad de tiempos de reacción podía ser

	palo de madera y unas ecuaciones apropiadas para medirlos	mental, pudiendo mejorar o empeorar	borraban de donde los marcábamos y teníamos que repetirlo mucho		más interesante si hubiera tenido una finalidad competitiva de quien tuviera menor tiempo
G5	Que a veces nos demoramos demasiado en reaccionar y eso nos podría llevar a la muerte	Que todos los humanos no reaccionan igual	Tomar los tiempos exactos		Nada.
G6	Que a veces nos demoramos demasiado en reaccionar y eso nos podría llevar a la muerte	Que todos los humanos no reaccionan igual	Tomar los tiempos exactos		Nada.
G7	A realizar las operaciones para hallar datos exactos		Solucionarlo	Todo	Nada
G8	Medir los tiempos de reacción de un accidente	El tiempo para reaccionar que tiene una persona al momento de un accidente, porque no es lo mismo reaccionar distraído que concentrado	Ninguna, ya que fue un tema fácil	Cómo puede un segundo cambiar tanto la posibilidad de reaccionar a tiempo en un accidente	Nada, ya que fue entretenido y muy entendible

G9	A formular cada tiempo de reacción	Calcular por medio de las fórmulas a sacar las medidas	Ninguna	El saber que por medio de fórmulas se sacan las medidas	Que fuera más dinámica
G10	A calcular el tiempo por medio de fórmulas para encontrar la incógnita	Que los tiempos de reacción son distintos, cuando aumenta la reacción, aumenta la distancia	Lograr calcular el tiempo	Como podemos calcular el tiempo cuando el palo cae	Nada, nos pareció muy dinámica

Anexo 3. Diarios de campo

Diario de campo 1: Lectura del accidente de tránsito y realización del bosquejo.

Días: Noviembre 5 y 7 del 2016.

Duración: Tres horas.

Curso: 2s2.

Comencé la implementación diciéndoles a los estudiantes que íbamos a comenzar un estudio sobre los accidentes de tránsito tipo automóvil-motocicleta puesto que yo estaba interesada en estudiar con ellos los elementos de la física involucrados en esta clase de accidentes. Les dije que se organizaran en grupos de tres estudiantes para trabajar toda la implementación que sería aproximadamente de siete sesiones y los grupos debían mantenerse durante toda la implementación.

Les entregué el texto de un accidente de tránsito tipo automóvil-motocicleta que la secretaria de tránsito me había facilitado, les dije que realizaran la lectura en grupos para entender como había sucedido el accidente y que luego llegaran a un acuerdo sobre cómo había sucedido para posteriormente hacer un bosquejo del accidente. También les entregué el bosquejo de otro accidente para que les ayudara a guiarse.

Los estudiantes comenzaron a hacer la lectura y observe lo siguiente:

-A algunos grupos les causó dificultad hacer la lectura.

-Hice énfasis donde comenzó la huella de arrastre de la moto y que el impacto fue al norte del inicio de esta huella.

-Todos los grupos ubicaron la huella de frenado del carro en el momento del impacto, no era claro para ellos que el carro maniobro y se desplazó mínimo 20 metros, para luego si marcar la huella de frenado.

-Los grupos 3, 4 y 5 entendieron el accidente como que la moto venia al lado del carro e intento pasarlo, por eso ocurrió el accidente.

Un estudiante integrante del grupo 9 no podía comprender como el carro y la moto impactaron si la moto iba adelante del carro, el me pregunto si podía buscar en internet la avenida Usme para analizar el accidente, yo le dije que sí.

-Las estudiantes del grupo 1 hicieron las conversiones de las velocidades que estaban en la lectura, les llamó mucho la atención verificar los valores.

-Los grupos 3, 4, 8 y 9 después de interactuar con la profesora lograron entender que el carro después del impacto y antes de frenar se desplazó como mínimo 20 metros.

