

**La Enseñanza De La Mecánica Desde El Uso De La Física Forense Y Su Contextualización Con Enfoque
Ciencia Tecnología Y Sociedad**

Alejandro Bolívar Suárez.

Tesis Presentada para obtener el Título de
Doctor en Ciencias de la Educación
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

RUDE Colombia

CADE Tunja

Agosto 2019.

**La Enseñanza De La Mecánica Desde El Uso De La Física Forense Y Su Contextualización Con
Enfoque Ciencia Tecnología Y Sociedad**

ii

Alejandro Bolívar Suárez

Dr^a. Nidia Yaneth Torres Merchán

Directora

Dr. Jordi Solbes Matarredonda

Codirector

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

RUDE Colombia

CADE Tunja

2019

Nota de Aceptación

Jurado

Jurado

Dra. Nidia Yaneth Torres Merchán
Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia

Tunja, 2 de septiembre de 2019

Dedicatoria

A Dios por regalarme maravillosas oportunidades.

A mis padres: Yolanda y Simón, por su incondicional apoyo.

A mi familia, amigos y compañeros de vida.

*“La vida es una preparación para el futuro,
Y la mejor preparación para el futuro es vivir como si no hubiera ninguno”*

Albert Einstein

Agradecimientos

v

¡Más que Gracias un Dios les Pague!

A Dios por mi existencia y las maravillosas oportunidades que me ha ofrecido.

A mis Padres por apoyarme incondicionalmente en mi formación ética, moral y académica.

*A la Dra. Nidia Torres de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y al Dr. Jordi Solbes
de la Universidad de Valencia*

Por la gran disposición para que este proyecto se desarrollara a cabalidad.

A las personas que apoyaron éste proyecto:

Mónica Parada, Laura Catherine y Diana Pineda.

A mis colegas y estudiantes.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Doctorado en Ciencias de la Educación. **La enseñanza de la mecánica desde el uso de la física forense y su contextualización con enfoque ciencia tecnología y sociedad.** Autor: Alejandro Bolívar Suárez, Directora: Dra. Nidia Yaneth Torres Merchán. Codirector: Dr. Jordi Solbes, Tunja, agosto de 2019.

Resumen

Esta investigación surge desde la necesidad de motivar a los estudiantes por el aprendizaje de la física en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, como se demuestra en el capítulo 1, se evidencia una declinación en el interés por el estudio de la física. La investigación se desarrolló con el ánimo de aportar una nueva forma de enseñar mecánica desde los accidentes de tránsito, con el fin de incentivar a los estudiantes hacia el aprendizaje de la física. Para ello, la investigación se ejecutó en diferentes momentos. El primer momento, corresponde al *Diagnostico*, realizado con tres tipos de Test (Test de Actitudes, Test de Percepciones y Test de Conceptos), para conocer y analizar las apreciaciones que tienen los estudiantes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la física en la formación básica y media. En un segundo momento, se diseñó una unidad didáctica denominada *Curso de peritos físicos*, que contiene los temas relacionados con el curso de mecánica a nivel universitario, donde se plantearon misiones relacionadas con las temáticas propias de la investigación de accidentes de tránsito; esta unidad se desarrolló en dos grupos universitarios (Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental LCNEA y Licenciatura en Matemáticas LM de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia). Al respecto, los estudiantes universitarios desarrollaron cada apartado de la unidad durante un semestre académico 16 semanas. Esta ha sido evaluada cualitativamente, mediante el análisis de las redes semánticas obtenidas de los productos de la intervención; material de clase, trabajos, grabaciones, cuestionarios, etc. con ambos grupos, donde se aprecia una mejor comprensión de los aspectos formales en los alumnos de LCNEA y de las relaciones CTS en los de LM. Y cuantitativamente comparando los resultados obtenidos con un pre-test pasado a ambos grupos con el pos-test realizado después de la intervención. Los resultados de comparación del pre-post mostraron aportes importantes en la comprensión de los fenómenos mecánicos en los dos grupos. Aspecto que da cuenta de cómo el diseño y la contextualización favorece los aprendizajes. Además, se evidencia como el uso de problemas del contexto desde la física forense abre un espacio importante de desarrollo desde otras disciplinas de las ciencias, donde se hace útil el aporte de una prueba científica, a fin de esclarecer hechos de investigación forense y en particular los accidentes de tránsito.

Palabras clave: Física Forense- Actitudes Científicas- Unidad didáctica- Accidentes de Tránsito.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Doctorado en Ciencias de la Educación. **La enseñanza de la mecánica desde el uso de la física forense y su contextualización con enfoque ciencia tecnología y sociedad.** Autor: Alejandro Bolívar Suárez, Directora: Dra. Nidia Yaneth Torres Merchán. Codirector: Dr. Jordi Solbes Matarredona Tunja, Agosto de 2019.

Abstract

This research arises from the need to motivate students in the learning of physics in Pedagógica and Tecnológica de Colombia University, as it shows in the first chapter, it evidenced a decline in the interest of studying physics. The research was developed with the aim of providing a new way to teach mechanics from traffic accidents, in order to encourage students to learn physics. For this, the investigation was carried out at different times. The first moment corresponds to the *Diagnosis*, carried out with three types of Test (Attitude Test, Perceptions Test and Concepts Test), to know and analyze the students' opinions about the teaching and learning of physics in basic and average training. In a second moment, a didactic unit called Course of Physical Experts was designed, which contains the topics related to the mechanics course at university level, where it states missions related to typical topics to the research of traffic accidents . This unit was developed in two university groups (Degree in Natural Sciences and Environmental Education LCNEA and Degree in Mathematics LM from the Pedagogical and Technological University of Colombia). In this regard, university students developed each section of the unit during a 16-week academic semester. This has been qualitatively evaluated, by analyzing the semantic networks obtained from the intervention products; class material, papers, recordings, questionnaires, etc. with both groups, where it is appreciated a better understanding of the formal aspects in the students of LCNEA and of the CTS relationships in LM Students. And quantitatively comparing the obtained results with a pre-test passed to both groups with the post -test done after the intervention. The pre-post comparison results showed important contributions in the understanding of the mechanical phenomena in the two groups. This aspect that gives an account of how the design and contextualization favors learning. In addition, it is evident how the use of context problems from forensic physics opens an important development space from other science disciplines, where the contribution of a scientific evidence is useful, in order to clarify facts of forensic research and in particular traffic accidents

Keywords: Forensic Physics- Scientific Attitudes- Didactic Unit- Traffic Accidents

Tabla de Contenidos

Introducción	1
Capítulo I.....	4
Planteamiento del Problema y Justificación	4
1.1. Abandono de los estudios de la Física	5
1.2. Contextualización del objeto de estudio	5
1.3. El porqué de este estudio	11
1.4. Formulación del problema	12
1.5. Objetivos.....	13
Objetivo General.	13
Objetivos Específicos.....	13
Capítulo II.....	14
Fundamentación Teórica	14
2.1. Enseñanza de la física desde lineamientos curriculares	14
2.1.1. AAAS (American Association for the advancement of science, 1985).	14
2.1.2. Ciencia: Conocimiento para todos (1989): Estándares científicos.	14
2.1.3. Avances en el conocimiento científico: Metas de instrucción de las ciencias.	15
2.1.4. Informe Rocard.	17
2.2 Lineamientos Nacionales sobre la enseñanza de la física.	19
2.3. Enseñanza de la física en la educación superior en algunas universidades colombianas.	22
2.3.1. Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá.....	22
2.3.2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.	23
2.4. Comunidades de investigación sobre Enseñanza de la física en el contexto colombiano	23
2.5. Enseñanza de la Física: Estrategias y Recursos	28
2.6. Enseñanza de la Mecánica: Estrategias didácticas.....	33
2.7. El enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)	35
2.8. La ciencia forense: una posibilidad interesante para la enseñanza de las ciencias.....	37
2.9. Física forense en el contexto de la Mecánica.....	37
2.10. Ubicación el Estado de Arte	39
Capítulo III	46
Metodología	46

3.1 Características generales de la Investigación	46
3.1.1. Enfoque.	46
3.1.2. Contexto.	48
3.1.3. Participantes.	48
3.2. Diseño de Actividades	49
3.2.1. Diagnóstico.	49
3.2.2. Sesiones de trabajo.	49
3.2.3. Diseño de instrumentos.	50
3.3. Análisis de la Información	62
3.3.1. Test de actitudes.	62
3.3.2. Test de percepciones.	63
3.3.3. Test de conceptos.	63
3.3.4. Intervención.	65
3.3.5. Análisis estadístico.	66
3.3.6. Análisis Cualitativo.	66
3.4. Fiabilidad del cuestionario de conceptos	67
3.5. Consideraciones éticas del estudio	68
3.5.1 Equipo de Investigación.	68
3.5.2. Categoría de la investigación.	68
3.5.3. Riesgos y beneficios.	68
3.5.4. Conflicto de Intereses y Derechos de Autor.	68
Capítulo IV	69
Presentación y Discusión de Resultados del Diagnóstico	69
4.1. Test de Actitudes	69
4.2. Test de Percepciones.....	106
4.3 Test de Conceptos	114
Capítulo V	131
Presentación y Discusión de Resultados de la Intervención	131
5.1. Comparación de resultados de la intervención entre los dos grupos	131
5.1.2 Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento.	138
5.1.3. Los conceptos de velocidad y rapidez	145
5.1.4 Representación de vectores en un caso simulado.	153
5.1.5. ¿Cómo se estudian algunos movimientos particulares?	154

5.1.6. Relación de valores sobre una gráfica...	156 ^x
5.1.7. Ejemplos de Movimiento rectilíneo uniforme.	157
5.1.8 Sistemas de seguridad hoy en día en un vehículo.	160
5.1.9 Proposición del concepto de fuerza más apropiado.....	184
5.1.10. Explicación de hecho de la vida cotidiana.....	185
5.2 Proposición de un modelo experimental para comprobar la segunda ley de Newton	189
Capítulo VI	238
Presentación y análisis de resultado del impacto de la intervención en el test de conceptos	238
6.1 Cuestionario de Conceptos	238
6.1.1. Comparación de los resultados globales obtenidos en el pre-test y en el post- test.....	238
6.1.2. Comparación de resultados obtenidos, ítems pre-test y en el pos-test.	239
6.1.3. Comparación pre y post del grupo de Mecánica de Lic. Ciencias Naturales y Educación Ambiental.	240
6.1.4. Comparación por categorías, ítems 1-10 grupo de Mecánica LCNEA.	241
6.1.5. Comparación pre y post grupo de Mecánica, grupo Licenciatura en Matemáticas.	250
Consideraciones Finales	258
Implicaciones Didácticas	262
Lista de referencias	264
Anexos	275
Anexo 1. Títulos de trabajos sobre la enseñanza en física año 2009-2019	276
Developing and researching PhET simulations for teaching quantum mechanics	279
Anexo 2. Títulos de trabajos sobre la física forense en el campo disciplinar año 2009-2019	280
Anexo 3. Títulos de trabajos sobre la enseñanza de la física forense como estrategia didáctica, año 2009-2019	281
Anexo 4. Curso de peritos físicos: Aprendiendo Mecánica.....	282
.....	9

Lista de tablas

2.1.	Contenidos mínimos por nivel escolar propuestos por la AAAS.....	16
2.2.	Observaciones y recomendaciones del Informe Rocard (2007)	18
2.3.	Acciones de Pensamiento MEN.....	21
2.4.	Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales.....	21
2.5.	Algunos eventos sobre la enseñanza de la física en Colombia.....	24
2.6.	Algunas de las publicaciones de la revista colombiana de Física.....	31
3.1.	Detalle y descripción de los grupos objeto de estudio.....	46
3.2.	Plan de trabajo de la investigación.....	49
3.3.	Dimensiones que se implican en el test de actitudes.....	50
3.4.	Formato del test de actitudes presentado a los participantes.....	51
3.5.	Formato del Test de percepciones.....	54
3.6.	Formato del Test de conceptos de Física Mecánica.....	55
3.7.	Objetivos de la secuencia didáctica.....	58
3.8.	Estructuración general de la Secuencia didáctica.....	59
3.9.	Categorías de respuestas del test de actitudes por dimensiones.....	62
3.10.	Respuestas predeterminadas al test de conceptos.....	63
3.11.	Categorías de evaluación de las respuestas.....	65
3.12.	Efecto de la intervención en la pregunta 1 de test de conceptos en el grupo de Preuniversitarios.....	66
3.13.	Resultado del procesamiento de casos de la prueba alfa de Cronbach aplicada al cuestionario de conceptos.....	67
3.14.	Resultado de la prueba alfa de Cronbach aplicada al cuestionario de conceptos.....	67
4.1.	Dimensión 1. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de física.....	70
4.2.	Dimensión 2. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	73
4.3.	Dimensión 3. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	79
4.4.	Dimensión 4. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	84
4.5.	Dimensión 5. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	90
4.6.	Preguntas 1 y 2. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	96
4.7.	Preguntas 1 y 2. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	97
4.8.	Relación de categorías seleccionadas para la pregunta 2. Grupos 2 y 3.....	98
4.9.	Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.....	100
4.10.	Relación de categorías seleccionadas para las preguntas 1-5. Grupos 2 y 3.....	104
4.11.	Relación de categorías para las preguntas 1-6 del Test de percepciones. Grupos 1 y 2.	107
4.12.	Resultados por pregunta. Grupo 4.....	114
4.13.	Resultados por pregunta. Grupo 6.....	115
4.14.	Resultados por participante a las preguntas planteadas. Grupo 4 y 6.....	115
6.1.	Categorías de las respuestas del cuestionario de conceptos.....	238
6.2.	Criterios para la interpretación del tamaño del efecto calculado con eta cuadrado.....	239

6.3.	Criterios para la interpretación del efecto calculado con r	239
6.4.	Interpretación para la prueba de homogeneidad.....	240
	Resultados de la prueba de Wilcoxon y tamaño del efecto para el grupo de Lic. en Ciencias	
6.5.	Naturales.....	240
	Resultados de la prueba de homogeneidad marginal y del tamaño del efecto para cada uno	
6.6.	de los ítems. En el grupo de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.....	241
6.7.	Tabla de contingencia para el ítem 1, grupo de Lic. en Matemáticas	242
6.8.	Tabla de contingencia para el ítem 2, grupo de Lic. en Matemáticas	243
6.9.	Tabla de contingencia para el ítem 3, grupo de Lic. en Matemáticas	244
6.10.	Tabla de contingencia para el ítem 4, grupo de Lic. en Matemáticas	245
6.11.	Tabla de contingencia para el ítem 5, grupo de Lic. en Matemáticas	246
6.12.	Tabla de contingencia para el ítem 6, grupo de Lic. en Matemáticas	246
6.13.	Tabla de contingencia para el ítem 7, grupo de Lic. en Matemáticas	247
6.14.	Tabla de contingencia para el ítem 8, grupo de Lic. en Matemáticas	248
6.15.	Tabla de contingencia para el ítem 9, grupo de Lic. en Matemáticas	248
6.16.	Tabla de contingencia para el ítem 10, grupo de Lic. en Matemáticas	249
	Resultados de la prueba de Wilcoxon de muestra emparejada y tamaño del efecto para el	
6.17.	grupo de Lic. en Matemáticas.....	250
	Resultados de la prueba de homogeneidad marginal y del tamaño del efecto para cada uno	
6.18.	de los ítems. En el grupo de Licenciatura en Matemáticas.....	250
6.19.	Tabla de contingencia para el ítem 1, grupos de LCNEA y LM.....	252
6.20.	Tabla de contingencia para el ítem 2, grupos de LCNEA y LM.....	252
6.21.	Tabla de contingencia para el ítem 3, grupos de LCNEA y LM.....	253
6.22.	Tabla de contingencia para el ítem 4, grupos de LCNEA y LM.....	254
6.23.	Tabla de contingencia para el ítem 5, grupos de LCNEA y LM.....	254
6.24.	Tabla de contingencia para el ítem 6, grupos de LCNEA y LM.....	255
6.25.	Tabla de contingencia para el ítem 7, grupos de LCNEA y LM.....	255
6.26.	Tabla de contingencia para el ítem 8, grupos de LCNEA y LM.....	256
6.27.	Tabla de contingencia para el ítem 9, grupos de LCNEA y LM.....	256
6.28.	Tabla de contingencia para el ítem 10, grupos de LCNEA y LM.....	257

Lista de figuras

1.1.	Estudiantes matriculados por semestre (2010-2016) en el programa de física de la UPTC....	6
1.2.	Estudiantes matriculados por semestre (2010-2016) en la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC.....	6
1.3.	Estudiantes matriculados en las carreras de Biología, Física y Química de la UPTC (2010-2015).	7
1.4.	Estudiantes graduados por género en la carrera de Física de la UPTC (2010- 2015).....	8
1.5.	Estudiantes graduados por género en la carrera de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC (2010-2015).....	8
1.6.	Deserción estudiantil académica en el programa de Física de la UPTC (2010-2015).....	9
1.7.	Deserción estudiantil académica en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC (2010-2015).....	9
1.8.	Deserción estudiantil por año en Colombia: Biología, Física y Química.....	10
1.9.	Número de estudiantes matriculados por año en Colombia: Biología, Física y Química.....	11
2.1.	Contenido del documento: conocimiento para todos (1989-1990).....	15
2.2.	Esquema de los estándares básicos en competencias en ciencias naturales y Sociales.....	19
2.3.	Acciones de pensamiento en Ciencias Naturales.....	20
2.4.	Países y Números de Publicaciones revisadas.....	39
2.5.	Año de Publicación de las Investigaciones.....	40
2.6.	Países y número de publicaciones.....	41
2.7.	Tendencias de las investigaciones en enseñanza de la física.....	42
2.8.	Tendencias de las investigaciones en enseñanza de la física.....	43
2.9.	Países y número de publicaciones sobre física forense en educación.....	44
4.1.	Representación (porcentaje) para la dimensión 1. Experimentos en la enseñanza de la Física Pregunta 1. Grupos 2 y 3.....	71
4.2.	Representación (porcentaje) para la dimensión 1. Experimentos en la enseñanza de la Física. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.....	72
4.3.	Representación (porcentaje) para la dimensión 1. Experimentos en la enseñanza de la Física. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.....	72
4.4.	Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 1. Grupos 2 y 3.....	74
4.5.	Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 2. Grupo 2 y 3.....	75
4.6.	Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.....	76
4.7.	Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad.....	77
4.8.	Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 5. Grupos 2 y 3.....	77
4.9.	Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 6. Grupos 2 y 3.....	78

4.10.	Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 1. Grupos 2 y 3.....	80
4.11.	Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.....	81
4.12.	Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.....	82
4.13.	Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 4. Grupos 2 y 3.....	82
4.14.	Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 5. Grupo 2 y 3.....	83
4.15.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 1. Grupo 2 y 3.....	85
4.16.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.....	86
4.17.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.....	87
4.18.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 4. Grupos 2 y 3.....	88
4.19.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 5 Grupos 2 y 3.....	89
4.20.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 6. Grupos 2 y 3.....	89
4.21.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 1 Grupos 2 y 3.....	91
4.22.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 2 Grupos 2 y 3.....	92
4.23.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 3 Grupos 2 y 3.....	93
4.24.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 4 Grupos 2 y 3.....	94
4.25.	Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 5 Grupos 2 y 3.....	94
4.26.	Representación (Porcentaje) para Preguntas mixtas (parte cerrada) Pregunta 1 .Grupos 2 y 3.....	96
4.27.	Representación (Porcentaje) para Preguntas mixtas (parte cerrada). Pregunta 1.....	96
4.28.	Representación en porcentaje para las categorías seleccionadas para el ítem 2.....	97
4.29.	Representación en porcentaje para las categorías de la pregunta 2. Grupos 2 y 3.....	99
4.30.	Representación en porcentaje para las categorías de la pregunta 1. Grupos 2 y 3.....	101
4.31.	Representación porcentajes. Preguntas mixtas cerradas. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.....	101
4.32.	Representación porcentaje. Preguntas mixtas cerradas. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.....	102

4.33.	Representación porcentaje. Preguntas mixtas cerradas. Pregunta 4. Grupos 2 y 3.....	103
4.34.	Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 1. Grupos 1 y 2.....	108
4.35.	Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 2. Grupos 1 y 2.....	109
4.36.	Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 3. Grupos 1 y 2.....	110
4.37.	Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 4. Grupos 1 y 2.....	111
4.38.	Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 5. Grupos 1 y 2.....	112
4.39.	Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 6. Grupos 1 y 2.....	113
4.40.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 1	116
4.41.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 2	118
4.42.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 3.....	119
4.43.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 4.....	121
4.44.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 5.....	123
4.45.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 6.....	124
4.46.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 7.....	125
4.47.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 8.....	127
4.48.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 9.....	128
4.49.	Resultados pre-test de conceptos, pregunta 10.....	129
5.1.	Red semántica grupo 4. Ejemplos de la vida cotidiana donde se aplica la mecánica.....	132
5.2.	Red semántica grupo 6. Ejemplos de la vida cotidiana donde se aplique la mecánica.....	132
5.3.	Red semántica grupo 4. Determinar un objeto en reposo o en movimiento.....	134
5.4.	Red semántica grupo 6. Determinar un objeto en reposo o en movimiento.....	134
5.5.	Red semántica grupo 4. Estudiante relacionando el concepto con los sistemas de referencia.....	135
5.6.	Red semántica grupo 4. Razonamiento entorno a la relación pasajero-movimiento.....	135
5.7.	Red semántica grupo 6. Razonamiento entorno a la relación pasajero-movimiento.....	136
5.8.	Red semántica grupo 4. Análisis sobre sistemas de referencia utilizado un simulador.....	137
5.9.	Red semántica grupo 6. Explicaciones entorno al sistema de referencia en un caso particular.....	137
5.10.	Red semántica grupo 4. Trayectoria y movimiento, análisis desde el contexto.....	138
5.11.	Red semántica grupo 6. Trayectoria y movimiento, análisis desde el contexto.....	139
5.12.	Red semántica grupo 4. Representación trayectoria y desplazamiento de automóvil.....	140
5.13.	Red semántica grupo 6. Representación trayectoria y desplazamiento de automóvil.....	140
5.14.	Red semántica grupo 4. ¿Cuánto vale el desplazamiento y la trayectoria?.....	141
5.15.	Red semántica grupo 6. ¿Cuánto vale el desplazamiento y la trayectoria?.....	142

5.16.	Estudiantes socializando una simulación el desplazamiento y la trayectoria.....	142
5.17.	Red semántica grupo 4. ¿En qué caso la trayectoria y el desplazamiento coinciden?.....	143
5.18.	Red semántica grupo 6. ¿En qué caso la trayectoria y el desplazamiento coinciden?.....	143
5.19.	Red semántica grupo 4. Representaciones sobre seguridad vehicular	144
5.20.	Red semántica grupo 6. Representaciones sobre seguridad vehicular	145
5.21.	Actividades Misión 3 de la secuencia didáctica.....	145
5.22.	Red semántica grupo 4. Límites de velocidad en la ciudad de Tunja.....	146
5.23.	Red semántica grupo 6. Límites de velocidad en la ciudad de Tunja.....	146
5.24.	Estudiante del grupo 4 socializando inquietudes sobre límites de velocidad.....	147
5.25.	Red semántica grupo 4. Velocidad promedio del vehículo antes y después de la avería.....	147
5.26.	Red semántica grupo 6. Velocidad promedio del vehículo antes y después de la avería.....	148
5.27.	Red semántica grupo 4. Determina los vectores de velocidad en la simulación.....	149
5.28.	Red semántica grupo 6. Determina los vectores de velocidad en la simulación.....	149
5.29.	Estudiantes del grupo 6 relacionando conceptos vectoriales y magnitudes físicas.....	150
5.30.	Red semántica grupo 4. Causas de accidentes en Colombia	150
5.31.	Red semántica grupo 6. Causas de accidentes en Colombia.....	151
5.32.	Exposición principales causas de accidentes de tránsito grupo 6.....	151
5.33.	Red semántica grupo 4. Análisis de casos.....	152
5.34.	Red semántica grupo 6. Análisis de casos.....	152
5.35.	Red semántica grupo 4. Representa vectores en trayectorias de móviles.....	153
5.36.	Red semántica grupo 6. Representa vectores en trayectorias de móviles.....	153
5.37.	Estudiantes grupo 4. Análisis de gráficos.....	154
5.38.	Representación de la abscisa (horizontal) y la ordenada (vertical).....	154
5.39.	Red Semántica grupo 4. Representación de variables en el grafico.....	155
5.40.	Red semántica grupo 6. Representa variables en el grafico.....	155
5.41.	Red semántica grupo 4. Relaciona valores con respecto a cada uno de los ejes.....	156
5.42.	Red semántica grupo 6. Relaciona valores con respecto a cada uno de los ejes.....	156
5.43.	Red semántica grupo 4. Cuantifica la velocidad.....	157
5.44.	Red semántica grupo 6. Cuantifica la velocidad.....	157
5.45.	Red semántica grupo 4. Ejemplos con M.R.U.....	158
5.46.	Red semántica grupo 6. Ejemplos con M.R.U.....	158
5.47.	Red semántica grupo 4. Usando el Apple de simulación.....	159
5.48.	Red semántica grupo 6. Usando el Apple de simulación.....	159
5.49.	Red semántica grupo 4. Sistemas de seguridad.....	160
5.50.	Red semántica grupo 6. Sistemas de seguridad.....	161
5.51.	Red semántica grupo 4. Uso de la tecnología en los vehículos.....	161
5.52.	Red semántica grupo 6. Uso de la tecnología en los vehículos.....	162
5.53.	Red semántica grupo 4. Uso de simulaciones para comprender el cambio de posición, velocidad y aceleración.....	163

5.54.	Red semántica grupo 6. Uso de simulaciones para comprender el cambio de posición, velocidad y aceleración.....	163
5.55.	Red semántica grupo 4. Ejercicios de cálculo.....	164
5.56.	Red semántica grupo 6. Ejercicios de cálculo.....	165
5.57.	Red semántica grupo 4. Factores que influyen en la aceleración de un vehículo.....	165
5.58.	Red semántica grupo 6. Factores que influyen en la aceleración de un vehículo.....	166
5.59.	Red semántica grupo 4. Situaciones propias de la conducción de vehículos.....	167
5.60.	Red semántica grupo 6. Situaciones propias de la conducción de vehículos.....	168
5.61.	Red semántica grupo 4. ¿Qué entiende los estudiantes por huella de frenado?.....	169
5.62.	Red semántica grupo 6. ¿Qué entiende los estudiantes por huella de frenado?.....	169
5.63.	Red semántica grupo 4. Coeficientes de fricción.....	170
5.64.	Red semántica grupo 6. Coeficientes de fricción.....	170
5.65.	Red semántica grupo 4. Determinación de los coeficientes de fricción en vehículos.....	171
5.66.	Reconstrucción de un accidente de tránsito simulado con datos inventados por él autor....	171
5.67.	Red semántica grupo 6. Determinación de los coeficientes de fricción en vehículos.....	172
5.68.	Red semántica grupo 4. Factores que intervienen en la frenada de un vehículo.....	173
5.69.	Red semántica grupo 6. Factores que intervienen en la frenada de un vehículo.....	173
5.70.	Red semántica grupo 4. El sistema de frenos.....	174
5.71.	Red semántica grupo 6. El sistema de frenos.....	174
5.72.	Red semántica grupo 4. Calcular: vueltas, módulo de velocidad, módulo de aceleración....	175
5.73.	Red semántica grupo 6. Calcular: vueltas, módulo de velocidad, módulo de aceleración....	175
5.74.	Red semántica grupo 4. Representación del movimiento circular uniforme.....	177
5.75.	Red semántica grupo 6. Representación del movimiento circular uniforme.....	177
5.76.	Red semántica grupo 4. Peralte de una vía y accidentalidad.....	178
5.77.	Red semántica grupo 6. Peralte de una vía y accidentalidad.....	178
5.78.	Red semántica grupo 4. Condiciones físicas en el movimiento circular uniforme.....	179
5.79.	Red semántica grupo 6. Condiciones físicas en el movimiento circular uniforme.....	179
5.80.	Red semántica grupo 4. Relación de fuerzas y movimiento.....	180
5.81.	Red semántica grupo 6. Relación de fuerzas y movimiento.....	181
5.82.	Red semántica grupo 4. Dinámica del movimiento.....	181
5.83.	Red semántica grupo 6. Dinámica del movimiento.....	182
5.84.	Red semántica grupo 4. Tipos de fuerza que conozcas.....	183
5.85.	Red semántica grupo 6. Tipos de fuerza que conozcas.....	183
5.86.	Red semántica grupo 4. Definición de fuerzas.	184
5.87.	Red semántica grupo 6. Definición de fuerzas.	184
5.88.	Red semántica grupo 4. Explicación de hechos de la vida cotidiana.....	185
5.89.	Red semántica grupo 6. Explicación de hechos de la vida cotidiana.....	185
5.90.	Red semántica grupo 4. Deducción del equilibrio de un cuerpo.....	186
5.91.	Red semántica grupo 6. Deducción del equilibrio de un cuerpo.....	186
5.92.	Red semántica grupo 4. Utilidad del estudio de la estática.....	187