Reflexiones:

-A los estudiantes le surgen preguntas diferentes, se enfocan en aspectos distintos del accidente, los motivan aspectos diferentes, algunos estudiantes que practican el ciclismo intentan explicar el accidente desde su experiencia.

-Aunque se había revisado el informe del accidente y considerado que era sencillo para la lectura, no fue así ya que resulto confuso para algunos grupos.

- Esta actividad me permitió ver de una manera diferente a mis estudiantes ya que mi función no era trasmitir conocimientos sino interactuar con ellos y guiarlos en sus procesos de análisis.

- Estas primeras implementaciones me han gustado mucho ya que me permitieron analizar varios elementos de la física involucrados en un contexto real de los estudiantes.

-También fue interesante ver las diversas formas como ellos creen que sucedió el accidente.

-Desde estas primeras implementaciones se evidencian los conocimientos de los estudiantes con los cuales se puede interactuar, como lo propone Porlán (1994), se pueden hacer varias reflexiones que permitan avanzar en la construcción de un conocimiento donde tengan en cuenta otras variables no pensadas hasta el momento.

Diario de campo 2: Paso a paso del accidente.

El día 30 de enero comenzamos clases en el colegio I.E.D Class, le entregué a los alumnos ahora del curso 3S2 nuevamente el caso con algunos ajustes para que fuera más sencillo de entender, para que lo recordaran, lo mismo con el bosquejo que habían hecho el semestre anterior, también les pedí que me entregaran en una hoja el "paso a paso" del accidente que consistía en escribir el paso a paso que ocurrió con el carro y con la moto en cada momento del accidente. La duración del trabajo fue de una hora.

Observaciones:

-Este ejercicio les permitió a los estudiantes revisar y escribir lo que sucedió en cada momento con el carro y con la moto.

-El grupo 2 escribió que el accidente sucedió porque el carro iba detrás de la moto y la choco por la parte de atrás.

-Los grupos 4 y 7 escribieron que el accidente sucedió porque la moto trato de adelantar al carro y el carro la golpeo.

-Los grupos 5 y 6 escribieron que el accidente sucedió porque la moto intentó cambiar de carril y no puso las direccionales.

Reflexiones:

-Para mí es muy interesante ver que los grupos escriben las diversas maneras como pudo haber ocurrido el accidente.

-Esta actividad permitió a los estudiantes organizar el accidente y de esta manera comprenderlo más.

-Esta actividad le gusto a la mayoría de los grupos. Les pareció muy bien planeada.

-Esta forma de representación ayudo a los estudiantes a una mejor comprensión del accidente, aquí es evidente lo expresado por Elkana (1983) en cuanto a la importancia de las diversas representaciones.

Diario de campo 3: Ecuaciones del accidente de tránsito.

El día 1 de febrero comencé el análisis del caso aplicando las ecuaciones de la cinemática del movimiento rectilíneo uniforme y las ecuaciones del movimiento uniforme acelerado para hallar los tiempos de caída de la moto, de arrastre de la moto, de reacción del carro y de frenado del carro. También las utilice para hallar la distancia que recorre la moto al caer, para hallar el tiempo total y la distancia total del carro y la moto durante el accidente. Con estos datos organizamos el accidente en varios momentos.

Asigne como tarea repasar las leyes de Newton y las fuerzas de rozamiento. Duración de la clase 2 horas.

El día 6 de febrero repase con los estudiantes las leyes de Newton, las fuerzas de rozamiento, las fuerzas que actúan sobre la moto y el carro con el objetivo de hallar la aceleración del carro y de la moto y con el valor de las aceleraciones hallar el tiempo de arrastre de la moto y el tiempo de frenado del carro. Para hallar las fuerzas de rozamiento sobre el carro y la moto utilicé los coeficientes de rozamiento, los alumnos me preguntaron que esos valores de donde salieron y yo les contesté que estaban en el informe técnico que hizo la experta. Un estudiante me dijo que si le podía llevar todo el informe de la persona experta para mirar los coeficientes de rozamiento y yo le dije que sí. Duración de la clase 2 horas.