5.93.	Red semántica grupo 6. Utilidad del estudio de la estática.....	187
5.94.	Red semántica grupo 4. Unidad de fuerza y origen de la misma.....	188
5.95.	Red semántica grupo 6. Unidad de fuerza y origen de la misma.....	188
5.96.	Red semántica grupo 4. Relación aceleración y fuerzas.....	189
5.97.	Red semántica grupo 6. Modelo experimental para la segunda Ley de Newton.....	189
5.98.	Red semántica grupo 4. Deducción de la unidad de fuerza.....	190
5.99.	Red semántica grupo 6. Deducción de la unidad de fuerza.....	190
5.100.	Red semántica grupo 4. Diseño experimental para la segunda ley de Newton.....	191
5.101.	Red semántica grupo 6 diseño experimental para la segunda ley de Newton.....	191
5.102.	Red semántica grupo 4. Resultados de experiencia.....	192
5.103.	Red semántica grupo 6. Resultados de experiencia.....	192
5.104.	Actividad sobre tipos de movimiento.....	193
5.105.	Red semántica grupo 4. Análisis de magnitudes en los movimientos.....	193
5.106.	Red semántica grupo 6. Análisis de magnitudes en los movimientos.....	194
5.107.	Red semántica grupo 4. Esquemas de los estudiantes sobre las fuerzas resultantes.....	195
5.108.	Red semántica grupo 6. Esquemas de los estudiantes sobre las fuerzas resultantes.....	195
5.109.	Red semántica grupo 4. Calcula la fuerza resultante en los casos que se plantean.....	195
5.110.	Red semántica grupo 6. Calcula la fuerza resultante en los casos que se plantean.....	196
5.111.	Red semántica grupo 4. calcula la aceleración media y la fuerza resultante.....	196
5.112.	Red semántica grupo 6. Calcula la aceleración media y la fuerza resultante.....	197
5.113.	Red semántica grupo 4. Representación de las fuerzas de interacción.....	197
5.114.	Red semántica grupo 6. Representación de las fuerzas de interacción.....	198
5.115.	Red semántica grupo 4. Reflexión en torno a la atracción gravitacional.....	199
5.116.	Red semántica grupo 6. Reflexión en torno a la atracción gravitacional.....	199
5.117.	Red semántica grupo 4. Representación de fuerzas de acción y reacción.....	200
5.118.	Red semántica grupo 6 Representación de fuerzas de acción y reacción.....	201
5.119.	Red semántica grupo 4. Critica frente afirmaciones de acción y reacción.....	201
5.120.	Red semántica grupo 6. Critica frente afirmaciones de acción y reacción.....	202
5.121.	Red semántica grupo 4. Leyes de newton vistas en un video.....	202
5.122.	Red semántica grupo 6. Leyes de newton vistas en un video.	203
5.123.	Red semántica grupo 4. Funcionamiento dinámico del cinturón de seguridad.....	203
5.124.	Red semántica grupo 6. Funcionamiento dinámico del cinturón de seguridad.....	204
5.125.	Estudiante del grupo 6 explicando el funcionamiento del cinturón de seguridad.....	204
5.126.	Red semántica grupo 4. Huellas de frenado y su clasificación.....	205
5.127.	Red semántica grupo 6. Huellas de frenado y su clasificación.....	205
5.128.	Red semántica grupo 4. Razonamiento sobre el Proceso de frenado en varios contextos....	206
5.129.	Red semántica grupo 3. Razonamiento sobre el Proceso de frenado en varios contextos.....	207
5.130.	Red semántica grupo 4. Presentación de las características de las vías.....	207
5.131.	Red semántica grupo 6. Presentación de las características de las vías.....	208

5.132.	Estudiante de matemáticas interpretando aspectos técnicos que involucran huellas de frenado.....	209
5.133.	Actividad sobre establecimiento de un modelo matemático para la velocidad.....	209
5.134.	Red semántica grupo 4. Planteamiento de modelo matemático para cálculo de la velocidad.....	210
5.135.	Red semántica grupo 4. El coeficiente de fricción.....	210
5.136.	Red semántica grupo 6. El coeficiente de fricción.....	211
5.137.	Red semántica grupo 4. Presentación de un caso.....	211
5.138.	Red semántica grupo 6. Presentación de un caso.....	212
5.139.	Red semántica grupo 4. ¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura?	212
5.140.	Red semántica grupo 6. ¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura?	213
5.141.	Red semántica grupo 4. Situaciones posibles al tomar curvas.....	213
5.142.	Red semántica grupo 6. Situaciones posibles al tomar curvas.....	213
5.143.	Red semántica grupo 4. diagrama de fuerzas para cada una de las situaciones y plantea ecuaciones dinámicas.....	214
5.144.	Red semántica grupo 6. diagrama de fuerzas para cada una de las situaciones y plantea ecuaciones dinámicas.....	215
5.145.	Estudiantes del grupo de matemáticas estableciendo un diagrama de fuerzas.....	215
5.146.	Red semántica grupo 4. Establezca las condiciones físicas en un video.....	216
5.147.	Red semántica grupo 6. Establezca las condiciones físicas en un video.....	216
5.148.	Red semántica grupo 4. Relaciones entre trabajo y energía.....	217
5.149.	Red semántica grupo 6. Relaciones entre trabajo y energía.....	217
5.150.	Red semántica grupo 4. Explica las principales unidades de la potencia y su origen.....	218
5.151.	Red semántica grupo 6. Explica las principales unidades de la potencia y su origen.....	218
5.152.	Red semántica grupo 4. Evolución de seguridad en vehículos.....	219
5.153.	Red semántica grupo 6. Evolución de seguridad en vehículos.....	219
5.154.	Red semántica grupo 4. Condiciones de una colisión elásticas e inelástica en simuladores.....	220
5.155.	Red semántica grupo 6. condiciones de una colisión elásticas e inelástica en simuladores.....	221
5.156.	Red semántica grupo 4. Factores de los cuales dependerá la energía potencial gravitatoria....	221
5.157.	Red semántica grupo 6. Factores de los cuales dependerá la energía potencial gravitatoria....	222
5.158.	Red semántica grupo 4. magnitudes de la energía cinética de un cuerpo que se mueve con respecto a otros.....	222
5.159.	Red semántica grupo 6. magnitudes de la energía cinética de un cuerpo que se mueve con respecto a otros.....	223
5.160.	Red semántica grupo 4. Estudiantes utilizando simulación, cambios de energía cinética y potencial.....	223

5.161.	Red semántica grupo 6. Estudiantes utilizando simulación, cambios de energía cinética y potencial.....	224
5.162.	Red semántica grupo 4. Uso de la energía en una colisión de autos, para estimar la velocidad de un vehículo.....	225
5.163.	Red semántica grupo 6. Uso de la energía en una colisión de autos, para estimar la velocidad de un vehículo.....	225
5.164.	Red semántica grupo 4. Análisis de energías en un caso particular.....	226
5.165.	Red semántica grupo 6. Análisis de energías en un caso particular.....	226
5.166.	Red semántica grupo 4. montaje experimental para contrastar la ley de conservación de la energía mecánica	227
5.167.	Red semántica grupo 6. montaje experimental para contrastar la ley de conservación de la energía mecánica	227
5.168.	Red semántica grupo 4. Explicar cómo el avance de la tecnología hace los vehículos más seguros.....	228
5.169.	Red semántica grupo 6. explicar cómo el avance de la tecnología hace los vehículos más seguros.....	228
5.170.	Red semántica grupo 4. Identifica los factores de que depende la cantidad de calor que absorbe o emite un cuerpo.....	229
5.171.	Red semántica grupo 6. Identifica los factores de que depende la cantidad de calor que absorbe o emite un cuerpo.....	222
5.172.	Red semántica grupo 4. Establece las diferencias entre calor y temperatura.....	230
5.173.	Red semántica grupo 6. Establece las diferencias entre calor y temperatura.....	231
5.174.	Red semántica grupo 4. Explicaciones de los estudiantes acerca del concepto sobre el sistema de frenos ABS (Antiblockiersystem).....	231
5.175.	Red semántica grupo 6. Explicaciones de los estudiantes acerca del concepto sobre el sistema de frenos ABS (Antiblockiersystem).....	232
5.176.	Red semántica grupo 4. Identificación de la ley de la conservación de la energía.....	232
5.177.	Red semántica grupo 6. Identificación de la ley de la conservación de la energía.....	233
5.178.	Red semántica grupo 4. Ejemplos señalados por los estudiantes sobre la degradación de energía	233
5.179.	Red semántica grupo 6. Ejemplos señalados por los estudiantes sobre la degradación de energía.....	234
5.180.	Red semántica grupo 4. Estudiantes establecen diferencias entre los tipos de choques.....	234
5.181.	Red semántica grupo 6. Estudiantes establecen diferencias entre los tipos de choques.....	235

Introducción

Este trabajo se desarrolló como parte de la línea de investigación Currículo e Interculturalidad del doctorado de ciencias de la educación de la UPTC, pretende contribuir a procesos reflexivos alrededor de la secuenciación de contenidos en la enseñanza de las ciencias experimentales. En este caso en particular, el estudio tomó como partida el uso de la física forense desde problemas auténticos para facilitar la contextualización en la enseñanza de la mecánica.

La física es parte de la vida cotidiana, es una ciencia utilizada en todos los procesos tecnológicos, y juega un rol fundamental en la formación de ciudadanos. Sin embargo, existen muchas dificultades en su enseñanza; por ejemplo, Stewart, Griffin & Stewart, (2007, p. 18) indican que los conceptos erróneos están presentes en el área, producto de métodos de enseñanza descontextualizados, abstractos y enciclopedistas. También, Bigozzi, Tarchi, Falsini & Fiorentini (2014, p. 2228) señalan que aun hoy en día prevalece la idea de una física, objetiva y difícil. Estas metodologías han demostrado ser menos efectivas que la investigación práctica y métodos interactivos de enseñanza-aprendizaje (Zohar & Sela 2003; Coletta & Phillips, 2005) en las escuelas secundarias, pese a esto se sigue confiando en esta manera de enseñar el conocimiento científico que están basados en métodos instruccionales.

Solbes & Traver (2001, p. 107), Londoño, Solbes y Guisasola (2009, p. 88), mencionan que en el sistema educativo a nivel mundial, existen actitudes negativas hacia las ciencias, debido a que estudios realizados en países como Inglaterra, Holanda, Francia, Estados Unidos y España muestran la disminución del número de estudiantes de la Educación secundaria que escogen física y química, en comparación a otras áreas como la biología, indicando la necesidad de plantear y desarrollar estrategias que permitan el cambio de actitud en los estudiantes hacia esta área.

Al respecto, se han tratado de reunir esfuerzos para facilitar su enseñanza, y los currículos han implementado aspectos como la naturaleza de la ciencia, la secuenciación de contenidos de acuerdo al desarrollo cognitivo de los estudiantes, la introducción del enfoque CTS, el trabajo práctico experimental, el uso de discusiones reflexivas como mecanismo para mejorar aspectos de la argumentación científica, lo anterior, con la intención de situar el aprendizaje en contextos reales para los estudiantes.

A partir de este panorama, se presentan las cuestiones relativas que dieron lugar a esta investigación, es decir el uso de la física forense en la enseñanza de la mecánica para mejorar la promoción de actitudes hacia su estudio en tres grupos de estudiantes universitarios. Se partió de la premisa que el uso de la física forense puede aumentar el nivel de adherencia en los contextos reales hacia procesos de comprensión de la Física, por incluir un alto componente de motivación tanto para los profesores como para los estudiantes, de manera que les permite asumir diferentes roles tales como peritos, jueces entre otros, que les facilite analizar situaciones referentes a los accidentes de tránsito aspecto que puede motivar su aprendizaje.

Por ende, este estudio contribuye a la literatura científica de varias maneras:

1. Identificar actitudes hacia la ciencia específicamente hacia la Física en el ámbito universitario.
2. Explorar los conocimientos básicos de la física en temas relacionados con la mecánica.

3. Examinar y describir la enseñanza desde el uso de la Física Forense para la comprensión de conocimientos de mecánica y la motivación hacia su aprendizaje en el ámbito universitario.
4. Comparar enfoques de enseñanza desde la perspectiva CTS y la enseñanza tradicional.

La física forense, de acuerdo a Martínez (1999, p. 12) tiene interés pedagógico debido a la variedad de temas que se pueden usar en las clases, es el caso de la aplicación de la física al estudio de accidentes de tránsito, donde se utilizan los principios y leyes de la física mecánica.

En este sentido, el estudio se realizó desde el tipo de investigación mixto; con diseño cuasi-experimental, donde se buscó aplicar temas de la mecánica clásica a hechos particulares que hacen parte de la física forense. Se involucró el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), con estudiantes que cursan la asignatura Física I, donde se estudia los conocimientos de mecánica. En particular se trabajó con estudiantes de programas de formación docente: Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con el fin de comparar y analizar los resultados obtenidos a partir de la intervención por medio de una secuencia didáctica que se aplicó, así como de los instrumentos que permitieron evaluarla.

El documento que se presenta se estructura de la siguiente manera: Un primer capítulo que aborda el problema: planteamiento y formulación, enmarcado en las siguientes preguntas de investigación.

¿Cuáles son las actitudes, percepciones hacia la física de los estudiantes de educación universitaria y su comprensión de los conceptos de mecánica?

¿Qué implicaciones didácticas y conceptuales tiene la implementación de una secuencia didáctica basada en la física forense de los accidentes de tránsito (basada en el enfoque CTS) en el aprendizaje de la mecánica?

En este capítulo también se presentan los objetivos que guiaron la investigación. El capítulo dos, presenta los fundamentos teóricos del estudio, enmarcados en la enseñanza de la física desde lineamientos curriculares (Lineamientos internacionales sobre la enseñanza de la física, estándares en Colombia y enseñanza de la física a nivel superior) enseñanza de la mecánica: estrategias didácticas; y física forense en el contexto de la cinemática. El tercer capítulo, presenta los aspectos metodológicos del estudio con el desarrollo de cada una de las etapas: el diagnóstico; donde se aplicó un test de actitudes, percepciones y un pre-test para identificar los conocimientos que tienen los estudiantes sobre mecánica. La intervención; que implicó el diseño y aplicación de la secuencia didáctica, titulada: “Curso de peritos físicos aprendiendo mecánica” en la cual se trabajaron temas de física mecánica aplicada a los accidentes de tránsito siendo el eje principal del presente trabajo.

El estudio permitió establecer la comparación entre dos grupos con los cuales se trabajó la unidad didáctica constituido por alumnos de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación, y Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, ambos del curso de Fenómenos Mecánicos, para dicha comparación se utilizó prueba t de Student de muestras emparejadas y la prueba de Wilcoxon.

Finalmente, de acuerdo a los momentos metodológicos en los capítulos cuatro, cinco y seis dan cuenta los resultados. El capítulo cuarto, se muestran los resultados del diagnóstico que permite determinar las actitudes, percepciones y conceptos de mecánica. El quinto capítulo, describe las implicaciones didácticas sobre la secuencia y didáctica. El capítulo sexto, examina el impacto del estudio. Al respecto se hace evidente que la contextualización desde la Física Forense permite obtener mejores resultados en el curso donde se utilizó la física forense.

Este documento finaliza con la presentación de las conclusiones y las implicaciones didácticas.

Capítulo I

Planteamiento del Problema y Justificación

La falta de contextualización de la enseñanza de los fenómenos físicos ha hecho que los estudiantes de secundaria no encuentren motivación a la hora de aprender ciencias, en particular física (Rocard, 2007; Solbes, Montserrat & Furió, 2007; Solbes, 2011). Es así como se hace necesario diseñar estrategias que involucren el desarrollo de habilidades de pensamiento en los estudiantes con el fin de promover actitudes científicas (Torres & Solbes, 2016, p. 46), que favorezcan el ambiente de aprendizaje de la física en el aula.

La actitud de los estudiantes hacia la física no es la mejor, debido a que los estudiantes de secundaria consideran que la física es una asignatura difícil, por tanto, muestran un nivel bajo de motivación hacia su comprensión en comparación a otras disciplinas de las ciencias (Rocard, 2007; Solbes, Montserrat & Furió, 2007; Solbes, 2011). La realidad indica que una cantidad reducida de estudiantes se sienten atraídos hacia la física en la enseñanza secundaria y una cantidad aún menor se deciden a adelantar estudios vinculados en esta prueba de ello es que actualmente el número de estudiantes en los Departamentos de Física disminuye, lo cual representa una situación incierta, encontrándose cifras preocupantes en casi todas las universidades tanto de Europa como de América (Guisasola, Gras, Martínez, Almudí & Becerra, 2004, p. 13).

Al respecto, Solbes, Montserrat & Furió (2007, p. 99) señalan, el continuo descenso de estudiantes en los estudios de ciencias y tecnología, por lo que sugieren que es un grave problema que merece ser investigado. También en estudios de Solbes (2011, p. 56) se encontró que la falta de interés de las mujeres por el estudio de la física por el efecto Pigmalión (se educa a las chicas para el cuidado), por la profecía autocumplida (se les dice que no valen para esa actividad) y los currículos no visibilizan que a través de la historia existen personas del género femenino que han hecho grandes aportes en la construcción de la ciencia. Este mismo autor advierte la omisión y eficacia en cuanto al cambio de contenidos que se enseñan en el aula, puesto que estos no presentan estrategias innovadoras que permitan el análisis de situaciones de la vida real y son diseñados a favor de contenidos tradicionales.

En consecuencia, la enseñanza de la Física se limita al estudio de los conceptos, leyes, ecuaciones, fórmulas y principios descontextualizados de la realidad y los intereses propios del estudiante, lo cual impide un adecuado aprendizaje y hace que el estudiante se desmotive y pierda el interés por la ciencia, tal como lo señalan Hernández (2005); Rosario, Lobo, Rivero, Briceño & Villarreal (2013); Tortop, (2012); Anjos, Greca & Moreira (1998), lo anterior, traduciéndose en bajo rendimiento académico y una mínima inclinación por los estudios profesionales en ciencias.

Una alternativa a los problemas anteriormente mencionados es la implementación del enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que permite formar científicamente ciudadanos críticos en el mundo, para lograr un mejor desarrollo como país, capaces de tomar decisiones sobre temas científicos, con conocimiento de causa y los argumentos necesarios, de manera que las decisiones no estén únicamente en manos de unos pocos (Merton, 1938; Harlen, 2001; Castañeda & Adell, 2010; Torres, 2011), al mismo

tiempo que permita poner en contexto las temáticas científicas modernas, inherentes al ser humano en la actualidad.

1.1. Abandono de los estudios de la Física

Resultados de investigaciones en los últimos años muestran que ha habido una paulatina despoblación de estudiantes en los programas de física de diversas universidades del mundo (Siviter, 1994; Bandiera, Dupré, Lanniello & Vicentini, 1995; Valle, 2013). En los años 80, se evidencia un descenso en el interés de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias, en particular en física y química, y por ende de su abandono. Ya en los años 80 se decide tomar un cambio conceptual, procedimental, axiológico y actitudinal sobre dicha situación. A pesar de ello el desinterés ha aumentado por causas como la imagen pública, los problemas de género y la manera como se enseña (Solbes & Vilches, 1997; Solbes, Montserrat & Furió, 2007; Lima, Silveira & Ostermann, 2012). Es así como se hace necesario combatir ese desinterés, con enfoques de cambio como los mencionados anteriormente, incluyendo contenidos en la interacción Ciencia, tecnología y sociedad (Solbes & Vilches, 1997; Solbes, Montserrat & Furió, 2007).

Un estudio realizado en Colombia por el Observatorio de Ciencia y Tecnología en el año 2011, en el que participaron 6.500 estudiantes que cursaban el último año de bachillerato en Bogotá, indica que a pesar de que consideran que los jóvenes conocen la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, son muy pocos los que la consideran como una carrera científica como opción profesional (Farías & Luna, 2013).

Una de las razones que justifican el descenso en las matrículas en las carreras de ciencias, tecnología y matemáticas, es la presencia elevada de contenidos en matemáticas en sus mallas curriculares. A pesar de que las ingenierías también los tienen, son más apetecidas debido a su prestigio y su proyección laboral. Se considera en el contexto local que dicho trabajo es más estable y posee una mayor rentabilidad económica (Luna, 2015, p. 91).

Otro estudio es el del proyecto IRIS (Interests & Recruitment in Science) en 2013, que estudia los factores que influyen en la elección de las carreras. Para ello, se aplicó una encuesta a 1200 estudiantes de universidades públicas y privadas que se encontraban entre el primer y tercer semestre. Los resultados obtenidos apuntaron a que la mayoría de jóvenes que estudian carreras afines a las ciencias son hombres (68%) y quienes más influyen en dicha elección son la madre y los docentes (Luna, 2015, p. 93).

Es así como el aprendizaje de la física debe permitir una visión más dinámica y realista de la disciplina como ciencia no acabada, es decir siempre en proceso de construcción y verificación, que permita ser vista como una buena obra de arte; el aprendizaje de las ciencias implica la comprensión de una realidad contextualizada que involucra un mundo más amplio que la información científica aislada (Jara 2005; Torres & Solbes 2016).

1.2. Contextualización del objeto de estudio

El panorama anterior, permite efectuar un análisis sobre el número de estudiantes Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), entre los años 2010-2016. En

este sentido, a continuación, se muestra una perspectiva sobre el número de estudiantes que ingresan a las carreras científicas, haciendo particular énfasis en el programa de Física.

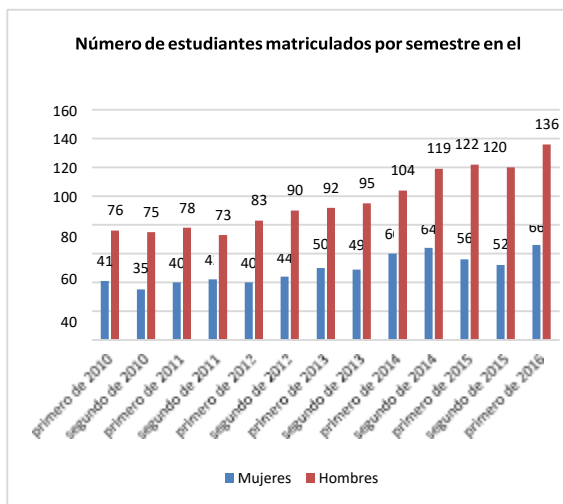


Figura 1.1. Estudiantes matriculados por semestre (2010-2016) en el programa de física de la UPTC.
Fuente: Oficina de Registro UPTC

Se evidencia en la Figura 1.1, que el número de estudiantes que ingresan al programa de física para el caso de los hombres tiende a aumentar, llegando a 156 para el año 2016, a diferencia del número de mujeres que se mantiene encontrándose en un rango de 35 a 66 estudiantes en el mismo período.

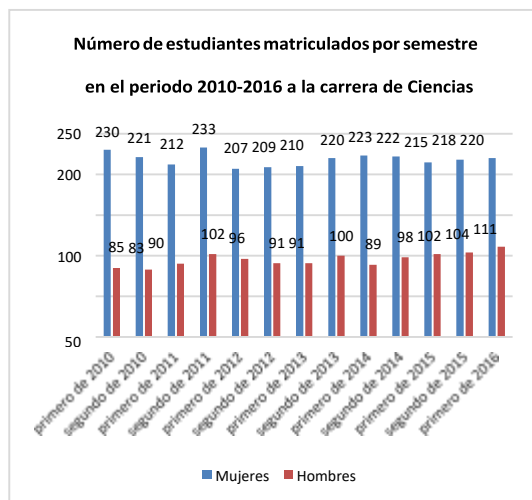


Figura 1.2. Estudiantes matriculados por semestre (2010-2016) en la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la UPTC. Fuente: Oficina de Registro UPTC

En la figura 1.2, se muestra que la mayoría de los estudiantes que ingresan a la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental son mujeres, las cuales se encuentran en un rango de 207 a 255 entre los años 2010 a 2016. Para el caso de los hombres el rango es de 83 a 111. También se observa, cómo el número de hombres y mujeres aumenta con el paso de los años, siendo mayor para las mujeres con cifras superiores a 80.

A pesar que el número de estudiantes va en aumento tanto en hombres como en mujeres para el caso de la licenciatura, es evidente como los hombres prefieren estudiar física y las mujeres carreras afines a la biología. Tal y como lo menciona Kessels, Rau y Hannover (2006); Veloo, Nor & Khalid (2015) las mujeres carecen de interés en la física en comparación con los hombres. Las mujeres consideran que la física es difícil para ellas porque las materias están a favor de la naturaleza masculina.

Con la intención de verificar el número de estudiantes interesados por las carreras de ciencias básicas se hizo una comparación teniendo en cuenta el número de matriculados durante el primer y segundo semestre entre los años 2010 y 2015, entre las carreras de biología, física y química de la UPTC. Dichos resultados se evidencian en la figura 1.3;

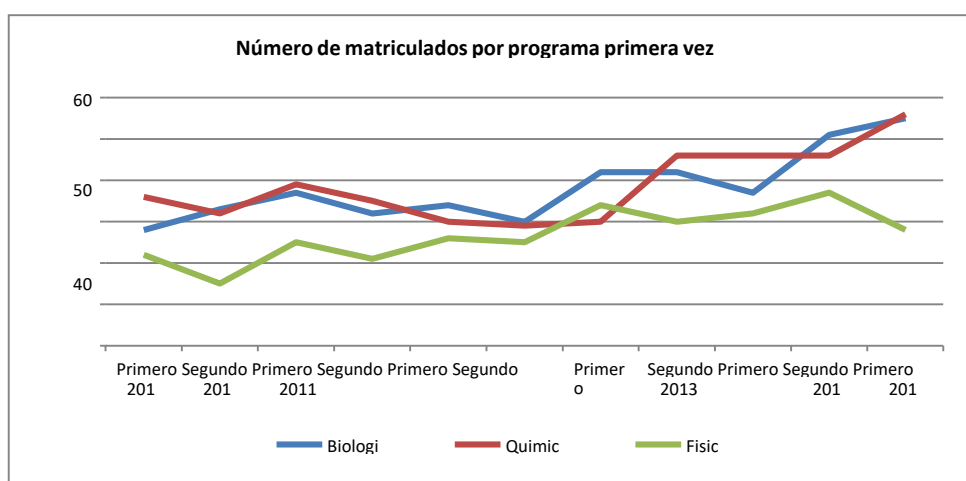


Figura 1.3. Estudiantes matriculados en las carreras de Biología, Física y Química de la UPTC (2010-2015).
Fuente: Oficina de Registro UPTC

En la figura anterior, se evidencia que el número de matriculados en la carrera de biología y química tiende a estar en aumento, a diferencia de la física donde el número de estudiantes descende, encontrándose para el año 2010, con las cifras más bajas entre 15 y 25 estudiantes para el primer y segundo período del mismo año. Siendo notorio el desinterés de los estudiantes por estudiar carreras como esta.

Además de la influencia del género en las actitudes que tienen los estudiantes sobre la física, existen otros, como los métodos de enseñanza dados en la secundaria, como lo menciona Gómez & Parada (2017, p. 35), las experiencias en el aprendizaje de la física durante la secundaria en su mayoría son malas y regulares, debido a que esta asignatura es vista únicamente en los grados décimo y once respectivamente, y se encuentran marcadas por la falta de actividades prácticas y metodologías basadas en la solución de talleres y evaluaciones que no contextualizan lo visto en clase, lo cual conlleva a la falta de motivación y a considerarla como una asignatura compleja y difícil de entender, donde las mayores dificultades a la hora de resolver un ejercicio radican en la falta de interpretación y análisis del problema.

Es por ello que el paso de la educación media a la superior suele ser crítica, porque durante los tres primeros semestres se presenta la mayor cantidad de deserción, especialmente por causas

académicas, orientación vocacional y profesional (Ministerio de Educación Nacional, 2016). Por otro lado, a pesar de la cantidad de personas que ingresan a estas carreras existen bajos niveles de continuidad y terminación de estudios, lo cual se ve reflejado en las cifras de estudiantes graduados en el periodo 2010 – 2015 y por consiguiente en la cantidad de estudiantes que han desertado como se muestra en las siguientes gráficas:

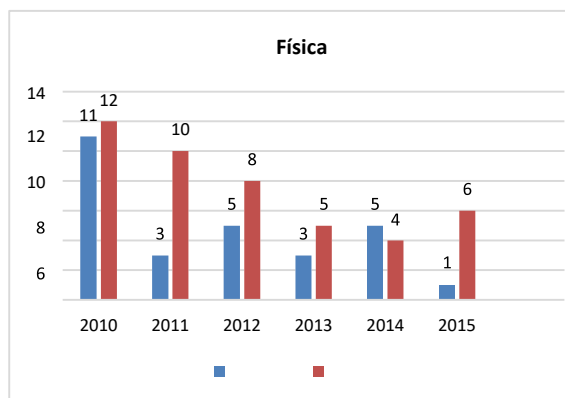


Figura 1.4. Estudiantes graduados por género en la carrera de Física de la UPTC (2010- 2015).

Fuente: Oficina de Registro UPTC

En la Figura 1.4, se observa una diferencia entre el número de graduados entre los años 2010 y 2015 de la carrera de física, puesto que en el primer año la cantidad de graduados es alta y disminuye cada semestre, es el caso del último año donde tan solo se gradúa una tercera parte; además se puede determinar que la cantidad de hombres graduados es mayor con respecto a la cantidad de mujeres.

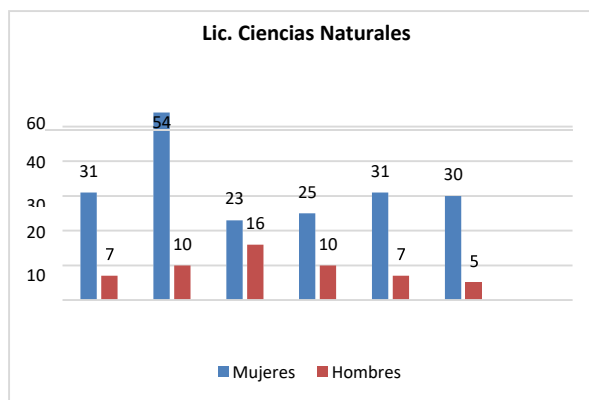


Figura 1.5. Estudiantes graduados por género en la carrera de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC (2010-2015). Fuente: Oficina de Registro UPTC

En cuanto a la Figura 1.5, se evidencia que la cantidad de mujeres graduadas sobrepasa en todos los semestres al número de hombres. Así mismo, se destaca que, en la LCNEA, hay mayor tendencia a terminar los estudios con respecto a la carrera de física en la UPTC. Para lo cual es necesario tener en cuenta que la vocación cumple un papel fundamental ya que en el primer caso se trata de la formación

de físicos teóricos dedicados en su gran mayoría a la investigación y para el segundo caso del ejercicio de la docencia.

A continuación, se mostrará los índices de estudiantes que desertan para las carreras de Física y Licenciatura en Ciencias Naturales respectivamente, en el período de 2010 a 2015.

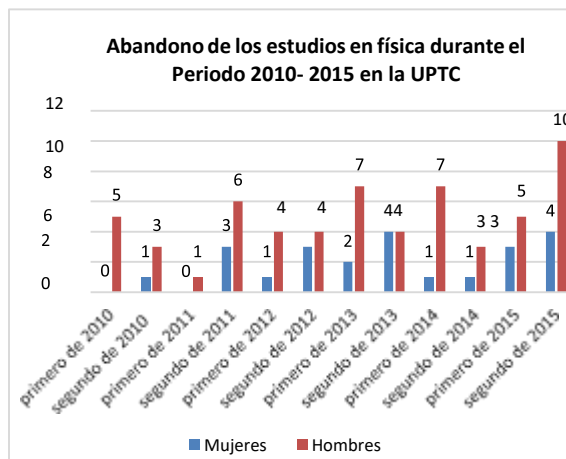


Figura 1.6. Deserción estudiantil académica en el programa de Física de la UPTC (2010-2015).

Fuente: Oficina de Registro UPTC

En la Figura 1.6 se presenta1q, que en cada uno de los semestres comprendidos entre los períodos 2010- 2015 el número de hombres que abandonaron los estudios en la carrera de física es mayor con respecto a la cantidad de mujeres. Tomando como base el número total de estudiantes matriculados a Física en cada uno de los semestres analizados, se encuentra que la cantidad de hombres y mujeres que desertaron en los estudios puede ser proporcional al mismo.

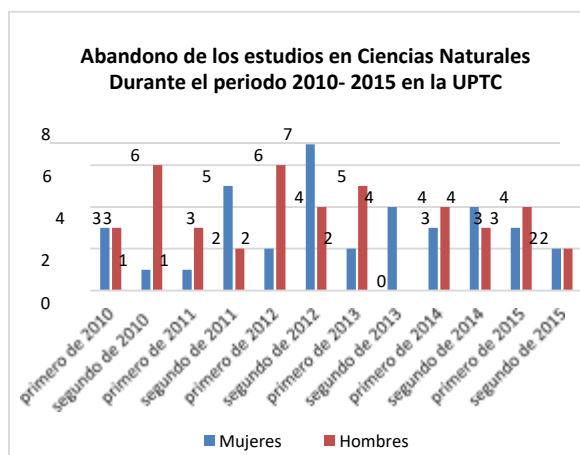


Figura 1.7. Deserción estudiantil académica en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC (2010-2015).

Fuente: Oficina de registro UPTC

La Figura 1.7, permite determinar la deserción sobre el número de estudiantes que abandonaron la carrera de ciencias naturales. Las cifras muestran que cada semestre deserta una cantidad mayor de hombres, teniendo en cuenta el nivel de ingreso a la licenciatura de este género. En cuanto al género femenino el nivel de deserción es alto, aunque es irrelevante en comparación con el número de mujeres matriculadas a esta carrera.

Con relación al género, estudios como los de Solbes, Montserrat & Furió, (2007, p.101), han demostrado que los hombres predominan en carreras de ingeniería o física y las mujeres en los campos de ciencias de la naturaleza y la salud, lo cual parece tener gran influencia sobre la persona y producir efectos psicológicos que limitan a los géneros en cuanto a preferencias se refiere.

A nivel nacional existen diferentes universidades que imparten carreras afines a la física y a la licenciatura en física. Sin embargo, estas también presentan índices altos de deserción estudiantil con respecto a áreas afines a las Ciencias Naturales. Las causas son diversas y podrían estar relacionadas con los aspectos ya mencionados y concernientes a la predilección de estas áreas sobre otras, por factores económicos, sociales y familiares.

A continuación, se presentan los índices arrojados por el sistema de la deserción estudiantil por año en Colombia en las áreas de ciencia. La Figura 1.8, muestra la deserción estudiantil en las áreas de física, biología y química a nivel universitario según el Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES), en la cual se evidencia que, a pesar de disminuir el porcentaje de deserción en cada una de las áreas, la física no deja de ser aquella en la cual la mayor cantidad de estudiantes desertan, seguida de la química y por último la biología.

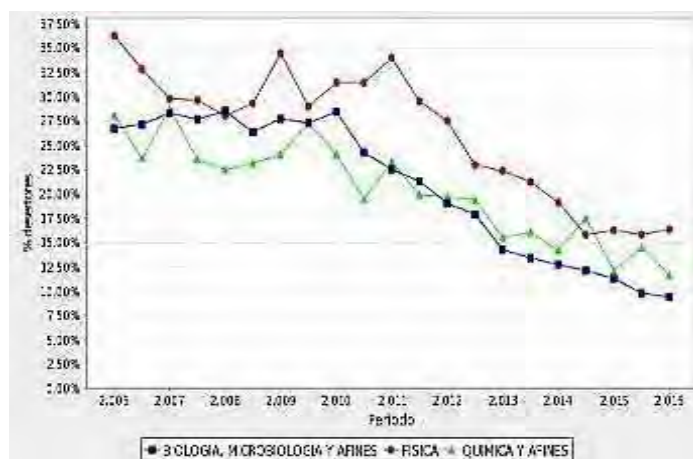


Figura 1.8. Deserción estudiantil por año en Colombia: Biología, Física y Química. Fuente: SPADIES (2016).

Igual manera, se evidencia que más del 60% de los estudiantes se matriculan a carreras como biología, menos del 30% de los estudiantes se matriculan a carreras como física, química y afines. Lo cual confirma el hecho de que son pocos los que aspiran a estudiar física o si quiera la tienen como opción. Lo anterior indica el deseo de los estudiantes de matricularse a carreras relacionadas con las ciencias decae considerablemente. Al respecto Solbes (2013, p. 11), considera que dicha deserción se debe a la forma en

la que se enseñan las ciencias, así como a la imagen pública que se le ha dado, considerando que es un grave problema concentrarse únicamente en aspectos conceptuales y propedéuticos.



Figura 1.9. Número de estudiantes matriculados por año en Colombia: Biología, Física y Química. Fuente: SPADIES (2016).

Por otra parte, la enseñanza de la física en la mayoría de las ocasiones, se basa en el uso de fórmulas y ecuaciones, dejando a un lado el desarrollo de prácticas que no permiten asimilar los conceptos, siendo necesario mejorar dicha situación (Guidugli, Fernández & Benegas, 2004, p. 464). De tal modo que los conceptos que se consideran difíciles pueden ser abordados desde disciplinas que permitan la comprensión y asimilación de los mismos, es el caso de la física forense que permite aplicar y utilizar los conceptos de la mecánica clásica en la reconstrucción de accidentes de tránsito, aspecto que se considera eje central en este estudio.

En otro sentido, la mecánica se convierte en pilar fundamental para abordar cualquier curso de física a nivel universitario porque esta brinda las herramientas tanto teóricas, conceptuales y experimentales que permiten entender los fenómenos de la naturaleza, todo lo que tenemos a nuestro alrededor lo podemos explicar y funciona bajo principios de la mecánica es tan importante que su desarrollo finalizando el siglo XX permitió avances tan importantes como la llegada del hombre a la luna o contar hoy en día con grandes construcciones a nivel mundial gracias a la aplicación de sus principios fundamentales.

1.3. El porqué de este estudio

La presente investigación se enfocó desde el estudio de la física como ciencia fundamental de la naturaleza y en particular la mecánica clásica como la disciplina base de estudio en los niveles introductorios de la educación universitaria. Así, el presente trabajo permite mostrar los cambios que los estudiantes presentaron al trabajar con una forma alternativa de aprender la física utilizando un problema traído del contexto cotidiano, en este caso los accidentes de tránsito. Es desde esta perspectiva esta investigación centra sus miradas hacia despertar en los jóvenes el interés por el aprendizaje de la física.

La física como ciencia fundamental ha contribuido de manera especial al desarrollo y configuración de la sociedad actual en todos los avances y desarrollos a nivel tecnológico. En efecto, casi

todo tipo de tecnologías que hacen parte de nuestra vida diaria de alguna u otra forma se han logrado con el avance de la física. Es por esto que hoy en día se busca fortalecer en todos los países los procesos de enseñanza en el campo de la física en todos los niveles desde la secundaria universitario y formación post gradual, como una manera de avanzar en los desarrollos de una sociedad en continuo avance no solo en tecnologías sino también en calidad de vida.

Algunos autores hacen referencia a la física como una de las más antiguas disciplinas, en la antigüedad se le conocía como la filosofía de la naturaleza toda vez que buscaba establecer las relaciones entre los fenómenos de la naturaleza y sus comportamientos, solo hasta el siglo XVII con la revolución científica empezó a surgir como una ciencia moderna, aunque hoy en día sus campos de acción parecen no tener límites, el estudio de la física permite en los estudiantes de todos los niveles de educación aumentar su nivel de comprensión del mundo, para proponer o mejorar condiciones en miras de conservar y preservar los recursos naturales que hoy se convierten en una de las principales preocupaciones de la sociedad.

En el desarrollo de la física como disciplina se ha logrado promover competencias que permiten comprender la naturaleza, sus procesos y aportar en un verdadero saber y hacer científico; de esta manera se ha contribuido a la conservación y preservación de los recursos naturales, facilitando una conciencia dentro de la sociedad y aportando en la solución de problemas del entorno, como toda ciencia tiene una fundamentación teórica y experimental y dada la amplitud de campos de estudio es considerada una ciencia auxiliar que aporta elementos a ramas afines como la biología, química y también hace aportes importantes dentro de ciencias como las forenses donde la física juega un papel importante en el aporte de dictámenes técnico científicos que sirven como pruebas para una mejor administración de justicia dentro de variados procesos legales.

Es desde esta perspectiva que el presente trabajo de investigación centra sus miradas hacia despertar en los jóvenes el interés por investigar, indagar, leer sus realidades y así entender que las creaciones en ciencia no se reducen meramente a intentar establecer lógicas en la naturaleza, sino que son resultado de unos complejos procesos históricos que dependen de la interacción con el medio social de cada época. Esto finalmente favorece la comprensión más profunda de la disciplina puesto que es muy difícil poder conocer un contenido físico sin entender cuál es la génesis de ese conocimiento.

1.4. Formulación del problema

En consonancia con lo anteriormente descrito, en este estudio se propuso como preguntas de investigación las siguientes:

¿Cuáles son las actitudes, percepciones hacia la física de los estudiantes de educación secundaria y universitaria y su comprensión de los conceptos de mecánica?

¿Qué implicaciones didácticas y conceptuales tiene la implementación de una secuencia didáctica basada en la física forense de los accidentes de tránsito (basada en enfoque CTS) en el aprendizaje de la mecánica?

1.5. Objetivos

Objetivo General.

Analizar las implicaciones conceptuales y didácticas del enfoque CTS, desde el uso de la Física Forense de los accidentes de tránsito en el aprendizaje en particular en el tema de la mecánica.

Objetivos Específicos.

1. Identificar y comparar las actitudes, percepciones y preconceptos que tienen los estudiantes sobre la enseñanza de la física en el contexto de la Educación básica y universitaria
2. Analizar los preconceptos que tienen los estudiantes al abordar situaciones de física forense relacionada con los accidentes de tránsito
3. Diseñar una secuencia didáctica, a partir del uso de la física forense en los accidentes de tránsito para motivar el aprendizaje de los estudiantes hacia la mecánica clásica.
4. Examinar los alcances conceptuales y didácticos acerca del uso de la física forense desde los accidentes de tránsito en la enseñanza de la mecánica.

Capítulo II

Fundamentación Teórica

A continuación, se presentan, los referentes teóricos que fundamentan esta investigación. Para ello, se abordarán las siguientes temáticas, teniendo en cuenta su relevancia para el desarrollo del proceso investigativo: enseñanza de la física desde lineamientos curriculares que abarcará desde documentos internacionales como el informe Rocard (2007) y el American Association for the Advancement of Science, AAAS (1985) y documentos nacionales que propone el Ministerio de Educación Nacional. En un segundo apartado, se presentan las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de la mecánica y finalmente la física forense como campo de aplicación de la mecánica clásica.

2.1. Enseñanza de la física desde lineamientos curriculares

La educación en ciencias tiene como propósito la formación de seres humanos capaces de pensar de manera autónoma y actuar de manera propositiva y responsable en los diferentes contextos en que se encuentran. Es por esto que se proponen metas de formación en ciencias a nivel mundial y nacional que orienten dicho proceso, las cuales se encuentran representadas en documentos e informes que contienen los mencionados lineamientos. A continuación, se muestran los lineamientos que se trabajan sobre la enseñanza de la física teniendo en cuenta lo que menciona la AAAS, el Informe Rocard como referentes a nivel mundial, y los estándares de ciencias naturales en el caso de Colombia.

2.1.1. AAAS (American Association for the advancement of science, 1985).

La Asociación Americana para el avance de la ciencia fundó el proyecto 2061 para ayudar a los americanos a alcanzar una adecuada instrucción en ciencias, matemáticas y tecnología. Fruto de esta investigación existen dos publicaciones, que se mencionan a continuación con el fin de comparar cuales son los contenidos y la finalidad en ciencias y en especial física.

2.1.2. Ciencia: Conocimiento para todos (1989): Estándares científicos.

Este documento se encuentra estructurado en 15 capítulos, los cuales abarcan temas relacionados a la ciencia, las matemáticas, la tecnología, temas sociales y relacionados con la enseñanza y aprendizaje.

En la figura 2.1 se muestran los contenidos que se deben abarcar en la enseñanza de las ciencias según dicho documento.

Contenido	
INTRODUCCIÓN	
Capítulo 1: LA NATURALEZA DE LA CIENCIA	
Capítulo 2: LA NATURALEZA DE LAS MATEMÁTICAS	
Capítulo 3: LA NATURALEZA DE LA TECNOLOGÍA	
Capítulo 4: EL ENTORNO FÍSICO	
Capítulo 5: EL AMBIENTE VIVO	
Capítulo 6: EL ORGANISMO HUMANO	
Capítulo 7: SOCIEDAD HUMANA	
Capítulo 8: EL MUNDO ORDENADO	
Capítulo 9: EL MUNDO MATEMÁTICO	
Capítulo 10: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS	
Capítulo 11: TEMAS COMUNES	
Capítulo 12: HÁBITOS DE LA MENTE	
Capítulo 13: APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EFECTIVOS	
Capítulo 14: REFORMAS EN LA EDUCACIÓN	
Capítulo 15: LOS SIGUIENTES PASOS	



Figura 2.1 Contenido del documento: conocimiento para todos (1989-1990).

Para el caso de física se tiene en cuenta el capítulo 4 titulado: Entorno físico, el cual contiene recomendaciones para el conocimiento básico de la estructura del universo y los principios físicos, haciendo énfasis en la Tierra y el sistema solar, además se centra en la estructura del universo y los procesos principales que le han dado forma al planeta Tierra; y los conceptos con los cuales la ciencia describe el mundo físico como son la materia, energía, movimiento y fuerza. El capítulo se divide en siete componentes: El universo, la tierra, procesos que le dan forma a la tierra, estructura de la materia, transformaciones de la energía, movimiento y fuerzas de la naturaleza, de cada uno de estos se explica su concepto e importancia.

2.1.3. Avances en el conocimiento científico: Metas de instrucción de las ciencias.

En este documento se traducen las metas de instrucción de las ciencias que aparece en el documento Ciencia: conocimiento para todos. Teniendo en cuenta la temática central del presente trabajo, se profundizará en el componente: *El movimiento*. Dicho documento menciona que el concepto de movimiento es fundamental para comprender el mundo físico, al igual que la materia y la energía. Los objetivos relativos al movimiento abarcan muchos temas que no requieren el empleo de ecuaciones. Basta con una comprensión de tipo cualitativo, pues no es fácil para todos comprender fenómenos desde las ecuaciones.

Algunos docentes consideran que, si los estudiantes recitan correctamente conceptos como las leyes de Newton, entonces los comprenden. Sin embargo no siempre dichas acciones se encuentran relacionadas, prueba de ello es el resultado de numerosas experiencias en las que se señala que a los alumnos se les dificulta sistemáticamente relacionar las ideas formales con sus conceptos personales, es decir pueden resolver tareas en las que se aplique directamente y sin ninguna alteración las definiciones y ecuaciones que fueron aprendidas en el aula, pero surge la dificultad al transferir dichos conocimientos a problemas planteados en otros contextos de aprendizaje (Pérez & Moreno, 1998, p. 6), de manera que esta situación plantea que no se ha dado más que un conocimiento netamente memorístico y posiblemente temporal. Es así como se expresa que al terminar cada nivel escolar el estudiante debe tener unos conocimientos mínimos que se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 2.1. *Contenidos mínimos por nivel escolar propuestos por la AAAS.*

NIVEL EDUCATIVO	CONTENIDOS MINIMOS
Del nivel preescolar al segundo grado de enseñanza elemental	✓ Las cosas se mueven de maneras muy diversas: en línea recta, zigzag, dando vueltas, de ida y vuelta, y rápido y lento. ✓ La manera en que algo se mueve puede modificarse dándole un tirón o un empujón. ✓ Las cosas que producen sonido vibran.
Del tercero al quinto grados de enseñanza elemental	✓ Las fuerzas son la causa de cambios de dirección o de movimiento. Mientras mayor es la fuerza, mayor será el cambio de movimiento. Mientras más masivo es un objeto, menor será el efecto de una fuerza dada. ✓ La rapidez del movimiento difiere muchísimo. Algunas cosas son tan lentas que su jornada dura mucho, otras se mueven tan rápido que ni siquiera es posible verlas.
Del sexto grado de enseñanza elemental al segundo grado de enseñanza media	✓ La luz solar está formada por una mezcla de luces de muchos colores, aun cuando para nuestros ojos parece casi blanca. Hay otras cosas que emiten o reflejan la luz, con una mezcla distinta de colores. ✓ Se dice que algo es visible cuando las ondas luminosas emitidas o reflejadas por ese algo, son percibidas por el ojo y luego interpretadas por el cerebro; es el mismo caso de algo audible, o sea, las ondas sonoras que emite, las capta el oído y las decodifica el cerebro. ✓ Una fuerza no equilibrada que actúa sobre un objeto cambia la velocidad o dirección del movimiento de éste, o ambas. Si la fuerza obra hacia un centro único, la trayectoria del objeto se curva y forma una órbita alrededor de ese centro. ✓ En los materiales, las vibraciones producen perturbaciones ondulatorias que se dispersan alejándose de la fuente. Como ejemplos tenemos el sonido y las ondas sísmicas. Éstas y otras ondas se propagan a distintas velocidades en materiales diferentes. ✓ El ojo humano sólo es sensible a un pequeño intervalo del espectro electromagnético: la luz visible. Dentro de ese intervalo, las diferencias de longitud de onda se perciben como diferencias de color.

Tabla 2.1. *Contenidos mínimos por nivel escolar propuestos por la AAAS (Continuación).*

NIVEL EDUCATIVO	CONTENIDOS MINIMOS
Del tercer grado de enseñanza media al tercer grado de enseñanza media superior.	✓ El cambio de movimiento de un objeto es proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa. ✓ Todo movimiento es relativo, sea cual fuere el marco de referencia elegido; no hay un marco de referencia inmóvil para definir el movimiento absoluto. ✓ Las cargas eléctricas en aceleración producen a su alrededor ondas electromagnéticas. Hay una gran diversidad de radiaciones de ondas electromagnéticas: las de radio, microondas, el calor radiante, la luz visible, la radiación ultravioleta, los rayos x y los rayos gamma. Sus longitudes de onda varían desde las de radio -que son las mayores- hasta las de los rayos gamma -las más cortas-. En el vacío, todas las ondas electromagnéticas tienen la misma velocidad: la velocidad de la luz.
Del tercer grado de enseñanza media al tercer grado de enseñanza media superior	✓ La longitud de onda observada depende del movimiento relativo de la fuente respecto del observador. Si alguno se acerca al otro, la longitud de onda observada es menor; si se alejan, la longitud de onda es mayor. Como la luz que se percibe de casi todas las galaxias lejanas tiene mayor longitud de onda que la luz producida en la Tierra, se cree que el Universo se expande. ✓ Las ondas pueden superponerse unas sobre otras, curvarse alrededor de objetos, reflejarse en superficies, ser absorbidas por los materiales en los que inciden o cambiar de dirección al chocar contra otro objeto. Todos esos efectos varían de acuerdo con su longitud de onda. La energía ondulatoria, como cualquier tipo de energía, puede convertirse en otra forma de energía.

Tomado de: American Association for the advancement of science (1985), adaptado por Suarez (2019)

Como se observa en el cuadro anterior desde los primeros niveles de formación hasta los superiores los temas relacionados con la mecánica cobran importancia, toda vez que los niños y jóvenes comprenden con el estudio del movimiento los fenómenos asociados a su propio cuerpo y desde ahí entender de mejor manera los diferentes acontecimientos de la naturaleza.

2.1.4. Informe Rocard.

Otro de los documentos que permite analizar los lineamientos internacionales para la enseñanza de la ciencia, es el informe Rocard. Este es un documento producto del trabajo de un grupo de expertos que conforman una comisión para la ciencia y la investigación del parlamento europeo, que identifica la percepción de las ciencias y su enseñanza por los europeos y cuya finalidad es analizar las acciones necesarias para combatir el interés decreciente de los jóvenes por los estudios en ciencias. Dicho interés

de los estudiantes hacia las ciencias y las matemáticas ha ido en descenso y a pesar de los intentos por mitigar dicha situación, aún no se han logrado avances significativos, razón por la que se hace necesario tomar acciones para fomentar el desarrollo de un pensamiento crítico y razonamiento científico desde el aprendizaje de las ciencias, teniendo como base las estrategias y actividades que permitan abordar las temáticas de un campo profesional determinado para la comprensión adecuada de los procesos del mundo físico (Meza, Lucero & Aguirre, 2002, p. 48). El análisis planteado por este documento parte de 4 observaciones principales de la situación y propone 5 recomendaciones tal y como aparece en el documento de 2007 y como se relacionan a continuación:

Tabla 2.2. *Observaciones y recomendaciones del Informe Rocard (2007).*

Observaciones y Recomendaciones del Informe Rocard.	
Observaciones	✓ Una amenaza importante para el futuro de Europa: la educación científica está lejos de atraer a la multitud y en muchos países la tendencia está empeorando. ✓ Un consenso general sobre la importancia de la educación científica. ✓ Los orígenes de esta situación pueden encontrarse, entre otras causas, en cómo se enseña la ciencia. ✓ Muchas iniciativas en curso en Europa pueden contribuir activamente a la renovación de la educación científica. Sin embargo, son a menudo a pequeña escala y no aprovechan activamente las medidas europeas de apoyo, difusión e integración.
Recomendaciones	✓ Reorientar la pedagogía de la enseñanza de las ciencias en las escuelas (métodos basados en la investigación), con el fin de aumentar el interés de los estudiantes por las ciencias. ✓ Dar paso y complementar con los nuevos métodos de enseñanza, dejando a un lado la calificación y teniendo en cuenta a todos los estudiantes sin importar su rendimiento escolar. Con el fin de fomentar el interés y participación femeninos en actividades científicas. ✓ Implicar a los actores de la educación formal y no formal, implicando empresas, científicos, ingenieros, universidades, ciudades, etc. ✓ El profesorado es importante en la renovación en la enseñanza de las ciencias. ✓ Existen en Europa dos iniciativas: "Pollen" y "SinusTransfer". Dichas iniciativas aumentan el interés del alumnado por la ciencia.

2.2 Lineamientos Nacionales sobre la enseñanza de la física.

La física en la educación secundaria en Colombia es orientada teniendo en cuenta los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y actualmente los Derechos Básicos de aprendizaje (DBA), elaborados por el Ministerio de Educación Nacional, que son abordados en la educación primaria de manera conjunta: biología y química, pero que en la educación secundaria y media esta área se trabaja de forma. Sin embargo, se encuentra de modo general en el documento bajo la denominación de ciencias naturales. Allí se contempla lo siguiente:

Estándares básicos de competencias: Son criterios claros sobre lo que deben aprender los niños, siendo guía de lo que se debe impartir en instituciones privadas o públicas, urbanas y rurales.

Saber y saber hacer: Se pretende no solo la acumulación de los conocimientos en los estudiantes, al contrario, ser competentes para la vida.

Organización de los Estándares: Para un desarrollo integral los estándares se encuentran distribuidos en nivel de complejidad creciente y se agrupan en grados, así: de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno y de décimo a undécimo.

Además de lo anterior, se requiere de actitudes como: curiosidad, honestidad, flexibilidad, persistencia, crítica, tolerancia en la incertidumbre, reflexión y disposición.

En la escuela se pretende fomentar el interés por la ciencia, con el fin de desarrollar competencias desde la interacción y observación del entorno, recolección de información, discusión hasta llegar a la conceptualización y uso de modelos en los fenómenos de la naturaleza.

En la siguiente figura se muestra la estructuración de los estándares:



Figura 2.2. Esquema de los estándares básicos en competencias en ciencias naturales y Sociales (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

En la parte superior de cada nivel se encuentran los estándares, que representa lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al final del conjunto de grados que se indica, estos se distribuyen en tres columnas en las cuales se especifican los estándares de las tres áreas fundamentales que componen las ciencias naturales.

Primera columna	Segunda columna			Tercera columna
...me aproximo al conocimiento como científico-a natural	...manejo conocimientos propios de las ciencias naturales			...desarrollo compromisos personales y sociales
• Observo el mundo donde vivo. • Hago preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. • Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas. • Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).	Entorno vivo	Entorno físico	Ciencia, tecnología y sociedad	• Escucho activamente a mis compañeros, reconozco puntos de vista diferentes y los comparto con los míos. • Razono y acepto el escepticismo de mis compañeros ante la información que presento.
	Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos.	Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunos materiales.	Identifico máquinas simples en objetos cotidianos y describo su utilidad.	

Figura 2.3. Acciones de pensamiento en ciencias naturales (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

La primera columna: Me aproximo al conocimiento como científico-a natural, hace referencia a como los estudiantes se acercan a los conocimientos científicos y a las personas que los estudian.

La segunda columna: Manejo conocimientos propios de las ciencias naturales: permite crear condiciones de aprendizaje para lograr la apropiación y manejo de conocimientos, representa las acciones de pensamiento para producir el conocimiento propio de las ciencias naturales.

La tercera columna: Desarrollo compromisos personales y sociales: Hace referencia a las responsabilidades que se deben asumir cuando se adquiere el conocimiento crítico sobre los descubrimientos y avances de la ciencia. A su vez, esta columna se divide en tres subcolumnas, mostrando las acciones de pensamiento que permiten la producción del conocimiento científico que son:

1. *Entorno vivo:* Hace referencia a las competencias específicas que permiten establecer relaciones para comprender la vida, individuos, interacciones y cambios.
2. *Entorno físico:* Se refiere a las competencias específicas que establecen relaciones del lugar donde viven los organismos, sus interacciones y cambios de la materia.
3. *Ciencia, tecnología y sociedad:* Se refiere a competencias específicas que hace ver la comprensión de las ventajas y desventajas en los avances tecnológicos (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

Según los estándares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en los grados décimo y undécimo, se estudia la Mecánica de una partícula, haciendo énfasis en los aspectos cinemáticos, dinámicos y estáticos; al igual que los principios de la conservación de la energía en campos conservativos y no conservativos, cuyas acciones de pensamiento se muestran a continuación en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. *Acciones de Pensamiento MEN*

GRADO	ACCIONES DE PENSAMIENTO
DÉCIMO Y ONCE	✓ Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica. ✓ Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. ✓ Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica. ✓ Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto. ✓ Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos. ✓ Explico el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo. ✓ Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos. ✓ Establezco relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal.

Tomado de Ministerio de Educación Nacional (2004), adaptado por Suarez (2019)

Para el caso de los DBA (Derechos básicos de Aprendizaje, 2016), los cuales son un complemento y ayuda a los Estándares Básicos en ciencias naturales, la física, en particular la mecánica se trabaja desde el grado cuarto, tal y como se señala a continuación:

Tabla 2.4. *DBA en ciencias naturales.*

GRADO	EN: Enunciado	EV: Evidencia
CUARTO	Comprende que la magnitud y la dirección en que se aplica una fuerza pueden producir cambios en la forma como se mueve un objeto (dirección y rapidez).	✓ Describe las características de las fuerzas (magnitud y dirección) que se deben aplicar para producir un efecto dado (detener, acelerar, cambiar de dirección). ✓ Indica, a partir de pequeñas experiencias, cuando una fuerza aplicada sobre un cuerpo no produce cambios en su estado de reposo, de movimiento o en su dirección. ✓ Comunica resultados sobre los efectos de la fuerza de fricción en el movimiento de los objetos al comparar superficies con distintos niveles de rozamiento. ✓ Predice y explica en una situación de objetos desplazándose por diferentes superficies (lisas, rugosas) en cuál de ellas el cuerpo puede mantenerse por más tiempo en movimiento.

Tabla 2.4. *DBA en ciencias naturales (mecánica). (Continuación)*

SÉPTIMO	Comprende las formas y las transformaciones de energía en un sistema mecánico.	✓ Relaciona las variables velocidad y posición para describir las formas de energía mecánica (cinética y potencial gravitacional) que tiene un cuerpo en movimiento. ✓ Identifica las formas de energía mecánica (cinética y potencial) que tienen lugar en diferentes puntos del movimiento en un sistema mecánico (caída libre, montaña rusa, péndulo). ✓ Representa gráficamente las energías cinéticas y potencial gravitacional en función del tiempo.
NOVENO	Comprende las formas y las transformaciones de energía en un sistema mecánico.	✓ Describe el movimiento de un cuerpo (rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, en dos dimensiones – circular uniforme y parabólica) en gráficos que relacionan el desplazamiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. ✓ Predice el movimiento de un cuerpo a partir de las expresiones matemáticas con las que se relaciona, según el caso, la distancia recorrida, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. ✓ Identifica las modificaciones necesarias en la descripción del movimiento de un cuerpo, representada en gráficos, cuando se cambia de marco de referencia.

Tomado de Derechos básicos de Aprendizaje, (2016), adaptado por Suarez (2019)

Estos derechos enuncian las habilidades y destrezas que debería desarrollar el estudiante, de acuerdo a los contenidos programáticos, permitiéndole asociar los conocimientos adquiridos con actividades prácticas. Debido a esto se requiere que el conocimiento científico sea un proceso metacognitivo donde el alumno se deba enfrentar a problemas en contextos de interacción social que lleve la comunicación de los conocimientos que se tienen a lo más abstracto y profundo (Vega & Pérez, 2013, p. 63).

2.3. Enseñanza de la física en la educación superior en algunas universidades colombianas.

2.3.1. Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá.

Dicha propuesta formativa contempla dos ciclos de formación: ciclo de fundamentación y ciclo de profundización con una duración de seis y cuatro semestres respectivamente con un total de 160 créditos. Las áreas generales disciplinares abarcan: mecánica I y II, Electromagnetismo I y II, Relatividad, Mecánica cuántica, Termodinámica, Laboratorio de física moderna, Física de Ondas, Física Estadística; Cálculo diferencial, calculo integral, calculo vectorial, Geometría y física, Álgebra lineal y Ecuaciones diferenciales, esas hacen parte del ciclo de fundamentación (Universidad Pedagógica Nacional, 2016). La estructura

curricular de la Universidad Pedagógica Nacional fortalece el estudio de la mecánica, con dos cursos que permiten una mejor comprensión de todos los fenómenos asociados al movimiento, siendo muy importante como base para el estudio de las demás ramas de la física. Además, incorpora en semestres avanzados un curso de mecánica cuántica dando apertura a una mejor conceptualización de los fenómenos de la física moderna.