El día 13 de febrero les dije a los estudiantes que con el valor de las aceleraciones y con las ecuaciones de la cinemática íbamos a hallar el tiempo de arrastre de la moto y el tiempo de frenado del carro yo les explique todo el procedimiento.

Posteriormente calcule el tiempo total del accidente para la moto y la distancia total, lo mismo para el carro. Luego se terminó la clase, se despidieron y se fueron.

Observaciones:

-Los estudiantes estuvieron atentos al desarrollo de las ecuaciones y algunos de ellos preguntaban lo que no entendían.

-Me llamó la atención el estudiante que quería ver el informe técnico del accidente y los coeficientes de rozamiento porque estaba interesado en la temática.

Reflexiones:

-Tuve la oportunidad de aplicar las ecuaciones trabajadas en la cinemática y la dinámica en el análisis de un hecho real que se presenta en los contextos de los estudiantes, eso fue muy significativo para mí.

Después del estudio de las ecuaciones se volvió a hacer otro paso a paso incluyendo los valores obtenidos y se observó mayor comprensión por parte de los estudiantes.

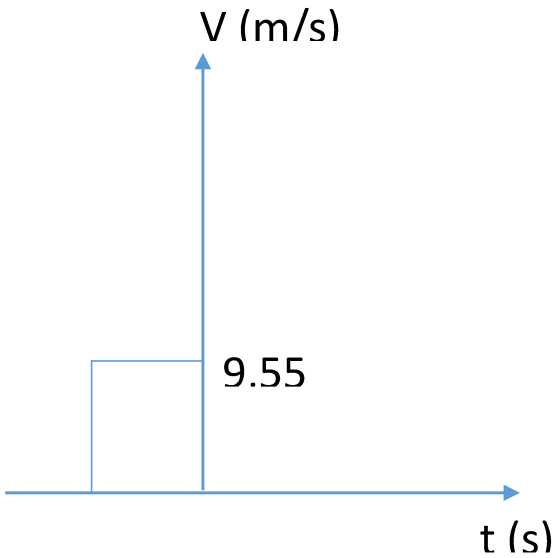
Diario de campo 4: Realización de gráficas X (t), V (t) y a (t).

Días 15 y 20 de febrero. Duración cuatro horas.

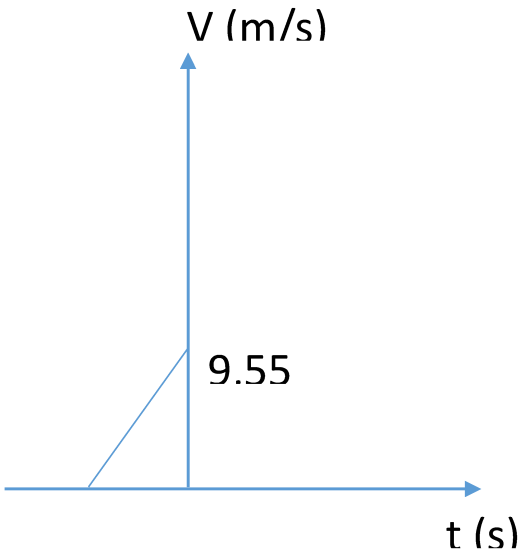
El día 15 de febrero les dije a mis estudiantes que los tiempos que habíamos calculado con las ecuaciones los íbamos a ubicar en el eje X que representaba el tiempo, se ubicaron en el siguiente orden: 0.33, 1.50, 2.12, 3.35, 3.62 y 3.68 que corresponden al tiempo de caída de la moto, el tiempo de frenado del carro, el tiempo de reacción del conductor, el tiempo de arrastre de la moto ,el tiempo total para el carro y el tiempo total para la moto respectivamente. Les dije que dividieran la hoja en tres partes para hacer las tres graficas en la misma hoja. Les hice ubicar los tiempos en las tres graficas X(t), V(t) y a(t) para que observaran la relación de las tres graficas con los tiempos ubicados sobre la misma línea vertical. Comenzamos con la gráfica de la posición en función del tiempo, les dije que trazaran las gráficas con 2 colores distintos un color representaba el movimiento del carro y el otro el movimiento de la moto. Comenzamos con la moto, los estudiantes me decían que no sabían cómo representar la situación, les dije a medida que me preguntaban que cual era la gráfica para la posición en función del tiempo si la moto del segundo 0 a 0.33 se movió con velocidad constante, ellos me dijeron que era una recta y les dije que sí, luego para la moto desde 0.33 segundos hasta 3.68 les pregunte que como sería la gráfica y no sabían, les dije que la moto en este trayecto tenía una desaceleración constante es decir que la velocidad disminuía en cantidades iguales en intervalos iguales de tiempo hasta que la moto se detenía como no sabían les dije que era una curva, luego ellos hicieron la gráfica correspondiente al carro.