2.3.2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

El proyecto curricular tiene una duración de 10 semestres, en las asignaturas disciplinares están: Física y matemáticas básicas (8 créditos), Mecánica clásica I (6), Calculo diferencial (3), Álgebra Lineal (4), Mecánica clásica II (6), Calculo integral (6), Mecánica de fluidos (4), Ecuaciones diferenciales (4), Teoría de probabilidades (4), Vibraciones y ondas (4), Electricidad y magnetismo (6), Matemáticas avanzadas (4), Física molecular y termodinámica (6), Óptica física (6), Física moderna I (4), Física moderna II (4), Mecánica cuántica (4), Nociones Física Teórica (4) y Seminario de tópicos de la física actual (4). La Mecánica I y II se cursa en segundo y tercer semestre académico respectivamente. De igual forma, este plan de estudios tiene una fortaleza en el área de mecánica puesto que tiene una materia como la mecánica de fluidos donde se puede profundizar en un gran número de estudios de aplicación de la física, y al igual que otros planes de estudios se fundamenta en los niveles de introducción con mecánica I y II.

Algunas publicaciones como la hecha por González, González y Niño (2007) muestra un estudio al plan de estudios de física, en la Universidad Distrital, y señala que hay un esquema invariable con respecto a los nuevos auges en investigación, surgiendo así propuestas como la creación de nuevos grupos de investigación, donde se puedan trabajar diversos temas sobre física, ejemplo de ello es el estudio de aleaciones con elementos que tienen una alta conductividad eléctrica como lo es el nitinol.

2.4. Comunidades de investigación sobre Enseñanza de la física en el contexto colombiano

En cuanto a la realización de eventos en Colombia sobre la enseñanza de la física, se destaca el Congreso Nacional de Física, evento que reúne a profesionales en las áreas asociadas a las ciencias físicas, donde se reúnen participantes nacionales e internacionales con el objetivo de divulgar y promover el desarrollo nacional de la investigación en física, así como la interacción académica entre estudiantes, profesores, investigadores y profesionales en ciencias para el avance del conocimiento (XXVII Congreso Nacional de Física, 2017), en temas específicos así: óptica, fotónica y espectroscopía; materia condensada, astrofísica y gravitación; física de las partículas; enseñanza de la física; física computacional; física no lineal, complejidad y caos; fisicoquímica, física atómica y molecular; geofísica y física aplicada; nanociencia; instrumentación y metrología; biofísica. Es un evento que se realiza generalmente cada dos años y es auspiciado por la Sociedad Colombiana de Física. El último fue realizado en la ciudad de Cartagena -Colombia en octubre del año 2017.

Otro evento académico de relevancia en Colombia es el congreso nacional de ingeniería física que busca contribuir al desarrollo en investigación y campos de aplicación de la física, dicho evento se celebra cada dos años y sus temáticas más destacadas están en el campo de la acústica, biofísica, energías renovables, espectroscopia, física de la atmosfera, física del estado sólido, física del plasma, física educativa, física médica, física nuclear, geofísica entre otros. De igual forma, la comunidad físicos en

Colombia desde hace ya más de 20 años cuenta con una revista científica de divulgación llamada *Revista Colombiana de Física*, que actualmente tiene categoría de revista internacional, allí se publican las principales investigaciones en el campo de la física en la región.

Tabla 2.5. *Algunos eventos sobre la enseñanza de la física en Colombia.*

AÑO	NOMBRE DEL EVENTO	DESCRIPCIÓN
2005	XXI Congreso Nacional de Física	El año 2005 se escogió como el año mundial de la física debido a que se conmemoró el centenario del “Año maravilloso” de Albert Einstein, cuando escribió los artículos que se convirtieron en la base de tres campos fundamentales de la física: Teoría de la relatividad, Teoría Cuántica, Teoría del movimiento Browniano, razón por la que el congreso se centró en cuatro objetivos principales que se vincularan a tal celebración: ✓ Divulgar entre el público general la importancia de la física y las ciencias físicas. ✓ Incentivar la enseñanza de la física. ✓ Promocionar la física como la base para otras disciplinas e incubadora de nuevos campos científicos y tecnológicos. ✓ Ser partícipes de los grandes retos de la Física en el siglo XXI.
2006	Nuevas Perspectivas en la Enseñanza de las Ciencias Naturales	Con el fin de reunir experiencias y debatir lo que acontece en las aulas de clase la Universidad abre dicho evento para actualizar el estado conceptual de las perspectivas en la enseñanza de las ciencias: biología, química y física; generar espacios de reflexión y socializar la producción investigativa de los docentes. Este evento tiene como objetivos: ✓ Actualizar a los participantes en el estado conceptual sobre algunas perspectivas actuales en la enseñanza de las ciencias naturales. ✓ Generar espacios de reflexión sobre la enseñanza de las ciencias naturales en relación con la práctica docente realizada en la institución escolar. ✓ Socializar y articular la producción investigativa de los profesores en el campo de la enseñanza de las ciencias de la UDFJDC, con académicos e investigadores de otros países y universidades.
2007	XXII Congreso Nacional de Física	Las líneas de trabajo desarrolladas por el congreso fueron: ✓ Astrofísica y gravitación ✓ Biofísica y física médica ✓ Complejidad y caos ✓ Fisicoquímica, atómica y molecular ✓ Física computacional ✓ Física nuclear ✓ Física no lineal ✓ Física del plasma y fenómenos de transporte

Tabla 2.5. *Algunos eventos sobre la enseñanza de la física en Colombia. (Continuación)*

AÑO	NOMBRE DEL EVENTO	DESCRIPCIÓN
2007	XXII Congreso Nacional de Física	Las líneas de trabajo desarrolladas por el congreso fueron: ✓ Astrofísica y gravitación ✓ Biofísica y física medica ✓ Complejidad y caos ✓ Fisicoquímica, atómica y molecular ✓ Física computacional ✓ Física nuclear ✓ Física no lineal ✓ Física del plasma y fenómenos de transporte
2007	XXII Congreso Nacional de Física	✓ Geofísica y física aplicada ✓ Enseñanza de la física ✓ Instrumentación y metrología ✓ Óptica ✓ Optoelectrónica ✓ Partículas elementales y campos
2007	XXII Congreso Nacional de Física	Las líneas de trabajo desarrolladas por el congreso fueron: ✓ Astrofísica y gravitación ✓ Biofísica y física medica ✓ Complejidad y caos ✓ Fisicoquímica, atómica y molecular ✓ Física computacional ✓ Física nuclear ✓ Física no lineal ✓ Física del plasma y fenómenos de transporte ✓ Geofísica y física aplicada ✓ Enseñanza de la física ✓ Instrumentación y metrología ✓ Óptica ✓ Optoelectrónica ✓ Partículas elementales y campos
2009	Congreso Internacional de Educación en ciencias naturales en Cartagena	Congreso organizado por la universidad Antonio Nariño y la revista de educación en ciencias, Journal of Science Education con la participación de universidades y autoridades científicas colombianas y de otros países. El congreso es un espacio que ofrece un foro para debatir los problemas propios de la enseñanza de las ciencias (física, química, biología, matemáticas, etc.) en la universidad y secundaria, con la asistencia de expertos y especialistas de diversas partes del mundo.

Tabla 2.5. *Algunos eventos sobre la enseñanza de la física en Colombia.* (Continuación)

AÑO	NOMBRE DEL EVENTO	DESCRIPCIÓN
2013	XXV Congreso Nacional de Física	Evento desarrollado desde 1956, es uno de los referentes más trascendentes de la física en el ámbito nacional permitiendo la difusión de la ciencia y la tecnología. A este evento asisten participantes dentro de los que se encuentran investigadores, profesores y estudiantes de diferentes universidades del país relacionados con la física, ingeniería física, electrónica, licenciatura en física, biofísica, física médica y áreas afines.
2013	XXV Congreso Nacional de Física	Pretender dar a conocer a la comunidad las nuevas tendencias investigativas en el mundo de la física, tratadas por expertos y científicos internacionales, el evento es realizado desde 1973 cada dos años por instituciones universitarias a nivel nacional.
2013	XXV Congreso Nacional de Física	Pretender dar a conocer a la comunidad las nuevas tendencias investigativas en el mundo de la física, tratadas por expertos y científicos internacionales, el evento es realizado desde 1973 cada dos años por instituciones universitarias a nivel nacional. El congreso tiene como objetivos: ✓ Propiciar el encuentro entre investigadores para compartir experiencias, conocimientos, discutir diferentes aproximaciones a problemas específicos y establecer lazos de cooperación. ✓ Estimular el intercambio académico y la interrelación entre estudiantes y profesores de diferentes instituciones, con el fin de consolidar redes de investigadores con intereses comunes que lleven a la optimización de recursos a través de vínculos de cooperación. ✓ Ofrecer a los participantes contacto directo con conferencistas de amplia trayectoria en investigación sobre temas de actualidad en el área de la física.

Tabla 2.5. *Algunos eventos sobre la enseñanza de la física en Colombia. (Continuación)*

2015	XXVI Congreso Nacional de Física	Esta versión del Congreso se realizó en la ciudad de Manizales del 29 de septiembre al 2 de octubre y tuvo como temas principales: ✓ Astrofísica ✓ Gravitación ✓ Biofísica ✓ Sistemas dinámicos ✓ Fotónica ✓ Nanociencia ✓ Spintrónica
2016	VII Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y la astronomía en Pasto	Este congreso se basa en la necesidad de conocer las técnicas y métodos didácticos puestos en práctica en las diferentes instituciones educativas que deseen compartir su experiencia con la comunidad, para lo cual se cuenta con investigadores a nivel mundial que difunden sus experiencias de aula y laboratorios. Su objetivo principal: ✓ Dar a conocer las últimas tendencias sobre el proceso de enseñanza de la física a nivel mundial y latinoamericano.
2016	VII Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y la astronomía en Pasto	Este congreso se basa en la necesidad de conocer las técnicas y métodos didácticos puestos en práctica en las diferentes instituciones educativas que deseen compartir su experiencia con la comunidad, para lo cual se cuenta con investigadores a nivel mundial que difunden sus experiencias de aula y laboratorios. Su objetivo principal: ✓ Dar a conocer las últimas tendencias sobre el proceso de enseñanza de la física a nivel mundial y latinoamericano.
2017	XXVII Congreso Nacional de Física	Realizado en Cartagena entre el 3-6 de octubre en esta edición el Congreso abordó las siguientes temáticas: ✓ Óptica, Fotónica y Espectroscopía ✓ Materia Condensada ✓ Astrofísica y Gravitación ✓ Física de Partículas ✓ Enseñanza de la Física ✓ Física Computacional y simulación ✓ Física no Lineal, Complejidad y Caos ✓ Fisicoquímica, Física Atómica y Molecular ✓ Geofísica y Física Aplicada ✓ Nanociencia ✓ Instrumentación y Metrología

Tomado de Revista Colombiana de Física (2014), adaptado por Suarez (2019).

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se logra evidenciar que si bien si existen varios eventos realizados en el país que centran la atención en la física, son muy pocos los que trabajan la línea de enseñanza de la física, esto debido a que como se puede observar en las temáticas tratadas en los congresos se da prioridad a los temas netamente disciplinares en el área. Sin embargo, este es un tema que los últimos años ha venido cobrando una importancia gradual que merece ser destacada y se le va venido ampliando los espacios y reconociendo la importancia que tiene en el mundo de la ciencia, la enseñanza de la misma.

En el campo de mecánica se han desarrollado múltiples trabajos de investigación enfocándose básicamente al diseño de material para experimentación en física, un ejemplo es el Módulo para Experiencias en Mecánica (MEM), construido en la escuela de física de La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en los años 90, este equipo de laboratorio permite desarrollar entre 10 a 12 prácticas de mecánica. Actualmente, es utilizado en instrucciones de básica secundaria y universitario del país, construido por el profesor Msc. Simón Bolívar Cely docente de la licenciatura en Matemáticas de la UPTC Tunja.

2.5. Enseñanza de la Física: Estrategias y Recursos

La física no se puede sustituir, debido a que es una ciencia básica en el progreso de una sociedad, es el caso de su incursión en la tecnología que implica el uso de principios y leyes en muchas de las ocasiones de lo general hasta lo más abstracto. Por esto, se hace imprescindible el desarrollo de habilidades de pensamiento desde aspectos contextuales como el enfoque CTS que involucren procesos como el análisis y la medición de información (Holuboya, 2008, p. 96).

Investigaciones señalan que el uso de métodos y técnicas tradicionales en los cursos de física no tienen efectos muy positivos en el aprendizaje (Baş, 2010 y Schaal, 2010). En los cursos de física con enfoque tradicional los estudiantes no se dan cuenta de la relación que debe existir entre el sujeto y la vida real dando origen a la descontextualización del conocimiento (Baran & Maskan, 2010, p. 58).

A continuación, se describen algunas acciones didácticas en diversos países para el estudio de la física:

Owuor, Pino & Mzee (2015, p. 466), en Kenia, efectuaron un análisis para conocer la influencia de la metodología en la enseñanza de la física en las escuelas secundarias. Para ello aplicaron una encuesta donde se evaluaban aspectos como: opiniones, conocimientos y percepciones de los docentes sobre los recursos empleados. Los resultados arrojaron lo siguiente: la capacitación profesional permite que las clases sean más didácticas e innovadoras, la experiencia es importante en el rendimiento laboral, los docentes “experimentados” saben que una enseñanza exitosa depende de la aplicación de principios y habilidades y presentación de materiales didácticos; también se aprecia como los docentes en física comprenden la importancia de realizar experiencias. Al enseñar otras asignaturas como química y matemáticas, hacen que la carga académica sea mayor, por tanto, no existe un solo enfoque para el área de física, pues los maestros con más lecciones realizan menos experimentos y la excesiva carga laboral influye negativamente en la realización de una clase diferente y amena.

En Serbia Nagl, Obadovic & Segedinac (2012, p. 87) consideran que la enseñanza de la ciencia en la actualidad muestra una falta de eficiencia, debido a la discrepancia entre los objetivos, la cantidad y la calidad de los conocimientos. La enseñanza de la física en la primaria es ineficiente; resolviendo siempre el problema con la introducción de la enseñanza moderna. Por tal razón, la enseñanza no se orienta al contenido, existiendo la incertidumbre por parte del estudiante a la hora de resolver un problema. Siendo necesario el requerimiento de métodos eficientes de aprendizaje, basado en los resultados es decir en un método empírico que conduzca al buen desenvolvimiento del niño o joven en su realidad.

Méndez (2012, p. 185), comparó los resultados del aprendizaje de dos grupos homogéneos de alumnos de 14 años, un grupo siguió la enseñanza tradicional y el otro la estrategia del aprendizaje cooperativo. Se aplicó un test de ideas previas y un post-test, sobre algunos conceptos (densidad, presión, volumen, temperatura y calor), los resultados apuntan a que el aprendizaje colaborativo en comparación con la enseñanza tradicional facilita la comprensión y el interés en los alumnos por el tema.

Benito, Portela & Rodríguez (2006, p. 3), consideran que al analizar las prácticas docentes se observa que las lecciones presenciales, de laboratorio y resolución de problemas ocupan la mayor parte del tiempo y en muy pocos casos se utilizan metodologías activas. Castellanos & Dalessandro (2003, p. 32) y Palacios (2007, p. 115), mencionan que los profesores hacen amplio uso de la clase magistral, a la que normalmente acompañan sesiones de resolución de problemas, sesiones de laboratorio y tutorías individuales. En las prácticas docentes se observa que son bastante tradicionales, aprovechan solo algunas de las oportunidades y ventajas que la física ofrece.

Teniendo en cuenta lo anterior, existen dificultades en los estudiantes universitarios para comprender los conceptos físicos que se les enseña, pues se identifica la complejidad matemática de la física como factor que inhibe el aprendizaje de los alumnos. Así mismo la rapidez indebida con que los profesores enseñan las representaciones matemáticas del mundo físico, son causas de las dificultades de comprensión. Además, los estudiantes tienen dificultades a la hora de conectar diversas representaciones como gráficos, diagramas, ecuaciones, conceptos básicos y principios, con fenómenos del mundo real; conllevando así al desinterés en el área (Ferreyra & Gonzáles, 2000; Valle, 2013).

Por ello, se requiere de propuestas transformadoras como el uso de: simuladores, definición de nuevos entornos de aprendizaje, escribir y reflexionar sobre lo aprendido, discursos docente-estudiante, actividades educativas coherentes con un tratamiento científico de cuestiones (Woolnough, 1994; Menikheim & Ruiz de Eguilaz, 2008). Argumentos suficientes para respaldar la necesidad de desarrollar investigaciones educativas en el área de ciencias en el nivel universitario. La enseñanza en el nivel superior está caracterizada por clases magistrales y excesivamente teóricas, siendo importante desde el trabajo colaborativo, incorporar diferentes recursos tecnológicos en las clases de física, permitiendo así innovar en las aulas de clase desde un enfoque totalmente diferente (García, Dominguez & Spitcich, 2017, p. 18).

La tecnología facilita la enseñanza y comprensión de la física; como lo señala Alessi & Trollip (2001, p. 74), esta ha impactado de tal manera que se hace necesario el uso de dicha innovación en el campo de la educación. También Velasco & Buteler (2017, p. 168) señalan que el uso de herramientas tecnológicas como los simuladores, pueden contribuir de gran manera a la enseñanza y aprendizaje de la física, siempre

y cuando se cuente con el conocimiento de cómo, cuándo, dónde y para qué utilizar una simulación en esta área.

Otro inconveniente es la falta del desarrollo de procesos argumentativos en el aula, Ceberio, Almudí & Zubimendi (2014, p. 75) realizaron un análisis de argumentos de estudiantes universitarios de cursos introductorios en física, marcados por la enseñanza tradicional a quienes se les planteo una situación problema para su análisis. Los resultados arrojan la ausencia de pruebas y argumentos que sustenten las conclusiones a las que llegaron, lo cual se relaciona con el hecho de que a menudo no se razona entre el problema planteado y la realidad. Sin embargo, la preocupación por estos antecedentes en la enseñanza de la física es generalizada, razón por la cual numerosos autores han buscado ahondar en la temática y proponer estudios que permitan extraer nueva información que facilite el diseño de métodos más eficaces y efectivos para la educación en ciencia física.

Becerra, Gras & Martínez (2004, p. 281), resaltan la aspiración actual de la educación científica de enseñar a las personas cómo enfrentarse a problemas, de desarrollar destrezas de alto nivel intelectual. Sin embargo, el fracaso generalizado de los alumnos en esta actividad requiere poner en cuestión si, de verdad, se les está enseñando a resolver problemas. El análisis realizado de textos y profesores pone en evidencia que no se les enseña a resolver problemas, sino que se les explican soluciones ya hechas, transmitiendo serias deficiencias actitudinales y metodológicas que hacen enormemente difícil que puedan tener éxito ante nuevos problemas.

Benegas (2007, p. 36), hace referencia a dos experiencias locales de aplicación y desarrollo de metodologías de enseñanza activa en cursos de física del 11º año. La metodología de aprendizaje activo utilizada en ambos casos es Tutoriales para Física Introductoria, desarrollado por Lillian McDermott y su Physics Education Group en la Universidad de Washington en Seattle, USA. Esta metodología, está basada en un extenso trabajo desarrollado en las últimas dos décadas sobre las dificultades características de aprendizaje de los diversos temas de la física general y el consecuente desarrollo de actividades (Tutoriales). La evaluación de esta investigación se realizó mediante la aplicación de diagnósticos de respuestas múltiples al inicio (pre-test) y al final de la instrucción (post-test). Este procedimiento permite valorar el efecto del uso de Tutoriales, y su comparación con el resultado de otras estrategias didácticas, tanto locales como aquellas realizadas en otros sistemas educativos.

Silva (2011, p. 23) propone un modelo de Enseñanza de la Física Basada en el Aprendizaje Significativo (EFBAS), ambientado en Blended Learning, con apoyo del trabajo cooperativo, para favorecer la sociabilización y el grado de aceptación del modelo, y cuyo fin es mejorar el rendimiento académico y promover el aprendizaje significativo en los estudiantes. Los resultados de la investigación aseguran que la propuesta de enseñanza EFBAS mejora en forma importante los rendimientos académicos.

Cera (2017, p. 31), realizó un trabajo orientado en la modelización como metodología de enseñanza de la Física; para llevar a cabo dicha metodología, se hace uso de modelos físicos estructurados y aplicados en la investigación de accidentes de tránsito, específicamente asociados al principio del trabajo y la energía cinética.

A continuación, se muestra una compilación de algunas de las publicaciones realizadas en la Revista Colombiana de física desde el año 1965 al respecto.

Tabla 2.6. *Algunas de las publicaciones de la revista colombiana de Física.*

AÑO	TIPO DE TEMATICAS ABORDADAS EN LOS	DESCRIPCIÓN
REVISTA COLOMBIANA DE FISICA		
1965 a 1975	Experimental	Los artículos se enfocan a nivel teórico en temas netamente científicos, son trabajos de investigación relacionados a la física
1976 a 1986 1987 a 1997	Experimental	Teórica experimental y en la mayoría de casos cuantitativa, que desconocen los aspectos relacionados al componente pedagógico y didáctico y a la enseñanza-aprendizaje de la física.
1998 a 2008	Experimental enseñanza y aprendizaje:	A partir de este año se inicia a trabajar en mayor número trabajos que relacionen la parte física teórica con la enseñanza y el aprendizaje de los temas. Ejemplos de ellos son los siguientes trabajos: ✓ Estilos de aprendizaje. ✓ Enseñanza de la física en carreras de ingeniería ✓ Herramientas virtuales para la enseñanza ✓ Experimentos en el aula para la enseñanza de la física. ✓ Modelo integrado de la educación en ciencias ✓ Simulación y experimento: opciones didácticas para la conceptualización en física. ✓ Enseñanza de la astronomía como actividad extracurricular ✓ Tendencias en autoevaluación y acreditación de programas curriculares. ✓ Propuesta didáctico experimental: integración de nuevas tecnologías ✓ Estrategia de enseñanza-aprendizaje de la física experimental ✓ Ambiente experimental como ambiente generador del discurso ✓ Laboratorios remotos de física básica ✓ Curso interactivo de física con laboratorio ✓ Herramientas computacionales en el estudio y comprensión de la física mecánica.
2009 en adelante	Experimental Enseñanza	De este año en adelante se ha venido trabajando artículos que se basan en conceptos sin dejar de lado los temas enfocados a la enseñanza de la física. Ej: ✓ Foros virtuales para la enseñanza

Tabla 2.6. Algunas de las publicaciones de la revista colombiana de Física. (Continuación)

AÑO	TIPO DE TEMATICAS ABORDADAS EN LOS	DESCRIPCIÓN
REVISTA CIENTIFICA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS		
1999 en adelante	Investigación científica y Tecnológica. Reflexión Revisión	La Revista Científica publica artículos científicos, revisados por pares en el área de las Ciencias Naturales, cubriendo todos los campos de la física, la química, la biología, las matemáticas, las ciencias de la computación, las ciencias ambientales y la educación científica. El objetivo principal de la revista es difundir investigaciones originales, útiles y relevantes que presenten nuevos conocimientos sobre aspectos teóricos o prácticos de las metodologías y métodos usados en las ciencias naturales y la educación científica. Todas las conclusiones presentadas en los artículos deben estar basadas en el estado actual del conocimiento y soportadas por un análisis riguroso y una evaluación equilibrada.
REVISTA GONDOLA ENSEÑANA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS		
2006 en adelante	Resultados de investigación Reflexión documentada Crónica de experiencias	La Revista Virtual <i>Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias</i>, publica artículos originales producto de: resultados de investigación, reflexión documentada y crónica de experiencias. Dicho material debe estar relacionado con ámbitos educativos y de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (física, química, biología, astronomía) y las matemáticas. La revista también cuenta con la sección “historias de vida” en la cual se presentan entrevistas o relatos de profesores, investigadores y/o estudiantes vinculados al área. De igual modo, con el fin de contribuir en la difusión y profundización de los referentes teóricos que fundamentan la investigación en el área, se presenta la sección “reseñas”, en la cual se trabajan obras de interés para profesores e investigadores. Este material puede constituirse tanto en objeto de análisis o investigación como en material de consulta y actualización.

Tabla 2.6. *Algunas de las publicaciones de la revista colombiana de Física. (Continuación)*

AÑO	TIPO DE TEMATICAS ABORDADAS EN LOS	DESCRIPCIÓN
REVISTA CIENTIFICA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS		
1991 en adelante	Resultados de investigación. Reflexiones y Experiencias	Los propósitos de la revista son los siguientes: ✓ Divulgar resultados de investigación. ✓ Identificar tendencias, intereses, problemas y paradigmas comunes en los diferentes países en relación con la Educación en Ciencias experimentales, Matemáticas y Tecnologías. ✓ Propiciar reflexiones fundamentadas en relación con el estado y las perspectivas de investigación prioritarias en la actualidad. ✓ Contribuir con la consolidación de escuelas de pensamiento relacionadas con la formación de profesores. ✓ Presentar experiencias y reflexiones educativas y didácticas en los distintos niveles escolares que impacten las prácticas docentes.

Fuente: Revista Colombiana de Física (2014)

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se pone de manifiesto que en una época la física era considerada como una ciencia con un interés netamente científico e investigativo, razón que puede ser precursora de los problemas metodológicos de enseñanza que tuvieron lugar en esta época y que desafortunadamente en algunos casos se mantienen; sin embargo con el tiempo ha venido surgiendo la necesidad de enfocar la investigación hacia el campo educativo, debido a que dichas metodologías son descontextualizadas y poco atractivas, lo cual influye directamente en la predilección de los estudiantes por continuar sus estudios en ciencias y en particular en el área de física.

2.6. Enseñanza de la Mecánica: Estrategias didácticas

La física mecánica tiene un campo de aplicación amplio, sin embargo, hace falta explotarlo a favor del diseño e implementación de estrategias didácticas que den respuesta a uno de los grandes dilemas que se ha colocado al descubierto en la literatura, la descontextualización de los temas de la física. Al respecto, autores como Lowe (1975, p. 25) han utilizado estrategia como los estudios de casos para la enseñanza de principios de la física, en un curso de introducción a los materiales, donde es tomada en cuenta la opinión de los estudiantes con respecto al método empleado.

El uso de estrategias para la enseñanza de la física y el cambio de actitud en esta área, influye en la motivación de los estudiantes para su estudio. Es así como lo muestra una investigación realizada en Turquía, donde se utilizan diagramas para el aprendizaje de las leyes de Newton, se evidencia la importancia de que el docente tenga los conocimientos suficientes para adaptar lo que sabe a un método de enseñanza, de tal manera que los estudiantes usen el enfoque constructivista para ser capaces de

resolver problemas y de descubrir nuevas cosas (Said, 2012, p. 759). De esta manera se puede generar en los estudiantes el desarrollo de competencias asociadas al potencial formativo de las ciencias: capacidad crítica, reflexiva y analítica, conocimientos técnicos y habilidades, Hernández (como se citó en Castro & Ramírez, 2013). De la concepción de competencia científica es importante resaltar la importancia de los conocimientos, habilidades y valores, evidenciada en las dimensiones del saber conocer, saber hacer y saber ser, tal como lo señala D'Amore (2008, p. 241), Escobedo (2001, p. 33) y Castro & Ramírez (2013, p. 45); que le faciliten al estudiante desenvolverse en un mundo dominado por la ciencia en diversos campos.

Otros autores como Benítez & Mora (2010, p. 177), proponen la aplicación de la estrategia de Aprendizaje Activo de la Física (AAF), la cual se basa en las ideas previas de los estudiantes sobre diversos fenómenos físicos. Seguidamente se pidió a los estudiantes en este caso de ingeniería, plantear hipótesis, observar y discutir a fin de llegar a concluir y solucionar dichas situaciones. Para ello, se aplican los criterios de la Investigación Educativa de la física a fin de elaborar materiales de aprendizaje para la enseñanza de la cinemática, basados en este tipo de aprendizaje. Dicho estudio concluye que los estudiantes adquieren una mayor comprensión y habilidad en la adquisición de conocimientos utilizando dicha estrategia.

Por otra parte, Sánchez, Moreira & Caballero (2009, p. 31), señalan que el diseño y aplicación de una propuesta metodológica activa, basada en la resolución de problemas, en la promoción de un aprendizaje significativo en temas de la cinemática en los estudiantes de ingeniería de la Universidad del Bío-Bío de Chile, permiten una mayor comprensión de conceptos, procedimientos, actitudes, principios y leyes que se abarcan en la Física I.

Arroyo (2012, p. 16) en su tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, plantea el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos de trabajo y energía, que permitió a los estudiantes de grado once, que conformaron la muestra del estudio, una comprensión y adquisición de conocimientos de una manera diferente y más sencilla de dichos conceptos.

Gómez (2011, p. 54) plantea otra alternativa para la comprensión de conceptos de mecánica, desde la perspectiva vectorial. Para ello se vale de la experiencia cotidiana, donde el desarrollo de las actividades de manera grupal y práctica facilita el desempeño de los estudiantes.

Torres (2013, p. 63), en su trabajo de maestría de la Universidad Nacional de Colombia, señala como la falta de claridad que muestran los estudiantes sobre diferentes conceptos de cinemática, se puede mitigar mediante el diseño de estrategias que faciliten su aprendizaje. Uno de estas, es el uso del aprendizaje significativo, basado en la solución de problemas y en el uso de applets (subprogramas interactivos online, usados como programas de simulación), mostrando así mejores resultados en la apropiación de conocimientos por parte de los estudiantes.

Para apoyar la integración del conocimiento en las ciencias de la educación, se han introducido ideas y conceptos en los estándares y en el currículo de varios de los países. A nivel individual, las ideas buscan organizar y analizar los contenidos, mientras que los transversales están destinados a organizar el contenido dentro de los límites disciplinarios (NGSS, 2013).

Cobbinah & Bayaga (2017, p. 1648), en un estudio realizado en la Universidad de Zululand en el Sur de África, realizaron una comparación entre los contenidos de física y los cambios pedagógicos, evidenciándose como los docentes no contextualizan ni llevan a la práctica los contenidos de las políticas que se deben llevar a cabo. Muchas de las reformas y cambios que se realizan en la estructuración del contenido, incluye una gran variedad de temas que van acompañados de instrucciones que muchas veces los docentes no logran comprender ni mucho menos llevar a la realidad de las aulas de clase (Zhu & Engels, 2014, p. 150).

2.7. El enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)

El avance de la sociedad en temas específicos como la ciencia y la tecnología representado en el desarrollo de estos en múltiples campos supone el enfoque de la educación científica hacia la alfabetización en ciencia y tecnología, la comprensión pública de la ciencia, la ciencia para todas las personas y la cultura científica y tecnológica (Acevedo, Vásquez & Manassero, 2003, p. 93) dicho enfoque ha representado diversas innovaciones en los currículos y en las estrategias de enseñanza de áreas como las ciencias.

Algunos autores afirman que el propósito de la educación CTS es promover la alfabetización en ciencia y tecnología buscando capacitar a los ciudadanos para que realicen una participación efectiva y con conocimiento de causa en el proceso democrático que involucra la toma de decisiones con el fin de favorecer la acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en la sociedad (Membiela, 2002, p. 160), teniendo en cuenta lo anterior se involucró el componente CTS en la escuela, tomándolo como un enfoque fundamental para manejar los conocimientos científicos y tecnológicos que le permitan al ser humano responder a las necesidades del medio además de la contextualización de la enseñanza y en especial de las ciencias en el aula.

Es por esto que adquirir, analizar y reflexionar conocimientos relacionados a CTS es una necesidad para convivir armoniosamente con la ciencia y la tecnología, ya que permiten comprender y asimilar aspectos que facilitan el desarrollo de ideas críticas que facultan la toma de decisiones correctas, considerando que dicha temática se encuentra planteada en tres campos muy importantes de la sociedad: investigativo, político y educativo, además de ser analizada e interpretada de manera interdisciplinaria, lo cual la hace sumamente imprescindible para este caso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, (Osorio, 2002, p. 73).

Sin embargo, la aparición de la educación científica enfocada en CTS generó diversas controversias acerca de aspectos como el propósito de las escuelas, la política del currículo, la naturaleza del currículo de ciencias, la evaluación, el papel de los profesores, el aprendizaje y se empezó a pensar de otra forma teniendo en cuenta que eran cambios necesarios para la incursión de la educación científica dentro del enfoque CTS, controversias que finalmente favorecieron que se pensara la educación científica, considerando un contexto social y cultural que fuera más humanista, (Aikenhead, 2002, p. 21).

Hoy en día la formación profesional debe asegurar no solo el aprendizaje y manejo del conocimiento disciplinar cualquiera que sea el área de formación, sino que además debe preparar al profesional para que articule dicho conocimiento con las necesidades de la sociedad en cuanto a

desarrollo científico y tecnológico, además del uso racional de recursos de los que dispone, generando una reflexión continua que le permita a estudiantes, maestros y sociedad en general aprender a pensar y a debatir cada idea que se les presenta asumiendo posturas que tengan argumentos sólidos y basados en el conocimiento (Torres, 2011, p. 185).

A continuación, se presentan algunos estudios sobre didáctica de la física a través del enfoque CTS.

Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO, (García & Criado, 2008, p. 119), estudio que muestra los resultados de la introducción del enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear en una comunidad de España mediante el análisis de los libros de texto más utilizados en la enseñanza de la física y la química, dentro de sus conclusiones destaca que algunos textos incluyen la dimensión CTS en el desarrollo del tema y otros en una parte mínima, los que lo utilizan lo hacen de manera predominante dentro del contenido básico y los que lo incluyen en menor proporción relegan este enfoque a las secciones de ampliación o complementación, entre otras.

Debates y argumentación en las clases de física y química, (Solbes, Ruiz & Furió, 2010, p. 67): plantean los debates en el aula de física y química como herramienta para mejorar la capacidad argumentativa de los estudiantes más pasivos partiendo de posturas controvertidas acerca de temas CTS, los alumnos no utilizan los conocimientos científicos del área disciplinar como argumentos para defender posturas; teniendo en cuenta que muchos textos se centran en los ejercicios numéricos y poco consideran los relacionados a la argumentación, por lo que promueve la necesidad de crear material que facilite la implementación de dicha estrategia.

La física Salters, un proyecto para la enseñanza contextualizada de la física en el bachillerato, (Plana, Caamaño, Enrech, Pont & Pueyo, 2005, p. 95), es una adaptación de la física de bachillerato al proyecto británico Salters Homers Advanced Physics, que utiliza la física de forma contextualizada acercándola a los intereses del alumnado, dicha física utiliza situaciones reales que permiten utilizar el conocimiento físico en la soluciones de problemáticas lo cual introduce a la necesidad de aprender dichos conocimientos.

The contextual approach to teaching physics, parte de los enfoques que buscan una física más interesante y relevante para un mayor número de estudiantes, desarrollando uno que se base en el contexto de la física, evidenciando que muchos docentes no comprenden la diferencia entre contexto y enfoque contextual, por lo cual se busca generar una comprensión más clara del enfoque contextual, (Wilkinson, 1999, p. 43).

Nashon, Nielsen & Petrina (2008, p. 400), analiza las perspectivas de los docentes acerca del uso de CTS para abordar la mecánica cuántica y la alfabetización científica, buscando que identificaran temas problemáticos para enseñar o aprender y lo que podrían ser enseñados o aprendidos por medio de CTS, evidenciándose que la mecánica cuántica es uno de los temas más atractivos para ser enseñado o aprendido por medio de CTS, resaltando la importancia de utilizar métodos para demostrar la importancia del enfoque CTS en la educación científica. Así mismo Teixeira, Greca & Freire, (2012, p. 775) efectúan

una revisión de varios estudios que se centran en experiencias de enseñanza utilizando la HPS (Historia y filosofía de la ciencia) en el aula de física, la cual refiere un efecto positivo en el uso de HPS en el aprendizaje de conocimientos de física favoreciendo además la comprensión de la naturaleza de la ciencia, la calidad de argumentación y la metacognición.

Finalmente (Capone & Fiore, 2017, p. 9), propone la metodología de proyecto de lecciones (CLIL) para enfrentar las dificultades que tienen los estudiantes a la hora de aprender temáticas más avanzadas de la física utilizando para ello las metodologías que se basan en aspectos sociales trabajando con dos grupos: el primero asistiendo a clases tradicionales y el segundo a clases experimentales, lo cual evidenció que la introducción a diferentes metodologías y la investigación de diferentes metodologías puede potenciar el aprendizaje de la física.

2.8. La ciencia forense: una posibilidad interesante para la enseñanza de las ciencias

Teniendo en cuenta el diagnóstico realizado a la situación de enseñanza de las ciencias en especial de la física en la actualidad, se evidencia que es necesario buscar alternativas que permitan mejorar los procesos de enseñanza, del aprendizaje y de la evaluación, innovando, actualizando y contextualizando estos procesos, es por esto, que las ciencias forenses al ser abordadas en el contexto escolar, pueden representar la ampliación de actividades que son ofrecidas por la enseñanza formal, además de la estimulación de la curiosidad y la creatividad que incluso puede influir en la escogencia de carreras científicas y tecnológicas por parte de los jóvenes (Sebastiany, Pizzato, Diehl & Salgado, 2013, p. 482).

Las ciencias forenses son una herramienta que puede ser abordada de forma interdisciplinaria en la enseñanza de las ciencias naturales y requiere principios químicos, biológicos y físicos, por ejemplo las pruebas presuntivas para la constatación de sangre se basan en procesos catalíticos y de óxido-reducción; la relación de la mancha de sangre con la víctima puede ser solucionada por el examen de ADN; y la estimación del tiempo de muerte con base en la temperatura corporal es una mera aplicación del principio del intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente, todas estas cuestiones se evidencian en series de televisión, juegos, programas, películas, entre otros materiales que cautivan la atención de los espectadores y que abordan la pericia criminal como elemento de integración (Rodríguez & Antedomenico, 2010, p. 69).

La interdisciplinariedad que ofrece las ciencias forenses es entonces una herramienta novedosa y motivante que cuenta con numeroso material audiovisual de apoyo y que puede contribuir notablemente a mejorar la problemática de la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, es el caso especial de la física que además de los usos mencionados anteriormente, se relaciona en el campo de los accidentes de tránsito en las labores de peritaje donde es ampliamente utilizada en todas sus ramas y de lo cual nos ocuparemos a continuación.

2.9. Física forense en el contexto de la Mecánica

Haciendo un rastreo acerca de los temas relacionados a la física forense, vinculados con la enseñanza de temas de la física mecánica se encuentra siguiente:

P.K Tao (1987) trabajó el desarrollo de materiales curriculares sobre las aplicaciones de la física a la investigación de accidentes de tránsito en la enseñanza de la mecánica, los cuales resultan útiles en el

desarrollo de las clases como estrategia didáctica de aprendizaje. Por otra parte, Martínez (2008, p. 2), en su guía, ofrece ideas que se pueden llegar aplicar en las clases, con el fin de contextualizar los contenidos de la física que no se encuentran dentro del aula de clase. Para ello, se analizan casos de la vida real donde el uso de principios y conceptos físicos permiten el esclarecimiento de los sucesos implicados en un accidente de tránsito.

Otro de los acercamientos que se ha hecho a la física forense con el fin de introducirla en el campo de la educación, es el estudio realizado por Guidugli, Fernández y Benegas (2004, p. 468) en Argentina, donde se propuso la aplicación de metodologías de enseñanza activa, para el aprendizaje conceptual de la cinemática. La instrucción se realiza a partir de situaciones que se enmarcan en temas como la seguridad vial, para lo cual se propusieron diversos escenarios reales e imaginarios donde se analizaban diversas variables, además de considerar el aspecto social, teniendo en cuenta que en dicho país la tasa de accidentalidad es muy alta.

Es así como la física forense es una herramienta con gran valor pedagógico y didáctico, teniendo en cuenta que posee una variedad de temas que se pueden utilizar en las clases, aplicando los principios y leyes de la física mecánica, que permiten esclarecer los fenómenos que tienen lugar en un accidente de tránsito como lo afirma Martínez (1999, p. 16), herramientas que pueden dinamizar el proceso de enseñanza y del aprendizaje de los estudiantes haciéndolo más ameno y contextualizado.

La física forense es un área de interés público, debido a su imprescindible labor aportando desde las investigaciones de carácter científico con la ayuda de múltiples especialidades como lo son la balística, documentología, explosivos, entre otras, aporta bases científicas útiles en la determinación y esclarecimiento de hechos delictivos, especialmente en el campo de los accidentes de tránsito en los cuales se busca el resarcimiento económico, causado por daños materiales dentro de un proceso civil o la determinación de culpabilidades dentro de procesos penales, otorgándole a la justicia el poder para realizar el juzgamiento respectivo dentro de un proceso penal (Gómez & Parada, 2017, p. 21). La gran motivación del público por el material audiovisual producido con estas temáticas, es otra herramienta que puede ser de gran utilidad en la enseñanza. Juegos, documentales, programas de televisión, películas entre otros materiales pueden ayudar a incentivar el estudio de las ciencias desde otra perspectiva, contextualizada, aplicada a los fenómenos cotidianos y que llame la atención de los educandos (Gómez & Parada, 2017, p. 23).

Los accidentes de tránsito involucran aspectos de la mecánica clásica que se encarga del estudio del movimiento de los cuerpos como es el movimiento de un vehículo. La mecánica clásica, se subdivide en tres ramas, la Cinemática que estudia el movimiento sin tener en cuenta las causas que producen el movimiento; la Dinámica que tiene en cuenta las causas que lo producen y la Estática que se encarga de estudiar las condiciones de equilibrio. La comprensión correcta de estas tres ramas, la recolección correcta de datos de un accidente de tránsito y la habilidad teórica experimental del perito físico, son vitales para establecer las posibles causas de un accidente de tránsito.

Teniendo en cuenta, la amplia gama de conocimientos y temáticas que encierra la física mecánica aplicada a los accidentes de tránsito para este estudio se han tomado los siguientes ejes temáticos sobre los cuales se trabajará en el diseño de la secuencia didáctica: sistemas de referencia, magnitudes para la

descripción del movimiento, movimiento (rectilíneo uniforme, uniformemente acelerado, circular uniforme), leyes de Newton, fuerzas, trabajo, energía y principio de conservación de la energía. La forma en que serán trabajados se explica con mayor detalle en el apartado de metodología donde se expone la estructura de la secuencia didáctica.

2.10. Ubicación el Estado de Arte

Para verificar la pertenencia de esta investigación se efectuó una revisión bibliográfica que permitió conocer el estado de los procesos de enseñanza en física durante las últimas dos décadas a nivel nacional e internacional. Para ello, se realizó la búsqueda de información en bases de datos y motores de búsqueda como Science Direct, Scopus, Web of Science y Google Scholar, haciendo uso de diferentes palabras clave como: Enseñanza de la física, Física forense, física forense en educación, physics teaching, forensic physics, forensic physics in education, Ensino de física, física forense na educação, es decir, en el idioma español, inglés y portugués.

En la presente revisión de literatura no se tuvo en cuenta los artículos de revisión o reflexión, únicamente artículos de investigación. En la figura 2.4, se relacionan los países y números de publicaciones revisadas.

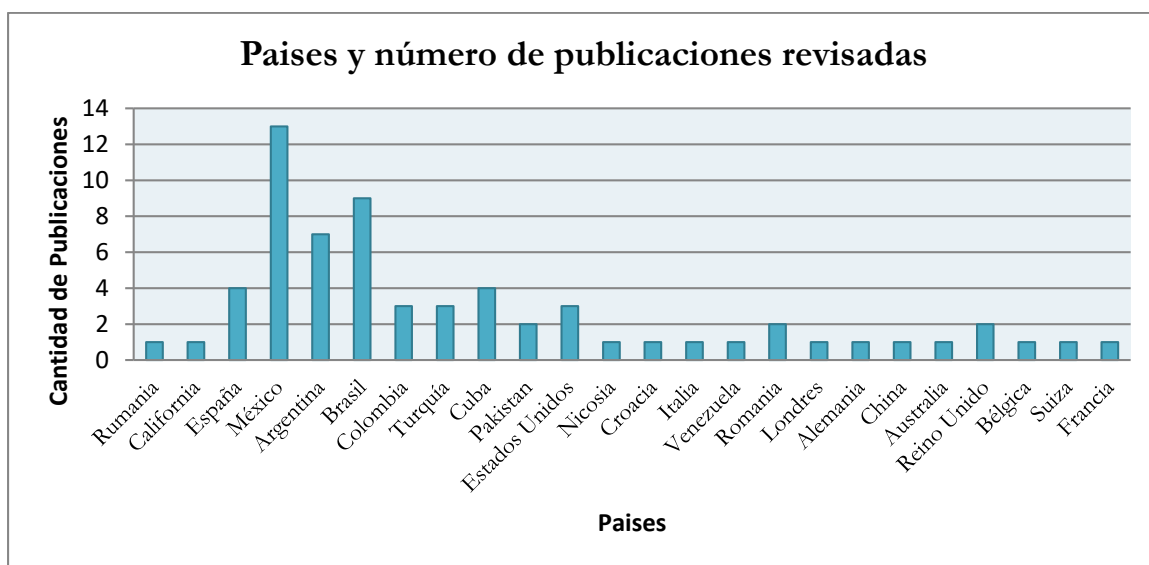


Figura 2.4. Países y Números de Publicaciones revisadas

En la anterior figura se identifican los países donde se realizaron las investigaciones relacionadas con la enseñanza de la física y la física forense; ésta última, desde el campo disciplinar y didáctico. Los países con mayor cantidad de publicaciones son: México, Argentina, Cuba y España; es de agregar que las demás publicaciones pertenecen a países como Rumania, California, Turquía, Colombia, Pakistan, Estados Unidos, Nicosia, Croacia, Italia, Venezuela, Romania, Londres, Alemania, China, Australia, Reino Unido, Bélgica, Suiza y Francia; en total se identificaron 24 Países, cuyas publicaciones fueron tenidas en cuenta para la presente ubicación del estado del arte.

En el anexo 1 encontrará una tabla en la que se relacionan algunas características de los trabajos de investigación seleccionados, relacionando los autores, el país donde se realizó la investigación, título y año de publicación.



Figura 2.5. Año de Publicación de las Investigaciones.

En la figura 2.5 se evidencia la frecuencia de publicación respecto al año, en un periodo de tiempo determinado desde el año 2008 hasta el presente, concluyendo que el año con mayor cantidad de publicaciones fue en el 2011, seguido del año 2008; los años con menos cantidad de publicaciones fue el año 2008 y el presente año, el cual aún no ha culminado.

Investigaciones en enseñanza de la física.

Teniendo en cuenta la figura anterior, es posible destacar que México, Argentina y Brasil, son los principales países en los que se encontraron investigaciones relacionadas con la enseñanza de la física en un intervalo de tiempo entre 2009 y 2019, con un porcentaje de 18%, 16%, 14%, respectivamente. En relación a ésta revisión literaria, se concluye que el continente americano, es pionero en investigación relacionada con metodologías, herramientas y estrategias, para el aprendizaje de conceptos físicos en docentes de formación y estudiantes de educación media y superior.

En la figura 2.6, se relacionan los países y números de publicaciones revisadas sobre investigaciones en enseñanza de la física.

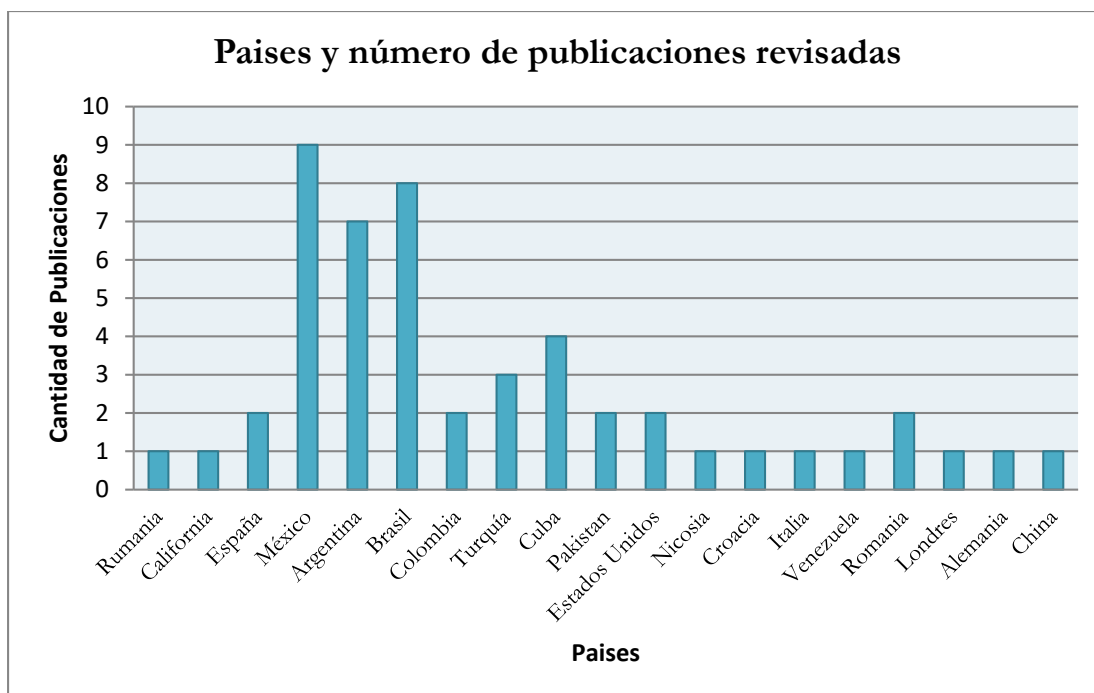


Figura 2.6. Países y número de publicaciones.

El núcleo temático de ésta revisión literaria se centró principalmente en relacionar las tendencias pedagógicas evidenciadas en artículos académicos publicados en diversas revistas. En la búsqueda y lectura de los mismos, se logró identificar que la principal estrategia empleada en la enseñanza de física, apunta a las TIC, empleando, por ejemplo, páginas webs, wikis, simulaciones, apple, videos, sonidos o software, en menor medida se emplean estrategias como la argumentación, los estudios de caso o la experimentación.

En la figura 2.7 se encuentran las tendencias de las investigaciones en enseñanza de la física, según la revisión literaria;

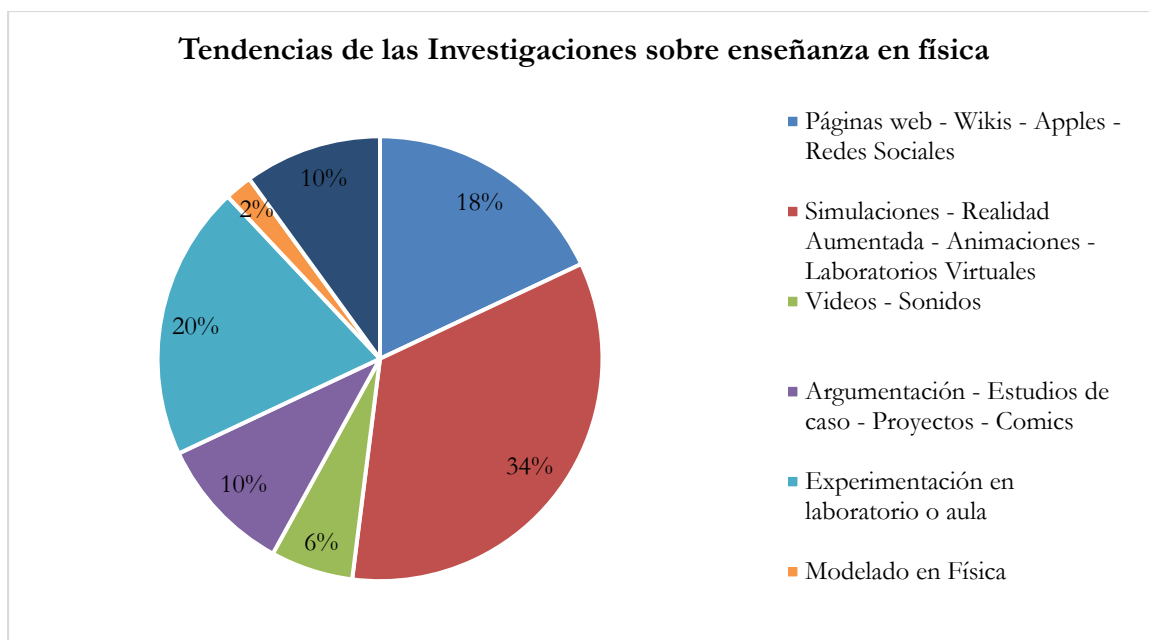


Figura 2.7. Tendencias de las investigaciones en enseñanza de la física.

Debido a la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC, y su incorporación en procesos educativos, es de resaltar que, según la ubicación del estado del arte realizada para ésta investigación, se denota el gran auge de éstas estrategias a nivel global. Cabe aclarar que las TIC tienen en cuenta las potencialidades de distintas herramientas como: blogs, páginas web, videos, laboratorios virtuales, simulaciones, fislets y realidad aumentada. De esta manera, es posible considerar que el 58% de las investigaciones sobre enseñanza de la física corresponden a las categorías relacionadas con el uso de las TIC.

Evidentemente, la incorporación de las TIC a la enseñanza en física se ha convertido en una estrategia que complementa las tendencias pedagógicas y didácticas tradicionales, permitiendo que los estudiantes interactúen con diversos sistemas y aplicaciones que posibilitan la observación y la interacción con fenómenos de la naturaleza. Fernández y Gardon (2011, p. 39) destacan la potencialidad didáctica de las simulaciones elaboradas en lenguaje Java y Software de modelización; sin embargo, su utilización presenta algunas dificultades, debido a la disponibilidad de computadoras e internet en las sesiones de clase.

Por otra parte, es importante destacar que la experimentación en el laboratorio o en el aula, también son consideradas estrategias primordiales en la enseñanza de la física, alrededor del 20% de investigaciones seleccionadas, se relacionan con ésta categoría. La experimentación en el campo educativo puede considerarse como un proceso en el que los estudiantes bajo el acompañamiento del docente, interactúan con instrumentos y materiales con el fin de comprender los fenómenos de la naturaleza, fortaleciendo competencias científicas.

Por último, es de destacar otras estrategias empleadas en la enseñanza de física como: competencias argumentativas, estudios de caso, proyectos, comics, mapas conceptuales, incluso,

tendencias pedagógicas diversificadas o clases invertidas. En todas estas estrategias es de reconocer el rol del estudiante en su aprendizaje a través de la exploración, guiado por las instrucciones del docente. Desde éste punto de vista, las tendencias didácticas en física son dinámicas, flexibles y contextualizadas.

Física Forense desde el campo disciplinar.

Se identificaron dos tendencias en cuanto a la física forense desde el campo disciplinar y su aplicación en la investigación forense. La primera relacionada con la simulación computacional, en la que se analizan las variables en la que puede u ocurrió un accidente de tránsito, de avión u otros y es de gran importancia para resolver casos legales o forenses. Por otra parte, y con gran auge, se identificó la física forense en el campo de la tomografía o rayos x, permitiendo esclarecer físicamente casusas de muerte o lesiones de individuos implicados en casos legales.

Una de las investigaciones probablemente más interesantes de la física forense relacionado con la mecánica se denomina: La Biomecánica del impacto: una herramienta para la medicina legal y forense en la investigación del accidente de tráfico (Arrequi, Teijerira, Rebollo, Kerrigan y Crandall, 2011, p. 101), en ésta se esclarece el uso de las leyes y principios empleados en la física mecánica, para realizar investigaciones forenses en accidentes de tránsito.

Otro de los artículos más relevantes de ésta categoría se relaciona con el cálculo de velocidades en accidentes de tráfico a través de un software para la investigación forense, los autores Gurgel, Gomes, Ferreira, Gester (2015) en su investigación realizan una evaluación de éste, manifestando su pertinencia en la pericia forense Brasileña; sin embargo, también puede apoyar algunas estrategias educativas para la enseñanza de conceptos relevantes en física como Leyes de Newton, Conservación del momento lineal y la energía, colisiones, cinemática y otros.

En el anexo 2 se describen algunas características de los artículos relacionados sobre la física forense en el campo disciplinar, rescatando investigaciones publicadas en diversos países, tal como se puede observar en la figura 2.8, tales como: Estados Unidos, Alemania, Australia, Reino Unido, España, Brasil, Bélgica, Suiza y Francia.

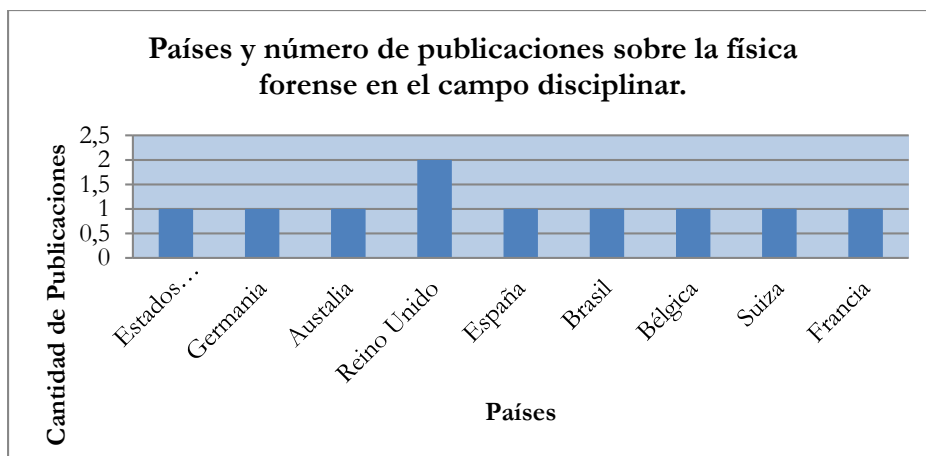


Figura 2.8. Países y número de publicaciones sobre física forense en el campo disciplinar.
Física Forense: una estrategia didáctica en la educación.

En la tabla descrita en el anexo 3, se encuentra la descripción de los artículos publicados durante el periodo del 2009 hasta el 2019, en relación a la física forense como área de conocimiento y estrategia didáctica en la educación.

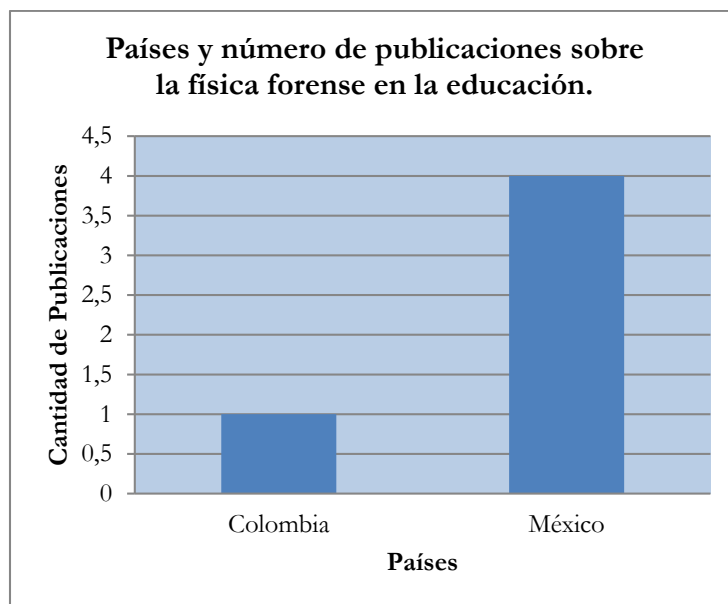


Figura 2.9. Países y número de publicaciones sobre física forense en educación.

Los artículos revisados para éste ítem convergen en un punto trascendental para la presente investigación: La ciencia forense como estrategia para el aprendizaje de conceptos científicos. En éste sentido, ésta área del conocimiento ha permitido reconstruir escenas de crímenes en las aulas de clase, con el fin de ordenar datos, experimentar, analizar pruebas forenses, con el fin de desarrollar habilidades investigativas y vivenciar aplicaciones científicas (Sebastiany, Pizatto, Diebl y Miskinis, 2013, p. 486). Así mismo, Carrillo, Luzón, Soria, Yuste y Gil (2018, p. 167), emplearon la geología forense como estrategia de enseñanza aprendizaje en la Geología, abordando conceptos fundamentales como: puntos cardinales, escalas, composición de las rocas, óptica y tiempo geológico.

Teniendo en cuenta la relevancia de pruebas físicas en los procesos penales, los autores Romo, Sosa, Suzuri u Mungarro (2017, p. 5507) proponen un taller interdisciplinario para resolver casos forenses en la licenciatura en ciencia forense de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se vincularon áreas de Teoría del delito, Química Orgánica, Odontología y Metodología de la Investigación Científica, durante un semestre analizaron un caso preparado por los instructores de cada asignatura y concluyeron con la argumentación de sus conclusiones en la presentación de un juicio oral. Conclusiones más amplias sobre éste trabajo, fueron descritos por Sosa (2017), donde destaca que el 80% de los estudiantes consideran eficaz y apropiada este tipo de estrategia para el fortalecimiento de sus conocimientos.