El día 20 de febrero los alumnos del curso 3s2 llegaron al laboratorio de física y yo los salude y luego tome asistencia, posteriormente les dije que debían continuar con la gráfica de V(t), les recordé que el eje Y representaba el momento del impacto y que a la izquierda eran los momentos antes del impacto y a la derecha los momentos después del impacto. En el tablero estaban escritos todos los datos obtenidos para la moto y el carro al aplicar las ecuaciones de cinemática y dinámica.

Los alumnos no sabían cómo comenzar las gráficas de velocidad, yo les recordé que habíamos asumido para la moto una velocidad constante antes del impacto y les decía que si la moto antes del impacto lleva una velocidad constante de 9.55 m/seg como graficarían esa situación y ellos dibujaban lo siguiente:

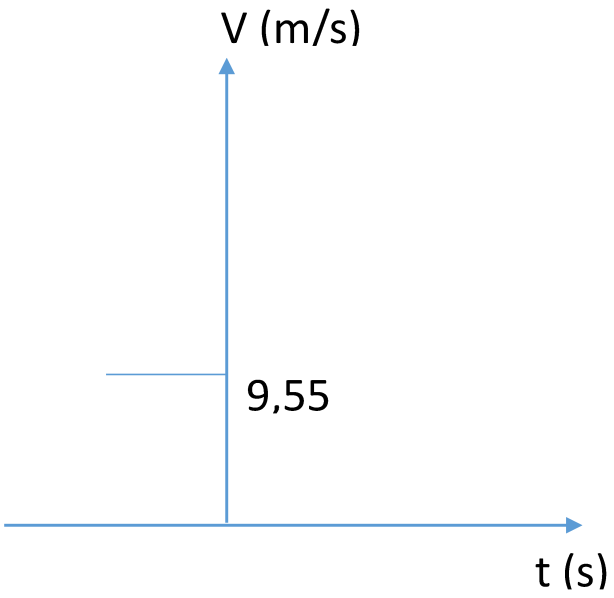


o dibujaban:

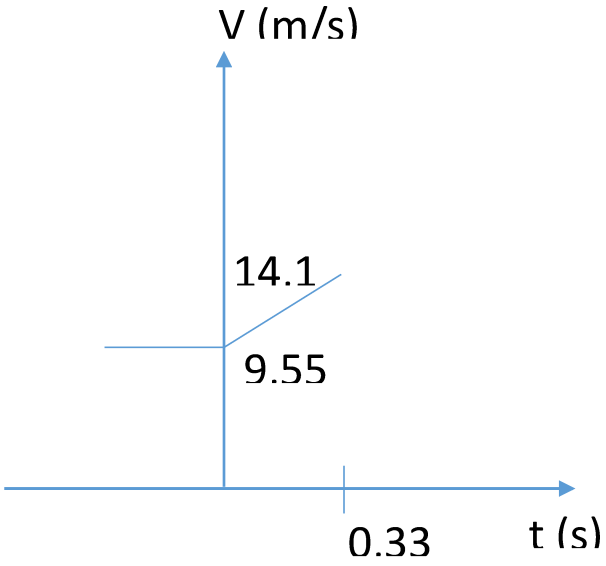


Les dije yo leería la segunda gráfica de la siguiente manera: la moto antes del choque tenía una velocidad de 0 m/seg y alcanzó una velocidad de 9.55 m/seg en el tiempo transcurrido, les pregunte que si así habían ocurrido los hechos, me contestaron que no.

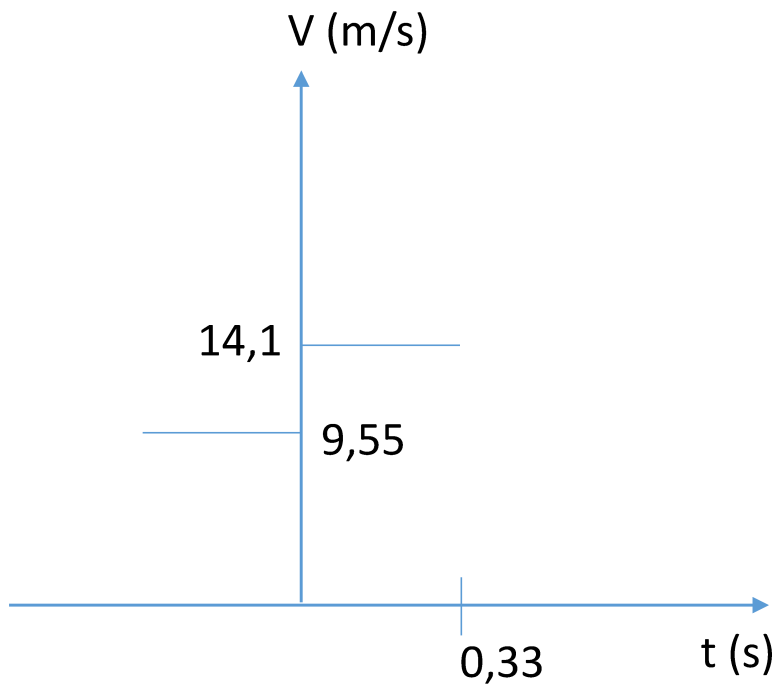
Les pregunté que si ubicaba una recta paralela al eje x antes del impacto en el valor de 9,55 m/seg, quedaría representado lo sucedido y dibuje lo siguiente:



Me contestaron que sí. Para la velocidad adquirida por la moto durante el impacto de 14.1 m/seg me dijeron que la representarían así:



Les dije que yo leería la gráfica de la siguiente manera: la moto aumento su velocidad con el impacto de 9,55 m/seg a 14,1 m/seg en 0,33 segundos. Uno de los estudiantes dijo que entonces la gráfica sería así:



Los demás estudiantes estuvieron de acuerdo.

Reflexiones:

-Aunque los estudiantes habían trabajado en clases anteriores las gráficas de posición y velocidad para movimientos constantes y acelerados y gráficas de aceleración no sabían cómo hacer las gráficas, proceso que fueron logrando con la orientación de la docente.

-Algunos grupos no accedieron a trabajar de la manera propuesta por la docente que era guiar el proceso de aprendizaje, ellos querían que les explicara común y corriente en el tablero y que no les hiciera preguntas, yo les decía que era importante que ellos pensaran y propusieran el trazo de las gráficas, algunos grupos no las hicieron de la mejor manera y no entendieron la actividad.

- El hecho de pasar de una representación a otra presentó dificultades como lo indica Tamayo (2006), en este caso de las ecuaciones a las gráficas.