Finalmente, en una investigación de coautoría propia, se presenta una propuesta para el uso de la física forense, donde a través de un caso de accidente de tránsito, 25 estudiantes abordaron conceptos de la mecánica clásica para resolver tal caso, los resultados obtenidos muestran mejorías conceptuales

sobre la temática abordada, identificando que la predicción de eventos físicos, continúa siendo una debilidad en los estudiantes.

Teniendo en cuenta la ubicación del estado del arte, descrita anteriormente, es posible concluir que no existen estudios en los que la física forense sea empleada para la enseñanza de mecánica desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad en el campo educativo, esto significa que la presente investigación muestra originalidad y gran relevancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física, como gran área del conocimiento.

Capítulo III

Metodología

3.1 Características generales de la Investigación

Dentro de las características generales de la investigación, se consideraron los aspectos propios que identifican el tipo de investigación realizada como el enfoque, el diseño, el contexto de la investigación y los participantes o grupos objeto de estudio.

3.1.1. Enfoque.

Esta investigación se desarrolló desde un enfoque investigación mixto definido por Creswell & Clark (2007, p. 49), como una estrategia de investigación con la cual el investigador (a) recolecta analiza e integra datos cualitativos y cuantitativos, en un único estudio con múltiples fases de indagación (Hernández, Baptista & Fernández, 2010, p. 549). En este estudio, la investigación de tipo cualitativo se utilizó para poder estudiar las diferentes dinámicas e interpretaciones generadas por los estudiantes hacia la utilización de una unidad didáctica para el aprendizaje de la mecánica a través de los accidentes de tránsito desde la física forense. Los elementos cuantitativos permitieron verificar el efecto de la intervención en diferentes grupos con características específicas como se explica en la tabla 3.1

Tabla 3.1. *Detalle y descripción de los grupos objeto de estudio que hacen parte de la investigación*

GRUPO	DESCRIPCIÓN	FASES DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE PARTICIPA	FORMA DE PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN
1	Estudiantes del curso de preuniversitario de la UPTC.	Diagnóstico Aplicación de test de percepciones	Con este grupo se el cuestionario de percepciones.

Tabla 3.1. *Detalle y descripción de los grupos objeto de estudio que hacen parte de la investigación* (Continuación)

GRUPO	DESCRIPCIÓN	FASES DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE PARTICIPA	FORMA DE PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN
2	Estudiantes de inducción de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC.	Diagnóstico	Con este grupo se realiza únicamente parte de la fase diagnóstica dentro de la cual se aplica el test de actitudes y el test de percepciones. Este es un grupo de ingreso nuevo al programa de la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, por ello se pretende determinar las actitudes y las percepciones que traen los estudiantes de las experiencias con la física desde la educación básica secundaria. Es de aclarar que el área de física se ve en cuarto semestre, por esta razón no se realizó las fases de intervención ni evaluación.
3	Estudiantes que cursaron la asignatura de física mecánica de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la UPTC.	Diagnóstico	Con este grupo se realizó únicamente dentro de la fase diagnóstica la aplicación del test de actitudes, este grupo ya ha pasado por un curso de física mecánica de la forma tradicional de manera que con este test se pretende identificar las actitudes de los estudiantes hacia el área de física luego de este curso y compararlas con las actitudes de los grupos que se incluyan en la intervención.

Tabla 3.1. *Detalle y descripción de los grupos objeto de estudio que hacen parte de la investigación* (Continuación)

GRUPO	DESCRIPCIÓN	FASES DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE PARTICIPA	FORMA DE PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN
4	Estudiantes del grupo de Mecánica correspondiente al cuarto semestre de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, UPTC.	Diagnóstico Únicamente pre-test de conceptos Intervención: Aplicación de la secuencia didáctica. Evaluación.	Con este grupo se realiza las tres fases de la investigación, la fase diagnóstica se compone por el test de conceptos pre, en la fase de intervención se aplica la secuencia didáctica en su totalidad y para la última fase de evaluación se aplica el test de conceptos post el cual es el mismo aplicado al inicio del proceso.
5	Estudiantes de la Licenciatura en matemáticas de la UPTC, que estén cursando la asignatura de Física I correspondiente a séptimo semestre.	Diagnóstico, únicamente pre-test de conceptos. Intervención: Aplicación de la secuencia didáctica. Evaluación.	Para este grupo se aplica las tres fases de la investigación compuesta en el diagnóstico por el test de conceptos pre, en la intervención la aplicación de la secuencia didáctica completa y la fase de evaluación por el test de conceptos post, sin ninguna modificación.

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

3.1.2. Contexto.

El estudio se efectuó en la sede central de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) ubicada en la ciudad de Tunja, departamento de Boyacá, institución de carácter público.

3.1.3. Participantes.

Los grupos que participaron en el estudio fueron de la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la UPTC, cuyas edades estaban comprendidas entre 18 a 22 años, en su mayoría mujeres de procedencia de los municipios del departamento de Boyacá y algunos de regiones como Santander y Casanare, que cursaban el 5 semestre. Para el caso del grupo de la licenciatura en Matemáticas de la UPTC, estos comprendían edades entre los 18 a 25 años la mayoría hombres, de procedencia de los departamentos de Boyacá, Santander, Casanare y Cundinamarca. Que cursaban el semestre 7.

3.2. Diseño de Actividades

Se utilizó el diseño cuasi-experimental, que no reconoce un control estricto de todas las variables involucradas, teniendo en cuenta que la asignación de grupos o participantes no es aleatoria y para esta investigación se hizo por conveniencia, considerando el acceso a los grupos por parte del autor, este tipo de diseño es especialmente útil debido a que no es posible establecer de forma exacta la equivalencia inicial de los grupos, como ocurre en los diseños totalmente experimentales. Sin embargo, tienen el mismo propósito que es probar la existencia de una relación causal entre dos o más variables y más hipótesis alternativas que pueden ajustarse a los datos (Bono, 2012, p. 98).

El estudio se realizó considerando 6 grupos de estudiantes de distintas características, que fueron seleccionados a conveniencia, con una duración de un semestre académico equivalente a 16 semanas. El estudio comprendió distintas fases:

3.2.1. Diagnóstico.

El diagnóstico, permitió identificar el estado inicial de los grupos objeto de estudio con respecto a las actitudes, percepciones y conceptos que poseen antes de realizar la intervención, esta fase se realizó considerando tres instrumentos: un test de actitudes relacionadas con la asignatura de física, un test de percepciones y un test de conceptos sobre mecánica que se constituye en el pre-test.

3.2.2. Sesiones de trabajo.

A continuación, se presenta el plan trabajo de esta investigación:

Tabla 3.2. *Plan de trabajo de la investigación.*

PLAN DE TRABAJO (ACTIVIDADES E INSTRUMENTOS)						
Grupo	Fase diagnóstico			Fase de Intervención - Aplicación de secuencia didáctica	Fase de Evaluación Post-Test	Número de participantes
	Pre-Test	Test de Actitudes	Test de percepciones			
1. Preuniversitario	---	---	X	---	--	28
2. Inducción LCNEA	---	X	X	---	---	41
3. Estudiantes que vieron el curso de Mecánica	---	X	---	---	---	50
4. Mecánica LCNEA	X	---	---	X	X	18
5. .Lic. Matemáticas UPTC	X	---	---	X	X	23

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

3.2.3. Diseño de instrumentos.

Test de Actitudes.

Este test se adecuó, del instrumento propuesto por Boixadera & Neus (2010), del departamento de didáctica de las matemáticas y las ciencias experimentales de la Universidad de Barcelona. Así mismo se complementó con el estudio de Fatoba & Aladejana (2014, p. 401). El test consta de 32 ítems estructurados de la siguiente manera: los primeros 25 ítems se encuentran ubicados en seis dimensiones denominadas:

1. Experimentos en la enseñanza de la física
2. Aplicabilidad de la física, para el futuro
3. Relación con la vida cotidiana
4. Influencia del profesor en la clase de física.
5. Dificultad para aprender física
6. Dimensiones CTS e intereses hacia el aprendizaje de las ciencias

Cada uno de los ítems proporciona una escala con 4 opciones de respuesta: nunca, poco, frecuentemente y siempre. La última dimensión está compuesta por preguntas mixtas donde el ítem 26 y 27 tienen 3 opciones de respuesta (física, química y biología) y los ítems 28-32 cuentan con 2 opciones de respuesta, SÍ o NO, en ambos casos con su respectiva justificación.

En la tabla 3.3 se describen los objetivos de cada una de las dimensiones mencionadas anteriormente:

Tabla 3.3. *Dimensiones que se implican en el test de actitudes.*

DIMENSIÓN	OBJETIVO	ÍTEMS
Experimentos en la enseñanza de la Física	Valorar la importancia del trabajo que se desarrolla en el laboratorio, esto permite el desarrollo y la promoción de habilidades y actitudes científicas en los estudiantes.	1-3
Aplicabilidad de la física, para el futuro y relación con la vida cotidiana	Reconocer la importancia de la física como ciencia, su aplicabilidad en los diferentes fenómenos de la vida cotidiana y aportes a los futuros licenciados.	4-9
Influencia del profesor en la clase de física	Identificar el rol del docente en el aula de clase y las diferentes metodologías utilizadas para la explicación de los temas vistos.	10-14
Dificultad para aprender física	Determinar los aspectos que hacen que el estudiante no asimile de forma adecuada los conceptos de física (metodología, docente...).	15-20
Dimensiones CTS	Evaluar la aplicabilidad de la ciencia, tecnología y sociedad en el desarrollo de las clases para la explicación de las diferentes temáticas.	21-25
Intereses hacia el aprendizaje de las ciencias	Identificar los intereses e inclinaciones de los estudiantes por los estudios en ciencias, así como las experiencias en su aprendizaje	26-32

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

El último bloque que hace relación a las preguntas abiertas, y está enfocado a la actitud que tiene los estudiantes hacia el área de física y afines, con respecto a las experiencias de aprendizaje con las mismas, además de la idea que tiene los estudiantes de la física en el colegio, la sociedad y los medios de comunicación.

Tabla 3.4. *Formato del test de actitudes presentado a los participantes.*

TEST DE ACTITUDES RELACIONADAS CON LA ASIGNATURA DE FÍSICA				
El presente test forma parte de una investigación orientada a reconocer las actitudes de los estudiantes hacia la física, se adaptó desde el instrumento planteado por NURIA BOIXADERA JULIA DE LA VILA, NEUS SANMARTI. El test es de carácter anónimo. Para contestarlo se debe señalar el ítem que considere como respuesta. Se sugiere leer con mucha atención las preguntas y responderlas con la mayor sinceridad posible. Sus resultados serán utilizados con fines académicos.				
PREGUNTAS	NUNCA	POCO	FRECUENTEMENTE	SIEMPRE
EXPERIMENTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA				
1.Me gustaría que hubiese más clases prácticas de física				
2. La física requiere de mayor número de experimentos para comprobar sus leyes				
3. Prefiero solucionar una duda haciendo un experimento a que me den el resultado				
APLICABILIDAD DE LA FÍSICA, PARA EL FUTURO Y SU RELACIÓN CON LA VIDA COTIDIANA				
4. Lo que he aprendido en las clases de física me será útil en el futuro.				
5. La física trata de fenómenos y problemas que están muy lejos de lo que pasa a nuestro alrededor.				
6. Las clases de física me despiertan la curiosidad sobre el mundo que nos rodea.				
7. Lo que se aprende en física no tiene relación con el mundo que nos rodea				
8. Aprendo física de mejor manera cuando se utilizan ejemplos de la vida cotidiana.				
9. En la cotidianidad observo e identifico fenómenos físicos que se relacionan con lo visto en la asignatura.				

Tabla 3.4. *Formato del test de actitudes presentado a los participantes (Continuación)*

INFLUENCIA DEL PROFESOR EN LA CLASE DE FÍSICA 1. El que yo aprenda física es independiente del profesor que tenga. 2. Me interesa la clase de física si el profesor la hace amena. 3. Aunque el profesor no explique bien, puede ser que la asignatura me guste. 4. Las explicaciones del profesor son un elemento muy importante del aprendizaje. 5. Si el profesor no demuestra interés en enseñar, los alumnos no trabajarán.
DIFICULTAD PARA APRENDER FÍSICA 6. La física se aprende memorizando fórmulas. 7. Se me dificulta la física porque no comprendo las matemáticas. 8. Tengo que hacer un gran esfuerzo por comprender los conceptos de la física. 9. Cuanto más contenido de física nos den en clase, mejor: así mi formación será más completa. 10. Mi centro de atención hacia la física se debe a que el tema que se desarrolla me interesa. 11. Es fácil para mí comprender los contenidos de la física y le veo la utilidad a los conceptos aprendidos en esta materia.
DIMENSIONES CTS 12. La Televisión, los libros y las revistas, el internet, nos dan más información sobre los problemas científicos cotidianos que las clases de física. 13. El uso que se hace de los descubrimientos científicos perjudica las condiciones de vida. 14. Conozco avances tecnológicos producto de las investigaciones en física. 15. Considero que las investigaciones en física traen beneficios al ambiente y a la calidad de vida de las personas. 16. La existencia de mayor número de físicos en Colombia contribuye al desarrollo del país.

Tabla 3.4. *Formato del test de actitudes presentado a los participantes (continuación).*

INTERESES HACIA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS				¿Por qué?
	Física	Química	Biología	
17. De las siguientes ciencias: física, química y biología, cual consideras contribuye en mayor medida a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.				
18. De las siguientes ciencias: física, química y biología ¿Cuál desarrolla en mayor medida la curiosidad? Y ¿Por qué?	Si	No		¿Por qué?
19. Hay desinterés hacia los estudios de física				
20. Los estudios de física son más para chicos.				
21. El número de horas para la enseñanza de la física en secundaria, en comparación con otras disciplinas es suficiente.				
22. Las ciencias físicas tienen baja presencia en los medios de comunicación.				
23. Hay actividades, temas, etc. que podrían contribuir a aumentar tu interés por la física.				

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Test de Percepciones.

Este test fue adaptado del instrumento diagnóstico utilizado en el trabajo de grado: Los accidentes de tránsito y la física forense: el estudio de caso como estrategia para el aprendizaje de la física, el cual fue revisado y validado por docentes universitarios que tienen conocimientos en diversas áreas como la investigación, peritaje en accidentes de tránsito y didáctica de las ciencias naturales. El test consta de 6 preguntas abiertas, que indagan por la experiencia, metodologías y percepciones que tienen los estudiantes del aprendizaje obtenido en el área de física en la secundaria, las preguntas están conformadas por un enunciado seguido de un espacio para su respuesta, las cuales se relacionan a continuación:

Tabla 3.5. *Formato del Test de percepciones*

Experiencias en el aprendizaje de la física
Objetivo: El presente cuestionario tiene como finalidad la recolección de datos como parte de un trabajo de investigación que se adelanta en la línea de investigación de Didáctica de la Física. Con los datos obtenidos se pretende conocer algunas de sus experiencias en el aprendizaje de la Física para mejorar los procesos formativos en el aprendizaje de dicha área, por lo que su respuesta sincera nos es muy importante, asegurándole que la misma será confidencial y utilizada únicamente para el objetivo anteriormente mencionado.
1. ¿Cómo han sido sus experiencias en el aprendizaje de la física en la secundaria? Justifique su respuesta. 2. ¿A partir de qué grado empezó usted a ver el área de física en la formación escolar? 3. ¿Cómo eran las metodologías empleadas por los profesores del área de física en la secundaria? 4. Explique ¿Cuáles considera usted son las razones por las cuales los estudiantes no se sienten motivados hacia el aprendizaje de la física? 5. ¿Qué dificultades encuentra a la hora de resolver un ejercicio de física? 6. Como futuro docente ¿Qué estrategias emplearía para motivar el aprendizaje de la física?

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Test de Conceptos.

El test de conceptos para el grupo de universitarios fue construido en colaboración con el director y codirector de tesis y fue revisado por dos profesores del área, uno de la Universidad de Valencia y otro de la UPTC. Este test tenía como objetivo reconocer algunos de los conceptos que maneja el estudiante acerca de la mecánica clásica y la forma como hace uso de ellos. El test consta de una introducción acerca del uso de la física en los accidentes de tránsito.

Seguidamente se propone un caso para su análisis que está apoyado en algunos datos en imágenes del mismo y finalmente se proponen 10 preguntas abiertas que se relacionan con el análisis de la información presentada y los conceptos de física mecánica que el estudiante conoce y puede aplicar para la solución de los cuestionamientos planteados, además de algunas preguntas de reflexión de la utilidad y aplicabilidad de la física en este ámbito. Cada pregunta se compone por un enunciado y un espacio para su respuesta. A continuación, se presenta el formato de dicho test.

Tabla 3.6. *Formato del Test de conceptos de Física Mecánica.*

TEST DE CONCEPTOS DE LA FÍSICA MECÁNICA

Objetivo. El siguiente test tiene como misión conocer algunos conceptos que maneja del tema MECÁNICA CLÁSICA, los resultados acá recopilados serán utilizados con fines académicos para mejorar los procesos formativos en el aprendizaje de la Física. No es necesario escribir su nombre siéntase en total libertad de escribir sus respuestas, considerando que estas son muy importantes en el trabajo de investigación que se adelanta en la línea de investigación de Didáctica de la Física.

Instrucciones. A continuación, encontrará un caso de accidente de tránsito. Lea con atención y responda las preguntas que aparecen en seguida.

Tabla 3.6. *Formato del Test de conceptos de Física Mecánica (continuación).*

LA FÍSICA PARA ANALIZAR LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.

Los accidentes de tránsito son definidos como eventos involuntarios generados por al menos un vehículo en movimiento que puede causar daños a personas, bienes y afecta la circulación de los vehículos que transitan por la vía, sus causas varían entre factores humanos, infraestructura vial, y factor vehículo. En la investigación de un accidente el rol del perito desde la disciplina de la Física, es muy importante porque permite esclarecer las posibles causas que llevaron a que sucediera un accidente y así también poderlo prevenir. En estos casos la prueba científica juega un papel importante en la decisión que toman los jueces, puesto que, de un buen análisis, recolección de evidencias y aplicación de la física, depende que se pueda llegar a resultados bastante cercanos a lo sucedido. A continuación, se presenta un caso en el que debes simular ser un perito de tránsito con conocimientos de Física: El 16 de Julio del Año 2010, ocurrió un accidente de tránsito con daños materiales entre dos automóviles en la intersección de calles J.B. Alberdi y Tucumán del centro de la capital Salteña (ARGENTINA). Los dos vehículos se desplazaban en diferentes sentidos y colisionan en la intersección. (Ver fotografías)

Nota: ese día comenzó una nevada atípica que ocurrió ese año en la capital y que se extendió por tres días en total.



Tomado de: <http://www.taringa.net/posts/imagenes/13935303/Accidentes-de-Transito-Concepto-e-imagenes-tomadas-por-mi.html>

A partir del caso planteado anteriormente responda:

1. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?
2. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta
3. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía, si ___ no___, justifica tu respuesta. Explica físicamente como frena un vehículo.
4. ¿Cuándo caminas por la calle y vas a cruzar la vía que conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?
5. ¿Cuándo caminas por la calle y vas a cruzar la vía que conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?
6. ¿Qué medidas tendría que tomar en el lugar para analizar el accidente?
7. A partir de que determinarías la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión.
8. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tienen los accidentes de tránsito? ¿Cómo futuro profesor de física para que utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación secundaria?

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Para la intervención de los grupos propuestos como objeto de estudio, se diseñó y desarrollo una secuencia didáctica (Ver anexo 3) basado en la física forense como estrategia para ampliar conocimientos y mejorar las actitudes y percepciones de los estudiantes hacia la física. La cual se detalla a continuación.

Diseño de la Secuencia Didáctica.

La fase de intervención se realizó teniendo en cuenta una secuencia didáctica que se denomina: “Curso de peritos físicos aprendiendo mecánica”. Este curso tiene como objetivo permitir y facilitar la construcción conceptual y el aprendizaje significativo de temas referentes al estudio de la física a través de la investigación en accidentes de tránsito. Adicionalmente, es una herramienta se desarrolló bajo el enfoque CTSA, lo cual permite que sea un espacio agradable y contextualizado para el aprendizaje de la física, que permita la investigación permanente y facilite la exploración de los conceptos de la física mecánica, a través del trabajo colaborativo, haciendo uso de actividades con una metodología teórico-práctica que incorpore elementos de la investigación forense aplicados a un estudio particular de los accidentes de tránsito.

La secuencia didáctica (ver anexo 3) se encuentra estructurada de la siguiente manera: se presentan 10 temas de análisis de la física mecánica. Cada tema está compuesto por un breve referente teórico, acompañado de imágenes y gráficos además de una serie de actividades que se denominan “misiones” que están compuestas por trabajo con simuladores, material audiovisual, investigaciones, actividades prácticas o estudios de caso para analizar, las cuales no solo buscan complementar los conocimientos adquiridos sino desarrollar y potencia habilidades para el análisis y la abstracción de información además del trabajo individual colectivo.

Este material tiene como propósito vincular el aprendizaje de la física a la investigación de accidentes de tránsito, es por esto que, durante el desarrollo de la secuencia, se diseñaron varias misiones encaminadas al análisis de los aspectos físicos que conciernen a la solución de casos reales que fueron adaptados para tomar el lugar del perito físico, enmarcadas dentro de los siguientes objetivos.

Tabla 3.7. *Objetivos de la secuencia didáctica.*

OBJETIVOS DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA		
CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
✓ Comprender los diferentes tipos de movimientos rectilíneos y su aplicación en un accidente de tránsito.	✓ Familiarizarse con los métodos de trabajo de la investigación en ciencias como la observación detallada, planteamiento de hipótesis etc...	✓ Valorar la importancia que tiene una situación de la vida cotidiana tan común como lo son los accidentes de tránsito y su utilidad para enseñar la física mecánica.
✓ Comprender los conceptos fundamentales de la cinemática (posición, velocidad...)	✓ Comprender a partir de la observación, como en una situación cotidiana tal como caminar se aplican principios de la mecánica.	✓ Reconocer la importancia que tiene el uso de la tecnología en los vehículos como ayudas al conductor en la disminución de accidentes de tránsito.
✓ Explicar físicamente como frena un vehículo (aspectos cinemáticos y dinámicos).	✓ Establecer relaciones entre la CTS usando los accidentes de tránsito.	✓ Establecer la importancia que tienen las investigaciones un accidente de tránsito para esclarecer las causas del mismo y así poder disminuir su incidencia.
✓ Comprender a partir de las deformaciones en un vehículo el concepto de energía y transferencia de la misma.		

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

El diseño de la secuencia se realizó durante el año 2016 y fue elaborada en conjunto con los directores de Tesis. De igual forma fue socializada en el equipo de trabajo del departamento de Didácticas de las Ciencias en la Universidad de Valencia y el grupo de investigación WAIRA del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la UPTC. La secuencia se compone por un total de 21 misiones distribuidas en 10 temas principales organizados de la siguiente manera:

Tabla 3.8. Estructuración general de la Secuencia didáctica

TEMA	SUBTEMAS	CONTENIDO	ACTIVIDADES
Sistemas de referencia	---	Responde a las preguntas sobre que es un sistema de referencia y su utilidad, con apoyo gráfico de ejemplos cotidianos.	Misión 0: Reconocer los ejemplos de la vida diaria donde se aplique mecánica a manera de introducción. Misión 1: Uso de ejercicios de análisis y simuladores para comprensión del tema.
Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento	✓ Vector de Posición y espacio sobre la trayectoria. ✓ Velocidad y rapidez, valores medios e instantáneos. ✓ Variación de la velocidad con el tiempo: Aceleración	Relaciona los conceptos de posición, desplazamiento y trayectoria por medio de gráficos con los tipos de movimientos y los sistemas d e estacionamiento automático en vehículos. Análisis de los términos de velocidad, rapidez y aceleración y su aplicación en los radares de tramo de control de límite de velocidad.	Misión 2A: Ejercicios de aplicación del tema. Misión 2B: Uso del cinturón de seguridad. Línea de tiempo. Misión 3: Ejercicios de aplicación escritos y prácticos, uso de simulador, video y dibujos que complementan y contextualizan el tema.

Tabla 3.8. Estructuración general de la Secuencia didáctica (Continuación)

TEMA	SUBTEMAS	CONTENIDO	ACTIVIDADES
Estudio de algunos movimientos particulares	✓ Movimiento rectilíneo uniforme e variado (M.R.U.V)	Análisis de los diferentes tipos de movimiento con ecuaciones y comportamiento gráfico y contextualización a los accidentes de tránsito.	Misión 4: Trabajo con gráficas y simulador de M.R.U.
	✓ Caso de frenada con tiempo de reacción.	Actividad práctica para determinar y aplicar el concepto de tiempo de reacción.	Misión 5: Sistemas de seguridad y tecnología en vehículos, simulador. Misión 6: Ejercicios de aplicación del tema.
	✓ Caso real de accidente de tránsito		Misión 7: Huella de frenado y coeficientes de fricción.
	Movimiento circular uniforme	Se presenta un caso de accidente con los datos pertinentes para su análisis	Misión 8: Preguntas de análisis de un caso real de accidente de tránsito. Misión 9: Ejercicios de aplicación del tema, gráficos de análisis y simulador.
Las leyes de la dinámica de Newton	✓ Concepto cualitativo de fuerza, primer principio de la dinámica.	Cuadro resumen de las leyes de Newton.	Misión 10: Preguntas de análisis del tema. Introducción a la estática. Misión 11: Ejercicios de aplicación, propone y desarrolla experiencias para comprobar leyes, realiza cuadro resumen del tema.
Las leyes de la dinámica de Newton	✓ La fuerza como intensidad de las interacciones, tercer principio de la dinámica.	Explicación de la relación de fuerza con cada uno de los principios de la dinámica y sus aplicaciones.	Misión 12: Preguntas de análisis con casos específicos, material audiovisual de apoyo y análisis complementario al tema.

Tabla 3.8. Estructuración general de la Secuencia didáctica (Continuación)

TEMA	SUBTEMAS	CONTENIDO	ACTIVIDADES
Estudio de algunas situaciones dinámicas	✓ Fuerzas de fricción. ✓ Fricción producida por neumáticos ✓ Caso real de accidente de tránsito usando huella de frenada ✓ Curvas con rozamiento y con peralte.	Uso de gráficos explicativos del tema. Se propone un caso real de accidente con los datos respectivos para su análisis.	Misión 13: Actividad práctica de campo, material audiovisual para análisis de los aspectos planteados. Misión 14: Preguntas de análisis del caso planteado, sustentación utilizando el juego de roles. Misión 15: Contextualización, influencia del peralte y el rozamiento en las curvas, video complementario de análisis.
Concepto de trabajo	✓ Trabajo realizado por una fuerza constante.	Análisis conceptual de la temática.	Misión 16: Material audiovisual de análisis del concepto planteado.
Concepto de energía	✓ Energía cinética	Uso de gráficos, esquemas y cuadros comparativos que permiten	Misión 17: Video y simulador para analizar los conceptos propuestos. Misión 18: Preguntas de análisis de la temática, simulador para comprender cambios de energía y trayectorias. Misión 19: Ejercicios de aplicación, propone y realiza montajes experimentales que permitan comprobar hipótesis, análisis de escrito.
Calor como transferencia de energía	---	Uso de imágenes y conceptualización del tema propuesto.	Misión 20: Elabora cuadros comparativos, lectura de artículos de contextualización de sistemas de frenado.

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Evaluación.

Para esta fase se aplicó el mismo test inicial test de conceptos, dicho test fue aplicado en los grupos 4,5 y 6. El test consta de 10 preguntas abiertas que se componen por un enunciado, como se muestra a continuación.

3.3. Análisis de la Información

Para analizar la información obtenida en las diferentes fases de la investigación se realizó la categorización de las respuestas de acuerdo a los instrumentos utilizados, como consta a continuación:

3.3.1. Test de actitudes.

Este test consta de 5 dimensiones que se analizaron teniendo en cuenta los objetivos propuestos para cada dimensión como se especifica en este apartado.

Para los primeros 25 ítems que contiene el test se especifican 4 opciones de calificación de la respuesta por parte del participante que se reconocen dentro de la siguiente escala: Nunca, poco, frecuentemente y siempre. Para los ítems 26 y 27 las opciones de respuesta son: física, química y biología además de contar con una parte abierta esta parte la cual se categorizó teniendo presente la frecuencia de las respuestas lo cual permitió agruparlas en categorías semejantes. Para los ítems 28- 32 las opciones de respuesta son sí o no donde también cuentan con una parte para justificar la respuesta las cuales se agruparon teniendo en cuenta la frecuencia de respuestas para ubicándolas dentro de una categoría común.

3.9. Categorías de respuestas del test de actitudes por dimensiones.

DIMENSIONES	ITEM	CATEGORIA DE RESPUESTA	PREGUNTA CON RESPUESTA ABIERTA
Experimentos en la enseñanza de la física	1-3	Nunca, poco, frecuentemente, siempre	X
Aplicabilidad en la vida cotidiana	4-9		
Influencia del profesor en la clase de física	10-14		
Dificultad para aprender	15-20		
Dimensiones Cts	21-25	Física, Química, Biología	✓
Intereses hacia el aprendizaje de la física	26-27		
-----	28-32	Sí- No	✓

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Las categorías predeterminadas conjuntamente con aquellas que surgieron luego de la categorización de las respuestas abiertas de los últimos ítems, permitieron analizar a profundidad las actitudes que poseen los estudiantes hacia los estudios en física.

3.3.2. Test de percepciones.

El test consta de 6 preguntas que buscaban identificar las experiencias y percepciones que los estudiantes han tenido en el aprendizaje de la física desde la secundaria. Se organizaron teniendo en cuenta la frecuencia de respuestas para agruparlas por categorías según la incidencia de las respuestas dadas por los participantes. Seguidamente se procedió a analizar los porcentajes por categorías según cada la pregunta.

3.3.3. Test de conceptos.

El test consta de diez preguntas abiertas, que se abordaron de acuerdo a una respuesta elaborada previamente para su respectivo análisis.

Tabla 3.10. Respuestas predeterminadas al test de conceptos.

PREGUNTA	RESPUESTA
1. Describa el posible movimiento que llevaban los vehículos momentos previos a la colisión (ejemplo: MUR, MRUA)	El movimiento sería uniforme rectilíneo si antes de la colisión los vehículos estuvieran recorriendo distancias iguales en tiempos iguales, y se ajustaría más un movimiento uniforme acelerado, puesto que los vehículos estaban acelerando antes de cruzar la intersección.
vvg2. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?	Conceptos: posición, velocidad, aceleración, tiempo, fricción, resistencia del aire, masa, peso, gravedad, fuerza, energía, trabajo, potencia.
3. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta.	La vía influye puesto que la colisión se presenta en condiciones de lluvia o poca fricción por los materiales de la carretera, donde el factor predominante para la frenada es la fuerza de fricción, también existen factores como la baja visibilidad que dificulta la movilidad de los vehículos y de los peatones.

Tabla 3.10. *Respuestas predeterminadas al test de conceptos.* (Continuación)

PREGUNTA	RESPUESTA
4. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía , si __ , no justifica tu respuesta.	La respuesta es, sí porque en la colisión transfiere energía que se manifiesta en daños en los vehículos al igual que lesiones a los ocupantes. Dada la condición física de la cantidad de movimiento lineal que se transfiere entre los cuerpos.
5. Explica físicamente como frena un vehículo.	Hay varios factores, pero el más predominante es que las llantas de los vehículos giran haciendo un movimiento circular al accionar el pedal el conductor las llantas empiezan a hacer un bloqueo que hace que el vehículo se detenga en una distancia determinada, marcando en la vía huellas de frenada, también hay factores asociados al tipo de vehículo, y a la experiencia o pericia del conductor.
6. Cuando caminas por la calle y vas a cruzar la vía ¿qué conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?	Se aplicarán conceptos de movimiento, fuerza, distancia, tiempo, fricción.
7. ¿Qué medidas tendría que tomar en el lugar para analizar el accidente?	Tendrías que tomar medidas tales como: huellas de frenado, distancias de la colisión, daños en los vehículos, estado de la vía para determinar coeficientes de fricción. Todos los elementos físicos quedan consignados en lo que se conoce como el croquis de un accidente este hace parte del informe de accidentes de tránsito que las autoridades realizan en el momento posterior al accidente, de ahí se ubican sentidos viales, posibles trayectorias y después se establecen condiciones técnicas como masas de los vehículos entre otras.
8. ¿A partir de que se determina la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión?	Para determinar la velocidad a partir de factores de la vía, y del vehículo , así se tienen factores tales como : distancia de la huella de frenado, coeficiente de fricción, aceleración de la gravedad, daños en los vehículos , distancias antes de la colisión

Tabla 3.10. *Respuestas predeterminadas al test de conceptos.* (Continuación)

PREGUNTA	RESPUESTA
9. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tienen los accidentes de tránsito?	Consecuencias sociales por la gran pérdida de vidas humanas, y económicas por el alto pago de dineros por parte del estado y las aseguradoras.
10. ¿Cómo futuro profesor de física para que utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación secundaria o universitaria?	El estudio de un caso de accidentes involucra un problema de la vida cotidiana que nos acerca a entender los fenómenos asociados con el movimiento, el contexto de la física, la tecnología y el impacto social, serviría como una estrategia de trabajo en el aula como estudio de casos.

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Teniendo en cuenta las respuestas planteadas a cada una de las preguntas se clasificaron las respuestas de acuerdo a la proximidad con estas respuestas según las siguientes categorías:

Tabla 3.11. *Categorías de evaluación de las respuestas.*

Nombra de la categoría	Identificación
No responde	0
No tiene claridad del concepto	1
Se acerca al concepto	2
Tiene claridad del concepto	3

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

La claridad a la que hace alusión las categorías se refiere a la proximidad de la respuesta con las respuestas predeterminadas establecidas en la 3.11.

3.3.4. Intervención.

Para la intervención se recogieron y analizaron los datos de la solución de las misiones propuestas en la unidad didáctica con cada uno de los grupos que participaran en esta fase de la investigación, además del material elaborado por los estudiantes durante el desarrollo de las misiones propuestas en la unidad didáctica.

3.3.5. Análisis estadístico.

Para valorar la consistencia interna del cuestionario de conceptos se usó el estadístico de fiabilidad alfa de Cronbach en un grupo piloto, en el caso del grupo de preuniversitarios, se obtuvo un valor de 0,709, lo cual significa una consistencia y coherencia en cada uno de los constructos del cuestionario. Se realizó una comparación de los resultados de cada ítem del cuestionario en el pre-test y en el post-test y se efectuó la homogeneidad marginal, para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los ítems del pre-test y el post-test. Además, se presentan tablas de contingencia puesto que contienen información sobre el número de alumnos que han empeorado o mejorado en cada uno de los ítems. A manera de ejemplo se presenta una tabla de contingencia de la pregunta 1, para describir su interpretación.

Tabla 3.12. *Ejemplo de datos de la pregunta 1 en uno de los grupos de estudio.*

ÍTEM 1.1		POST				Total
		0	1	2	3	Total
PRE	0	0	1	0	2	3
	1	1	2	5	4	12
	2	1	3	5	4	13
	3	0	0	0	0	0
Total		2	6	10	10	28

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

La tabla de contingencia indica que de los 3 estudiantes que inicialmente estaban el pretest clasificados con 0, luego de la intervención 2 han pasado a la máxima categoría en el post. Así mismo, la intervención fue positiva para 9 estudiantes que en el pre test se encontraba en categoría 1 y producto de la intervención han pasado a la categoría 2 y 3. En estos ítems se ve una mejora de 4 estudiantes que se encontraban en la categoría 2 en el pretest.

3.3.6. Análisis Cualitativo.

Se realizó haciendo uso del programa Atlas ti, que permitió analizar los resultados relacionados con la intervención, para ello se importaron los respectivos documentos; evaluaciones, exposiciones, trabajos de clase etc. en formato Excel al programa, el cual organizó a cada uno de los participantes en un documento primario, además se estableció un código para cada pregunta, al cual se encontraba asociado 18 citas correspondientes a las respuestas dadas por los participantes en el grupo de LCNEA y 20 citas en el caso del grupo de Licenciatura en matemáticas, seguido de ello se codificó cada cita y se agruparon en las preguntas de las misiones tal y como se organizó la unidad didáctica.

Luego de la codificación se utilizó la herramienta de redes semánticas del mismo programa para graficar las relaciones encontradas entre los datos, cada etiqueta además del código contiene dos números dentro de un corchete y separados por un guion, el primero indica el número de citas (respuestas) asociadas a ese código y el segundo el número de códigos con los que se encuentra relacionado. Ejemplo: El código Vectores {4-1} tiene 4 citas (respuestas) que lo relacionan y 1 relación con otro código: Aplicación de conocimientos de la Física, que puede ser otra respuesta de la misma pregunta. Es así como el programa asigna un color específico por densidad y fundamentación, es decir, teniendo en cuenta que la gama de verdes en la mayoría de casos está asociada a códigos con menor cantidad de relaciones y otros como grises, rosados, azules, entre otros dependiendo de la red, a códigos con una mayor cantidad de citas asociadas.

3.4. Fiabilidad del cuestionario de conceptos

La consistencia interna del cuestionario de conceptos se determinó con la prueba denominada alfa de Cronbach, aplicada a un grupo piloto. En este caso, dicho grupo está formado por el grupo 1 correspondiente a 28 estudiantes preuniversitarios, y la validez del mismo se dio con la revisión de un grupo de profesores expertos en el área de la física descritos en las consideraciones éticas de este trabajo. Los resultados de la alfa de Cronbach, aparecen en las tablas siguientes:

Tabla 3.13. *Resultado del procesamiento de casos de la prueba alfa de Cronbach aplicada al cuestionario de conceptos.*

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	28	100,0
	Excluido	0	0,0
	<u>Total</u>	<u>28</u>	<u>100,0</u>

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Tabla 3.14. *Resultado de la prueba alfa de Cronbach aplicada al cuestionario de conceptos.*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,709	10

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Dado que el valor del estadístico alfa de Cronbach obtenido es 0,709, superior a 0,700, puede afirmarse que el cuestionario de conceptos utilizado resulta fiable.

3.5. Consideraciones éticas del estudio

3.5.1 Equipo de Investigación.

El grupo de investigación de la Tesis estuvo conformado por los investigadores principales profesor Alejandro Bolívar Suarez, físico de la Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, especialista en Física -Forense y Magister En educación con una trayectoria de 14 años en la docencia a nivel universitario y de 2 años en el campo profesional de la investigación en física médica.

El segundo Investigador profesor Simón Bolívar Cely, Licenciado en física y matemáticas de la universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, especialista en ciencias físicas y magister en ciencias físicas de la universidad nacional de Colombia con una experiencia de 40 años en el ejercicio de la docencia a nivel de la enseñanza media y universitaria.

El equipo asesor de la Tesis estuvo conformado los directores de la investigación, el Doctor Jordi Solbes Matarredona Catedrático de Universidad del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimental de la Universitat de València, y la Doctora Nidia Torres Merchán profesora en la Licenciatura en Ciencias Naturales Y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Doctorada en Didácticas específicas: Ciencias Experimentales de la Universitat de Valencia, con trayectoria en la investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales.

El Doctor Francisco Tarín Martínez, Profesor Asociado, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València quien aportó en la consolidación de los modelos y análisis estadísticos y de la información recolectada en la investigación, finalmente el grupo de trabajo lo conformaron dos graduadas del programa en Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Profesoras Mónica Parada y Diana Pineda quienes colaboraron en la recopilación de datos de campo.

3.5.2. Categoría de la investigación.

Este estudio corresponde a una investigación en Educación, por lo cual consideró los elementos éticos propios, tales como anonimato de los sujetos participantes y registro de consentimientos informados para este aspecto se informó los aspectos y propósitos de la investigación. Así mismo se socializaron los resultados obtenidos.

3.5.3. Riesgos y beneficios.

Para la investigación no se contempló ningún factor de riesgo asociado al desarrollo de la misma, en cuanto al beneficio los participantes lograron apropiarse aspectos muy importantes del contexto de situaciones físicas aplicadas a la vida real.

3.5.4. Conflicto de Intereses y Derechos de Autor.

Finalmente, los productos generados de la investigación estarán sujetos a los derechos de autor contemplados en la normatividad propia de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y del Doctorado en Ciencias de la Educación de la RUDECOLOMBIA.

Capítulo IV

Presentación y Discusión de Resultados del Diagnóstico

Como se mencionó en la metodología la fase diagnóstica se compone por tres instrumentos de aplicación: el pre-test de conceptos aplicados a 3 grupos, el test de actitudes aplicado a 2 grupos y el test de percepciones aplicado a 2 grupos. Los grupos tienen como fundamentación en Física, los conocimientos recibidos en la Educación media al terminar su bachillerato, y las experiencias con la física mecánica en la universidad.

Las tablas están organizadas de manera horizontal por el número de preguntas y de forma vertical por las respuestas asignando un código a cada una, por ejemplo, E3: Estudiante tres, con sus respectivas respuestas según la numeración de los cuestionarios, además de la codificación de las respuestas según categorías 0: no responde, 1: No tiene claridad del concepto, 2: se acerca al concepto y 3: tiene claridad del concepto.

A continuación, se presentan los resultados de la fase diagnóstica.

4.1. Test de Actitudes

Este instrumento se aplicó en dos grupos: el grupo 2(n: 41), que corresponde a estudiantes que realizan la Inducción (estos son los estudiantes nuevos que ingresan al programa de Licenciatura en Ciencia Naturales, deben asistir a una serie de actividades de inserción al ambiente, y el grupo 3 (n: 50), que corresponde a Estudiantes que cursaron una asignatura sobre mecánica de la licenciatura en Ciencias Naturales. Este test consta de 5 dimensiones que se analizaron teniendo en cuenta los objetivos propuestos para cada dimensión.

Para los primeros 25 ítems que contiene el test, se especifican 4 opciones de calificación de la respuesta por parte del participante que se reconocen dentro de la siguiente escala: Nunca, poco, frecuentemente y siempre. Para los ítems 26 y 27 las opciones de respuesta son: física, química y biología además de contar con una pregunta abierta, esta se categorizó teniendo en cuenta la frecuencia de las respuestas, lo cual permitió agruparlas en categorías semejantes. Para los ítems 28- 32 las opciones de respuesta SÍ o NO, además de la justificación de la respuesta, dichas respuestas se agruparon teniendo en cuenta la frecuencia de respuestas en una categoría común.

Comparación de resultados de los dos grupos.

La dimensión 1 consta de tres ítems, tiene como objetivo, valorar la importancia del trabajo que se realiza en el laboratorio, la figura 4.1, presenta la frecuencia que los estudiantes dan a las actividades experimentales, para el desarrollo y la promoción de habilidades y actitudes científicas.

La tabla 4.1. Se relaciona la dimensión 1 del test de actitudes relacionadas con la asignatura de física.

PREGUNTAS		NUNCA		POCO		FRECUENTEMENTE		SIEMPRE	
EXPERIMENTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA									
Grupo 2 (estudiantes de inducción al programa de LCNEA, color azul).									
Grupo 3 (Estudiantes del curso de mecánica, color rojo)									
1	Me gustaría que hubiese más clases prácticas de física	3	0	5	3	20	32	15	13
		7%	0%	12%	6%	49%	64%	32%	30%
2.	La física requiere de mayor número de experimentos para comprobar sus leyes	1	0	3	1	17	22	20	27
		7%	0%	12%	2%	49%	44%	32%	54%
3.	Prefiero solucionar una duda haciendo un Experimento a que me den el resultado directamente	0	0	5	6	19	20	17	24
		0%	0%	12%	12%	46%	40%	42%	48%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

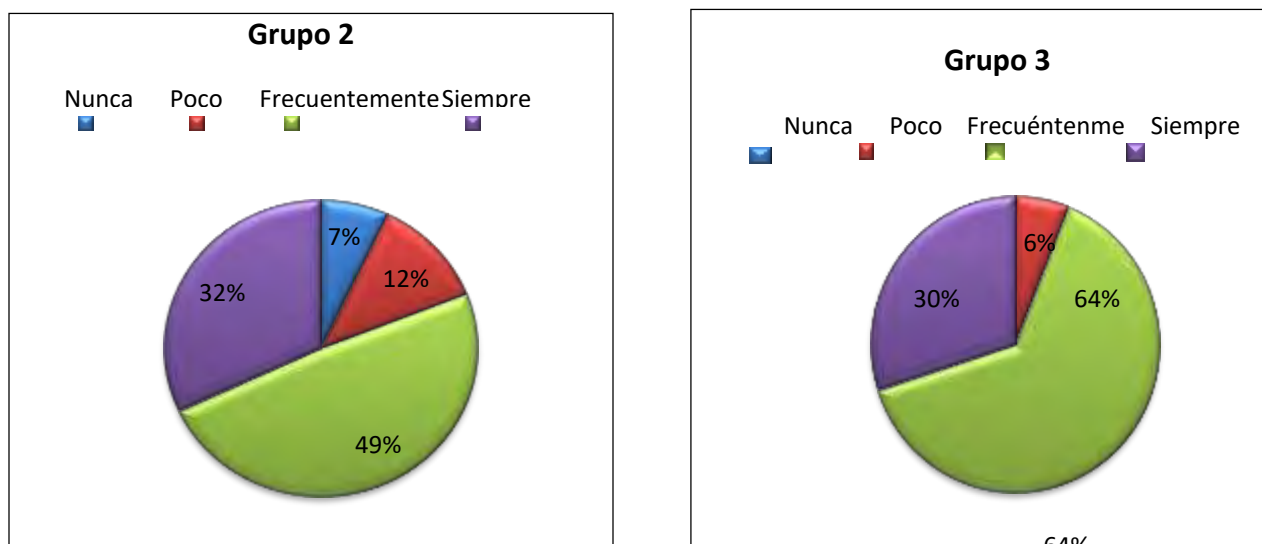


Figura 4.1. Representación (porcentaje) para la dimensión 1. Experimentos en la enseñanza de la Física. Pregunta 1. Grupos 2 y 3

Para el grupo 3 en relación al ítem 1, el 64% de los estudiantes están de acuerdo con el uso de experimentos, se evidencia que la respuesta frecuentemente, en un 30%, lo que representa que para la muestra seleccionada las actividades prácticas, son muy importantes en el desarrollo de la clase de física para mejorar su aprendizaje. Así mismo la opción poco, contó con un 6% de la totalidad de la muestra de estudiantes, que no consideran dichas actividades como imprescindibles dentro de la asignatura. Para el grupo 2 en el ítem 1, el 49% de los estudiantes considera que con frecuencia es importante la parte práctica en la asignatura de física, el 32% lo considera como imprescindible, para el 12% es poco importante y para el 7% definitivamente no es importante.

Estos resultados muestran la importancia que tiene la experimentación como una forma de obtener conocimiento científico porque se pueden establecer hipótesis y teorías, para lo cual deben establecerse estrategias por parte de los maestros que permitan incidir de manera efectiva en una verdadera apropiación de la física mecánica. Al respecto, estudios de Salguero (2011, p. 60) y Marulanda, *et al.* (2006, p. 700) indican, que los experimentos como complementos metodológicos son necesarios para la comprensión de fenómenos científicos.

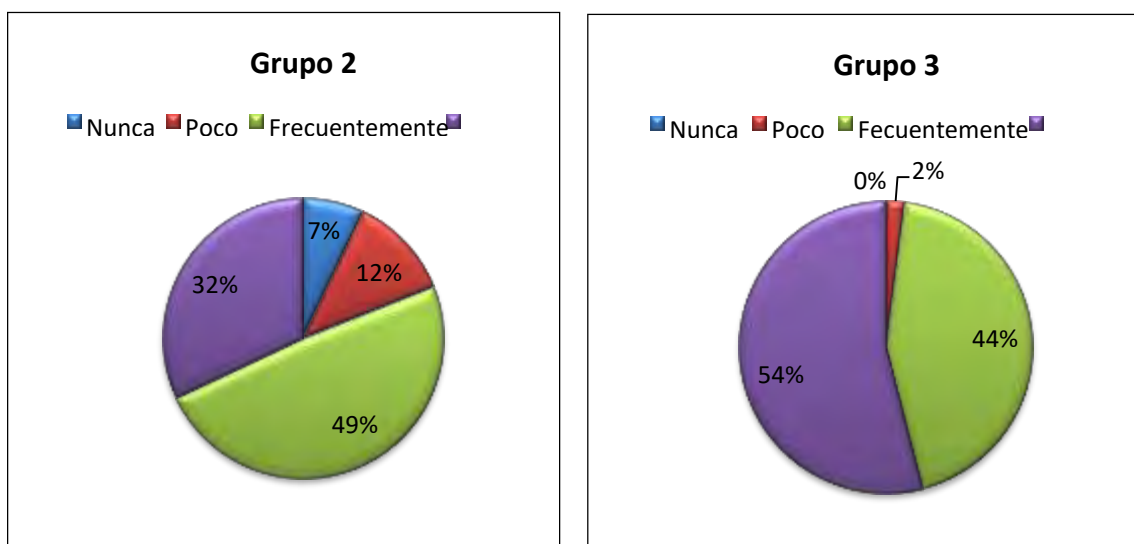


Figura 4.2. Representación (porcentaje) para la dimensión 1. Experimentos en la enseñanza de la Física. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.

En la afirmación relacionada con la física requiere de mayor número de experimentos para comprobar sus leyes, el grupo 2 un 49%, y el grupo 3 un 54% de los estudiantes eligen la opción siempre; esto evidencia que la experimentación en el aula, es necesaria para comprobar lo que se transmite teóricamente y de esa manera contextualizar el aprendizaje, además de realizar la conexión teoría-práctica que se necesita.

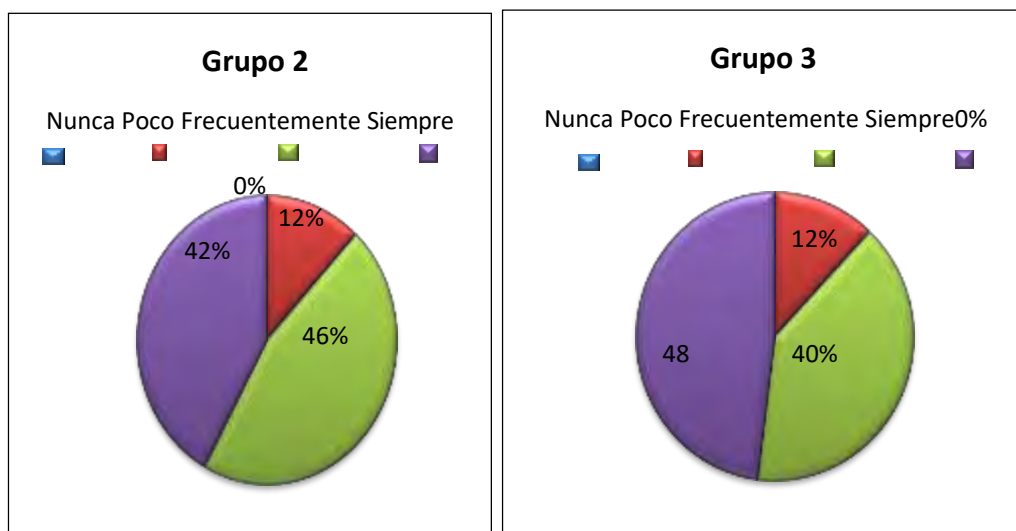


Figura 4.3. Representación (porcentaje) para la dimensión 1. Experimentos en la enseñanza de la Física. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.

En general, los estudiantes manifestaron, estar de acuerdo con estas afirmaciones como se evidencia en los datos, donde las respuestas más puntuadas fueron: frecuentemente y siempre, con lo que se puede asegurar, que la mayoría de los estudiantes consideran que el trabajo en actividades prácticas y de laboratorio, es imprescindible para el desarrollo de ciertas habilidades que facilitan el aprendizaje de la física, sin embargo un número reducido de estudiantes sigue considerando como poca la importancia de dichas actividades.

Tabla 4.2. *Dimensión 2. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.*

PREGUNTAS					NUNCA	POCO	FRECUENTEMENTE	SIEMPRE
APLICABILIDAD DE LA FÍSICA, PARA EL FUTURO Y RELACIÓN CON LA VIDA COTIDIANA								
1. Lo que he aprendido en las clases de física me será útil en el futuro	1	0	13	6	17	17	10	27
	2%	0%	32%	16%	42%	53%	24%	31%
2. La física trata de fenómenos y problemas que están muy lejos de lo que pasa a nuestro alrededor	17	28	13	12	5	3	6	7
	41%	56%	32%	24%	12%	6%	15%	14%
3. Las clases de física me despiertan la curiosidad sobre el mundo que nos rodea	2	0	6	11	20	21	13	18
	5%	0%	14%	22%	49%	42%	32%	36%
4. Lo que se aprende en física, no tiene relación con el mundo que nos rodea	24	41	4	2	9	3	4	4
	58%	82%	10%	4%	22%	6%	10%	8%
5. Aprendo física de mejor manera cuando se utilizan ejemplos de la vida cotidiana	0	0	5	2	18	11	18	37
	0%	0%	12%	4%	44%	22%	44%	74%
6. En la cotidianidad observo e identifico fenómenos físicos que se relacionan con lo visto en la asignatura.	1	1	11	4	20	21	9	24
	2%	2%	27%	8%	49%	42%	22%	48%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

La dimensión 2, tiene como objetivo, reconocer la importancia de la Física como ciencia, su aplicabilidad en los diferentes fenómenos de la vida cotidiana y aportes a los futuros licenciados.

En la tabla anterior, se aprecia la relación entre la cantidad de estudiantes por respuesta para cada uno de los 6 ítems planteados para la evaluación de esta dimensión. Se puede apreciar que con una alta frecuencia los estudiantes reconocen que la física es una ciencia aplicada y que existe una conexión con la vida cotidiana que se hace importante en la medida donde en situaciones reales se puedan aplicar principios y leyes que estas rigen todos los comportamientos y fenómenos de la naturaleza.

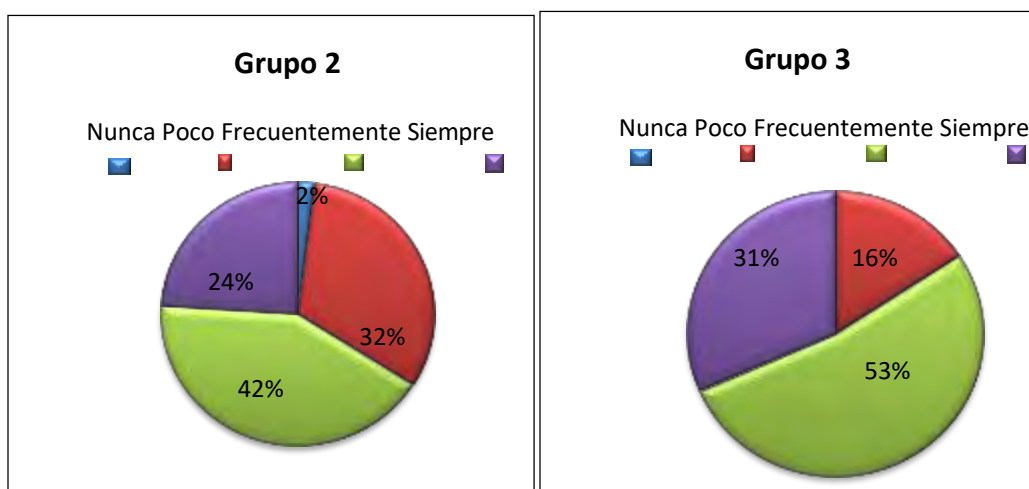


Figura 4.4. Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 1. Grupos 2 y 3.

Como se evidencia en la gráfica anterior, los dos grupos reconocen la aplicabilidad de la física en la vida cotidiana. Sin embargo, un 32% de los estudiantes de inducción y para el grupo 3 un 12% considera que lo aprendido reviste poca importancia en su cotidianidad y por tanto será de poca utilidad e incluso para el grupo 2 un 2% no lo considera importante. Estos aspectos denotan como desde la educación en física en el contexto de la educación básica de deja de lado la contextualización de su enseñanza. Al respecto por ejemplo Kaku (2011, p. 149), indica que ciencias como la física serán determinísticas en el destino de la humanidad, y como sus conceptos afectaran el futuro de la misma, un ejemplo práctico los avances en la informática cuántica, que solo se hubiesen podido dar con el esclarecimiento constante de esta temática, de igual forma, Gutiérrez-Pérez (2006, p. 315), india que es imposible separar la física de las actividades cotidianas, y tal como lo plantea este autor puede que no se tenga claridad en los conceptos físicos, sin embargo, se están aplicando en la mayoría de las tecnologías emergentes en la sociedad, así como en las concepciones y comprensiones alrededor de los fenómenos naturales (Martínez, 1994, p. 12).

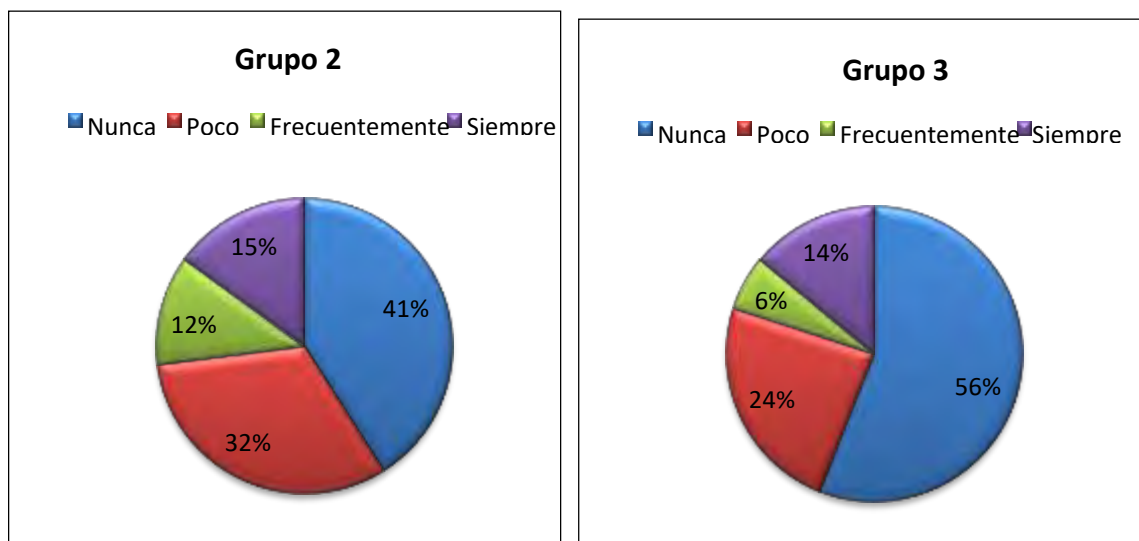


Figura 4.5. Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 2. Grupo 2 y 3

Para ítem 2 el grupo 2 el 42% de los participantes marcaron la opción nunca, el 32% la opción poco, el 15% escogió la opción siempre y el 12% la respuesta frecuentemente, para el grupo 3 el 56% de los participantes, no estuvieron de acuerdo con la afirmación propuesta, así mismo un 24% manifestaron “poco” como su respuesta, lo cual indica que la gran mayoría de los estudiantes reconocen como cercanos los fenómenos y problemas que trata la física identificándolos en el medio que los rodea; sin embargo un 14% para siempre y 6% para frecuentemente, manifiestan estar de acuerdo con la afirmación lo que evidencia que hay estudiantes que consideran los temas que trata la física como aislados y sin ninguna conexión con la realidad. Sin embargo, esta visión no ha sido referenciada únicamente para la física, sino que estudios como el de Paixão (2004, p. 234), plantean la misma visión abstracta y lejana para la química, y propone la solución a esta problemática en la trasposición didáctica de los conceptos, como también lo propone Cajas (2001, p. 254) quien considera que con esos dos elementos se puede reducir el límite de apatías de este tipo en las ciencias naturales en general.

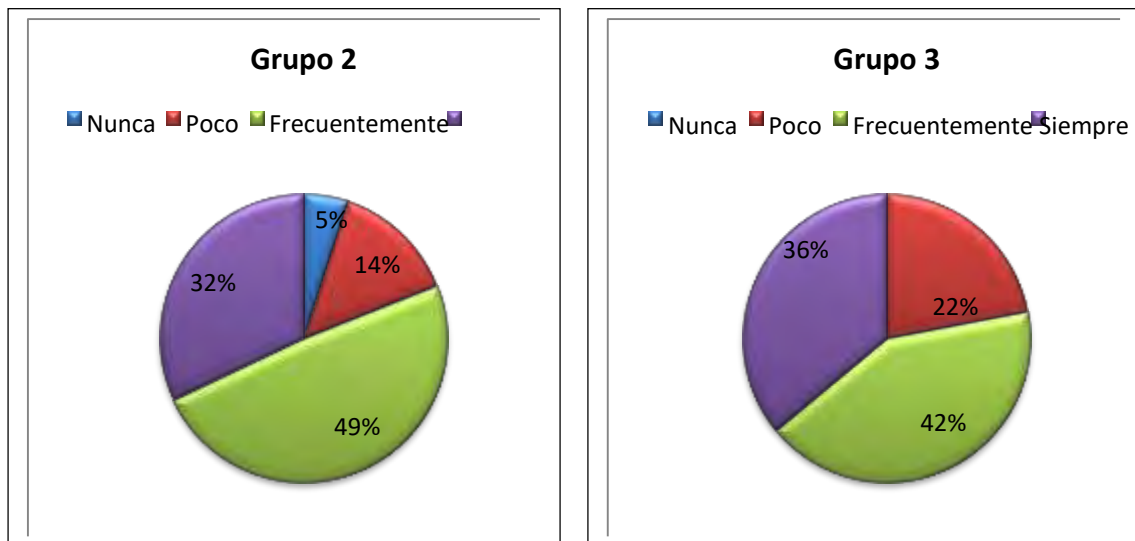


Figura 4.6. Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.

El 49% de los participantes del grupo 2, selecciono la opción frecuentemente, el 32% la respuesta siempre, mientras que el 14% y el 5% las opciones poco y nunca respectivamente, para el grupo 3, en el ítem 6 se obtuvo que los estudiantes están de acuerdo con esta afirmación, considerando que las clases de física, permiten estimular la curiosidad para aprender e indagar acerca del mundo que nos rodea. Un 42% marcó frecuentemente y un 36% marco siempre como respuesta; sin embargo, un 22% considera como poco motivantes las clases de física ya que no despiertan la curiosidad necesaria para aprender en la asignatura.

Morin (1999, p. 129) planteo que la curiosidad es un elemento motivador propicio en los procesos de enseñanza aprendizaje, además que esta cualidad permite la innovación y el desarrollo del pensamiento creativo, por lo tanto se hace relevante que para este estudio varios estudiantes consideraran la física como estimulante, y se justifica una intervención creativa en términos de innovación didáctica para aquel 20% a los cuales no les atrae la física ni estimula su curiosidad, ya que como lo postula este autor, eso causa problemas de comprensión de los conceptos y en la aplicación de los mismos.

En el ítem 4 la mayoría de los estudiantes del grupo 2, un 58% exactamente marco la respuesta nunca, el 22% la opción frecuentemente, y un 10% para las opciones poco y siempre, para el grupo 3 la mayoría de estudiantes representado en un 82% marcaron la opción nunca, lo cual indica que los estudiantes no consideran la física como una ciencia aislada o descontextualizada encontrándola aplicada a numerosos casos de la vida cotidiana; sin embargo, un 8% considero la opción siempre, seguido de un 6% la opción frecuentemente y finalmente un 4% la opción poco, por lo que se puede evidenciar que hay dudas en algunos estudiantes respecto a la aplicación de los conceptos de la física más allá del aula. Esto coincide con referentes que se han presentado anteriormente, que plantean la dificultad de ver la física aplicada a la vida cotidiana, a pesar de que como lo planteó Gutiérrez-Pérez (2006, p. 315-317), gran parte de lo que hacemos la involucra, en este ítem es más representativa la idea de que varios reconocen

aplicaciones de la física en sus vidas cotidianas, aspectos importantes para la comprensión posterior de sus conceptos.

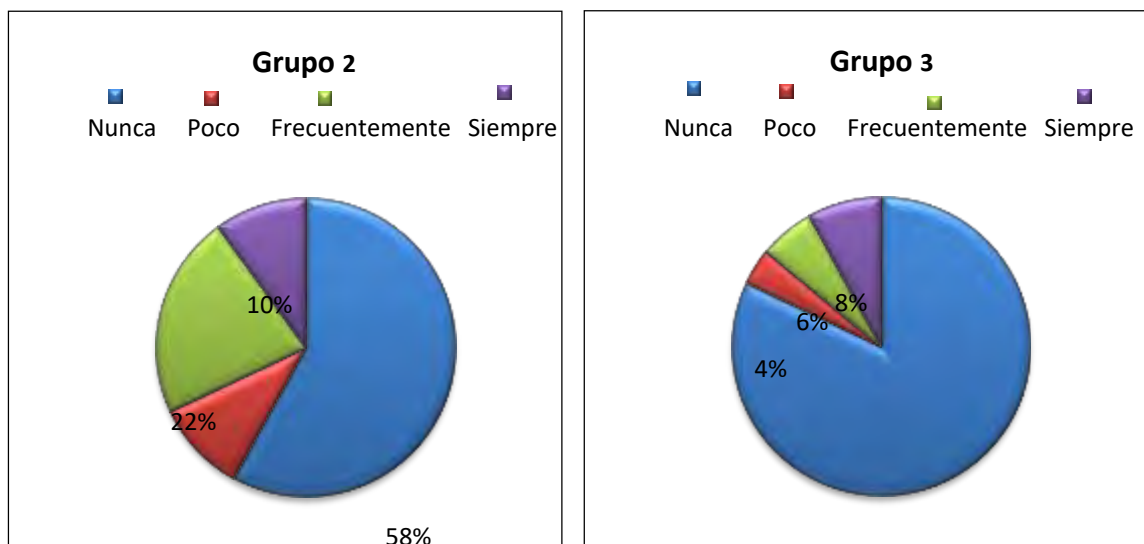


Figura 4.7. Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 4. Grupos 2 y 3

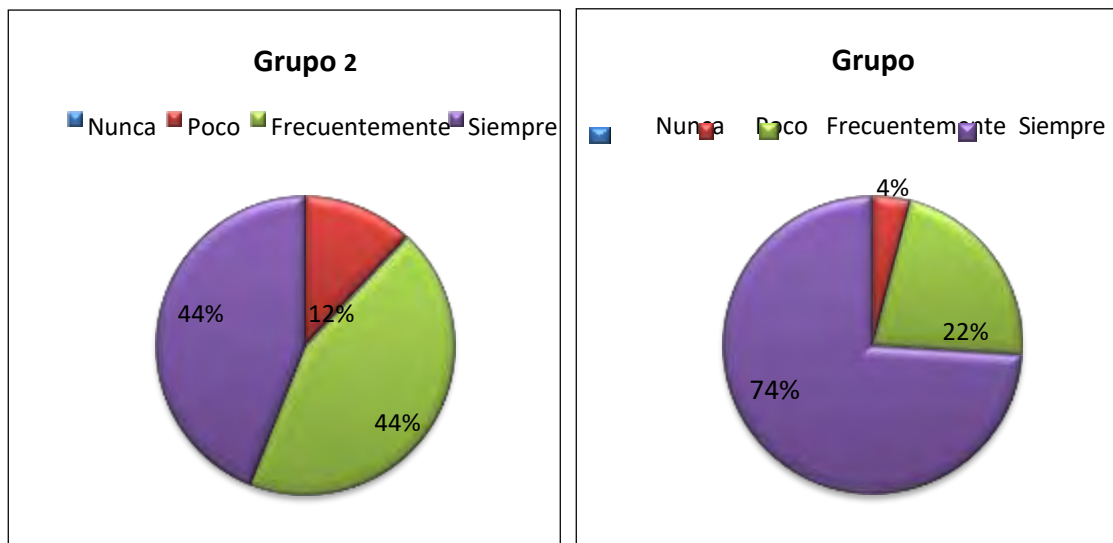


Figura 4.8. Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 5. Grupos 2 y 3.

Para el grupo 2, los participantes seleccionaron la opción frecuentemente y siempre en un 44% y la respuesta poco en un 12%, Para el grupo 3, en la pregunta 8 los estudiantes respondieron afirmativamente, evidenciado en un 74% de los participantes que escogieron la opción siempre y un 22% de los estudiantes la opción frecuentemente, seguido de un 4% la opción poco, lo cual permite reconocer la importancia que los estudiantes dan a los ejemplos que se utilizan para ilustrar los conceptos tratados

en el aula de clase, como un método eficaz para la comprensión de la asignatura, tal como se evidencia en la figura 4.9. y como se había planteado por otros autores, como Concari, & Giorgi, (2000, p. 386) y Carbonell & Torregrosa (2004, p. 185) en investigaciones que se fundamentaron en la resolución de problemas para enseñar los conceptos y mecanizar las relaciones matemáticas a través del análisis y comprensión de las situaciones planteadas, existen estudiantes a los que se les hace compleja la física por las problematizaciones matemáticas esto hace necesario que se explique los conceptos muy claramente y estas explicaciones se fortalezcan con el desarrollo de ejercicios contextualizados.

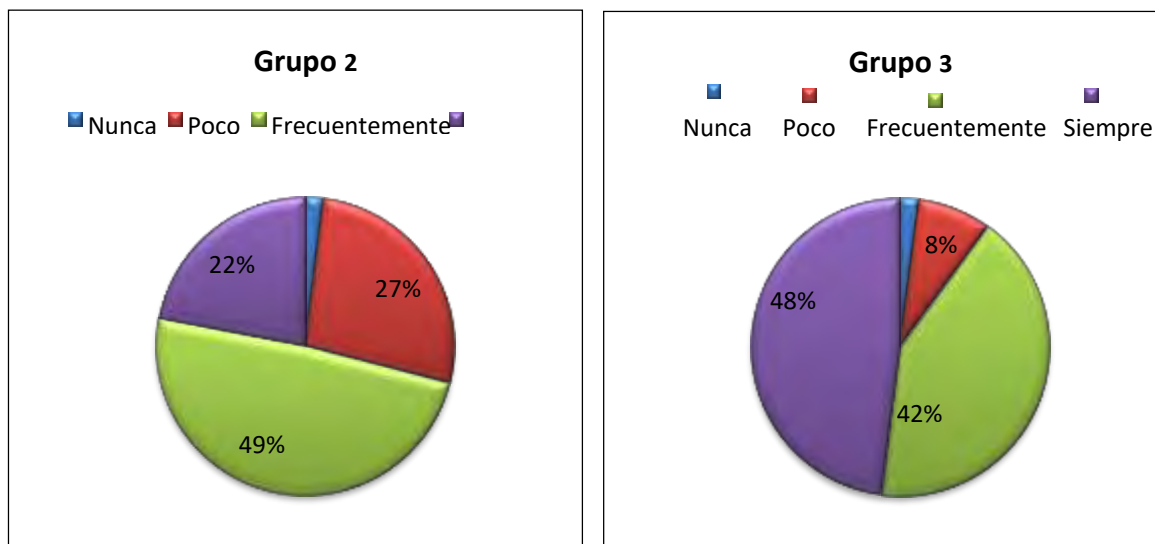


Figura 4.9. Representación (porcentaje) para la dimensión 2. Aplicabilidad de la Física, para el futuro y relación con la vida cotidiana. Pregunta 6. Grupos 2 y 3.

En el grupo 2, un 49% de los estudiantes seleccionaron la opción frecuentemente representada seguida de la opción poco con un 27% y la opción siempre con un 22%. Para el grupo 3 en este ítem, la respuesta también se da de manera afirmativa encontrando con la mayor puntuación las opciones siempre con un 48% y frecuentemente con un 42%, esto evidencia que los estudiantes reconocen la importancia de la contextualización y el uso de ejemplos sencillos y aplicados.

La dimensión 3 tiene como objetivo, identificar el rol del docente en el aula de clase y las diferentes metodologías utilizadas para la explicación de los temas vistos. A continuación, se muestra el análisis de las preguntas 1-5 que buscan información, acerca de la influencia de las metodologías y métodos empleados por el docente en el aula de clase, para dar a conocer la asignatura y su incidencia en el aprendizaje alcanzado por los alumnos.

Tabla 4.3. *Dimensión 3. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.*

PREGUNTAS					NUNCA	POCO	FRECUENTEMENTE	SIEMPRE
INFLUENCIA DEL PROFESOR EN LA CLASE DE FÍSICA								
1. El que yo aprenda física es independiente del profesor que tenga	4	6	16	19	14	18	7	7
	10%	12%	39%	38%	34%	36%	17%	14%
2. Me interesa la clase de física si el profesor la hace amena	2	0	1	5	24	24	14	21
	5%	0%	2%	10%	59%	48%	34%	42%
3. Aunque el profesor no explique bien, puede ser que la asignatura me guste	6	3	10	22	21	18	4	7
	15%	7%	24%	50%	51%	41%	10%	2%
4. Las explicaciones del profesor son un elemento muy importante del aprendizaje	2	0	2	3	11	15	26	32
	5%	0%	5%	6%	27%	30%	63%	64%
5. Si el profesor no demuestra interés en enseñar, los alumnos no trabajarán.	1	4	9	12	16	10	15	24
	2%	8%	22%	24%	39%	20%	37%	48%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

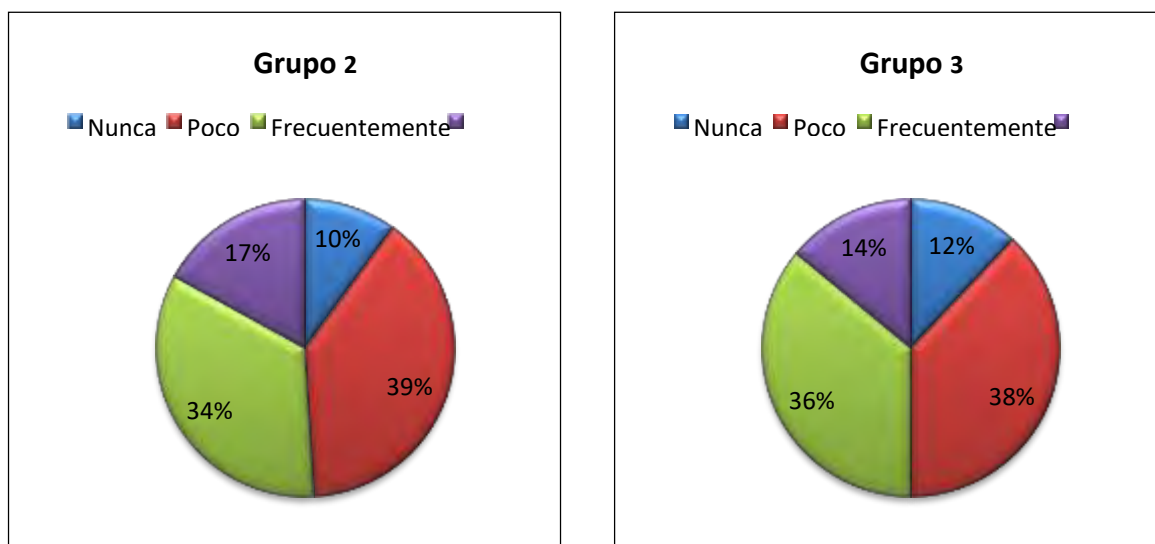


Figura 4.10. Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 1. Grupos 2 y 3.

En relación a las respuestas dados por el grupo 2 al ítem 1, los estudiantes seleccionaron las opciones poco y frecuentemente como las más puntuadas con un 39% y 34% respectivamente, seguido de la opción siempre con un 17% y por último la respuesta nunca con un 10%; para el grupo 3, en el ítem 10 donde se establece la influencia del docente en el aprendizaje de los estudiantes, se encontró que las opiniones se encuentran divididas en cuanto a esta afirmación, evidenciado en las opciones seleccionadas por los participantes. Al respecto, se encontró que un 38% eligió la opción poco, seguido de un 36% con frecuentemente, un 14% seleccionaron siempre, lo que indica que el profesor tiene gran importancia en el aprendizaje. La tendencia para este ítem, es el planteamiento que hacen los estudiantes sobre el que yo aprenda física, no es independiente del profesor que tenga, por lo tanto, se reconoce la influencia que tiene el docente en el aprendizaje.

López et al. (2000, p. 9) plantea, que una buena formación de docentes en el área de la física es en parte garantía de una buena apropiación conceptual de esta ciencia en la básica secundaria y por ende del avance en la comprensión de los objetos de estudio de la misma, por otra parte Golombek, (2008, p. 32) considera, que es importante el rol que asume el docente como sujeto activo, pero no autoritario sino facilitador, guía y acompañante del proceso formativo, cualidades que sustenta por su parte Kofman (2004, p. 60), quien considera necesario adquirirlas y fortalecerlas por medio de la formación constante del maestro.

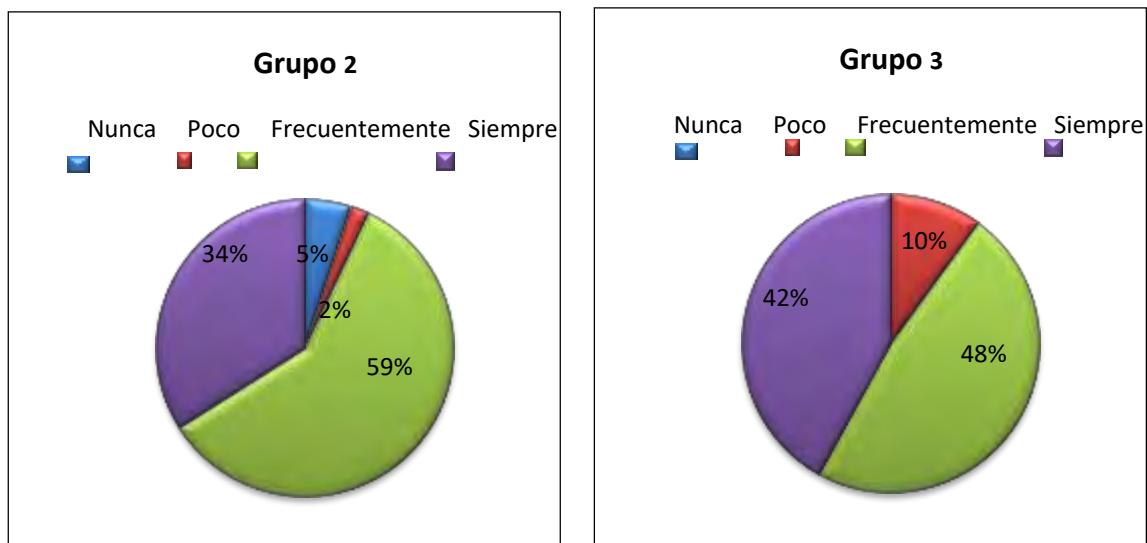


Figura 4.11. Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.

Este ítem hacía referencia al ambiente que crea el docente en el aula, para el aprendizaje y si el que sea un ambiente agradable facilita la adquisición de conocimientos. Para el grupo 2, las respuestas más puntuadas se encontraron en las categorías frecuentemente y siempre con un 59% y 34% de las respuestas y un porcentaje mínimo en las categorías nunca con un 5% y poco con un 2%. En el grupo 3, un 48%, consideró la opción frecuentemente y un 42% siempre, lo que evidencia que la gran mayoría de participantes están de acuerdo con esta afirmación; sin embargo, un 10% considera que el ambiente ameno influye muy poco en el aprendizaje. Esta última postura tiene coherencia en el sentido que, antes no se consideraba importante el ambiente del aula, simplemente bastaba con que el docente hablara de la forma correcta y los estudiantes se limitaran a prestar atención.

Sin embargo, investigaciones de Loughlin (1987, p. 129) que han aportado en el análisis de estas variables, encontrando que un ambiente negativo, o que genere incomodidad en el docente o en los estudiantes frustra el proceso educativo, algo similar con lo que plantea en la actualidad este test, Soares (2011, p. 115) reflexiona en torno a la adaptación a los nuevos escenarios y actitudes en la enseñanza, y concluye que la adaptación a la vida universitaria requiere de la incorporación de ambientes sanos, de respecto cordialidad y comprensión y en términos metodológicos de aplicaciones innovadoras en el área disciplinar que se trabaja, lo cual es intrigante en función de que el ambiente Colombiano varía de la educación secundaria a la universitaria y probablemente la adaptación a esos nuevos escenarios infiera como lo mencionaba el primer autor, en la comprensión de conceptos en el caso particular, de conceptos físicos.

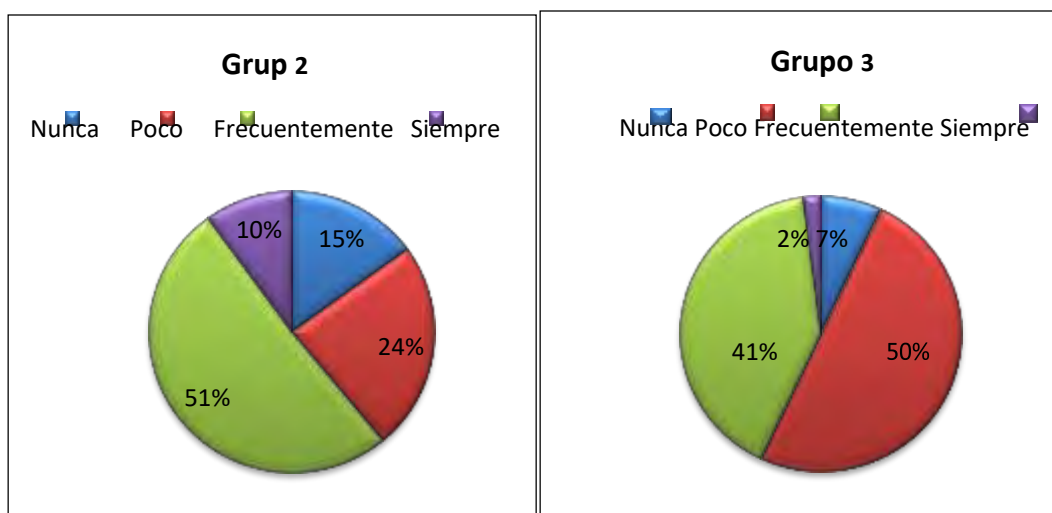


Figura 4.12. Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.

Para este ítem se consideraba el gusto de los estudiantes por la asignatura, independiente de la metodología de explicación del docente; para lo cual se encontró, que para el grupo 2, la mayoría de los estudiantes representados en el 51% seleccionaron la opción frecuentemente, seguida de la opción poco con un 24% y por último las categorías nunca con un 15% y siempre con un 10%; para el grupo 3, el 50% de los participantes selecciono la opción poco y un 7% nunca, lo cual evidencia que la mayoría de los estudiantes considera que, si el docente no explica bien, difícilmente se va a tener agrado por la asignatura. De otro lado, un 41% seleccionó la opción frecuentemente y un 2% marco siempre, lo cual indica que algunos estudiantes mantienen el gusto por la asignatura independientemente de la forma de explicar del docente.

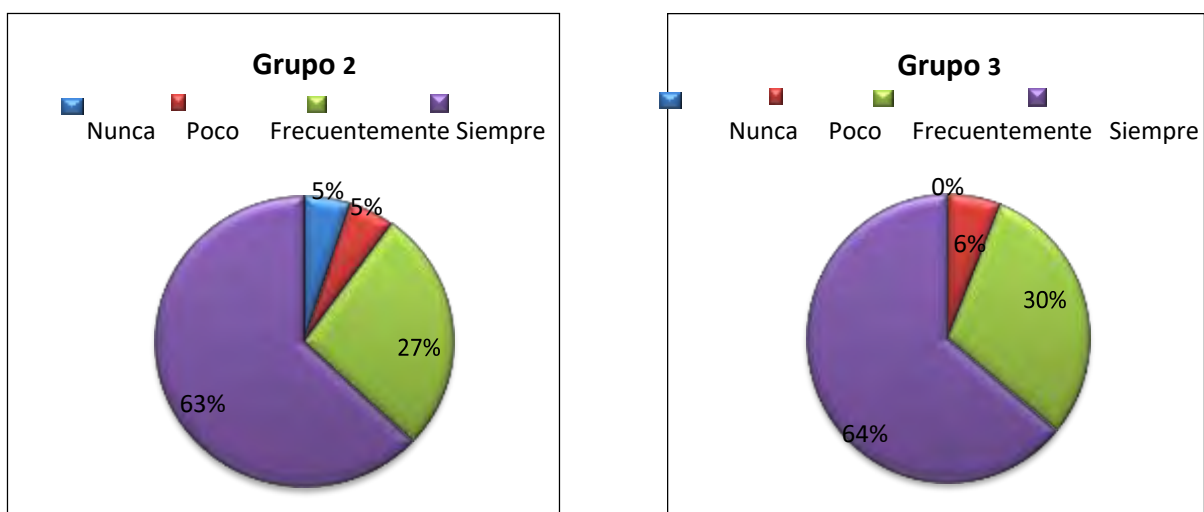


Figura 4.13. Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 4. Grupos 2 y 3.

En el ítem 4 se preguntaba la importancia de las explicaciones del profesor dentro del aprendizaje, para lo cual se identificó que para el grupo 2 el 63% selecciono la opción siempre, seguido de la opción frecuentemente con un 27%. En el grupo 3 el 64% de los participantes seleccionaron la opción siempre, seguido de frecuentemente con un 30%, reconociendo que las explicaciones del docente son un elemento fundamental dentro del proceso de aprendizaje; adicional a esto, un 6% de los estudiantes creen que dichas explicaciones son poco importantes. Se observa que para los dos grupos de estudiantes son importantes, esto refuerza lo planteado por Cantoral & Reséndiz (2003, p.148), quien hace un análisis con temas de matemáticas, teniendo como conclusión que es muy importante el discurso y método discursivo utilizado por el docente, en la comprensión conceptual, considerando además que es este el punto de partida para la aplicación posterior de los modelismos matemáticos en otras situaciones para las que se involucren cálculos. Es importante ver como estos resultados de test sugieren a los docentes una cualificación, que satisfaga las expectativas de los estudiantes.

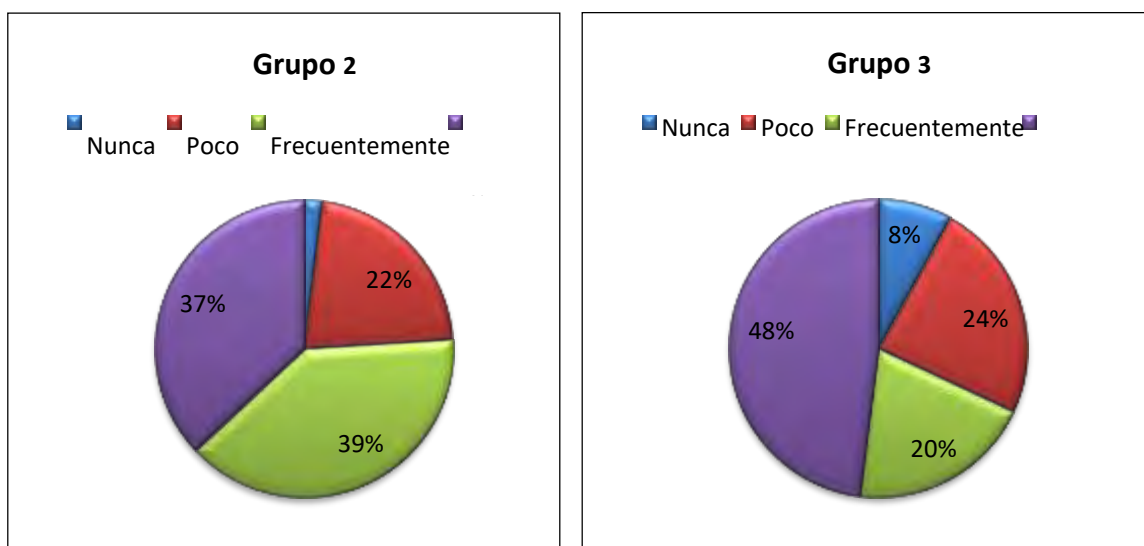


Figura 4.14. Representación (porcentaje) para la dimensión 3. Influencia del profesor en la clase de Física. Pregunta 5. Grupo 2 y 3.

Un 39% de los participantes del grupo 2, marcaron la opción frecuentemente, seguido de la opción siempre con un 37%, por ultimo las categorías poco con un 22% y nunca con un 2%. Para el grupo 3 en el ítem 5 los estudiantes consideran que el interés que demuestra el docente por la enseñanza, influye en el trabajo que se desarrolla por parte de los estudiantes, confirmándolo con un 48% que selecciono la opción siempre y un 20% marco frecuentemente. No obstante, algunos participantes puntuaron las opciones poco con un 24% y nunca con un 8%, manifestando que el interés del docente, no tiene relevancia alguna en el trabajo desarrollado por los estudiantes en el aula.

Los estudiantes respondieron afirmativamente a los ítems 2, 4 y 5, lo cual indica que tienen una concepción en la que el docente, su metodología y motivación, son imprescindibles para el desarrollo de la clase y por ende, influyen en el aprendizaje de sus estudiantes. Para el ítem 1 y el ítem 3, los participantes afirmaron algún grado de inconformidad, por lo que, complementando los ítems anteriores, se afirma la idea que tienen los participantes acerca del rol del docente como un eje principal para el

desarrollo de la clase, dependiendo del mismo, el agrado o desagrado de sus alumnos por la asignatura, rol que en primera instancia ha sido discutido y sustentado con otros autores que también lo consideran de gran importancia en la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje.

La dimensión 4 denominada: dificultad para aprender Física, tiene como objetivo determinar, los aspectos que hacen que el estudiante no asimile de forma adecuada los conceptos de Física (metodología, docente). Para dar respuesta a dicho objetivo, se plantean los ítems 1-6, donde se cuestiona acerca de aspectos como: interés, metodologías, facilidad de aprendizaje y comprensión de fórmulas y conceptos.

Tabla 4.4. *Dimensión 4. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.*

PREGUNTAS		NUNCA		POCO		FRECUENTEMENTE		SIEMPRE	
DIFICULTAD PARA APRENDER FÍSICA									
1. La física se aprende memorizando fórmulas	3	19	14	23	17	6	7	2	
	7%	38%	34%	46%	42%	12%	17%	4%	
2. Se me dificulta la física, porque no comprendo las Matemáticas	3	4	8	24	23	15	7	7	
	7%	8%	20%	48%	56%	30%	17%	14%	
3. Tengo que hacer un gran esfuerzo por comprender los Conceptos de Física	0	4	16	20	23	22	2	4	
	0%	8%	39%	40%	56%	44%	5%	8%	
4. Cuanto más contenido de Física nos den en clase, mejor, así mi formación ser más completa	2	2	11	24	17	12	11	12	
	5%	4%	27%	48%	41%	24%	27%	24%	
5. Mi centro de atención se debe porque el tema que se desarrolla me interesa	0	1	7	11	25	27	9	11	
	0%	2%	17%	22%	61%	54%	22%	22%	
6. Es fácil para mí comprender los contenidos de física y le veo la utilidad a los conceptos aprendidos en esta materia.	0	3	9	11	25	26	7	10	
	0%	6%	17%	22%	61%	52%	22%	20%	

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

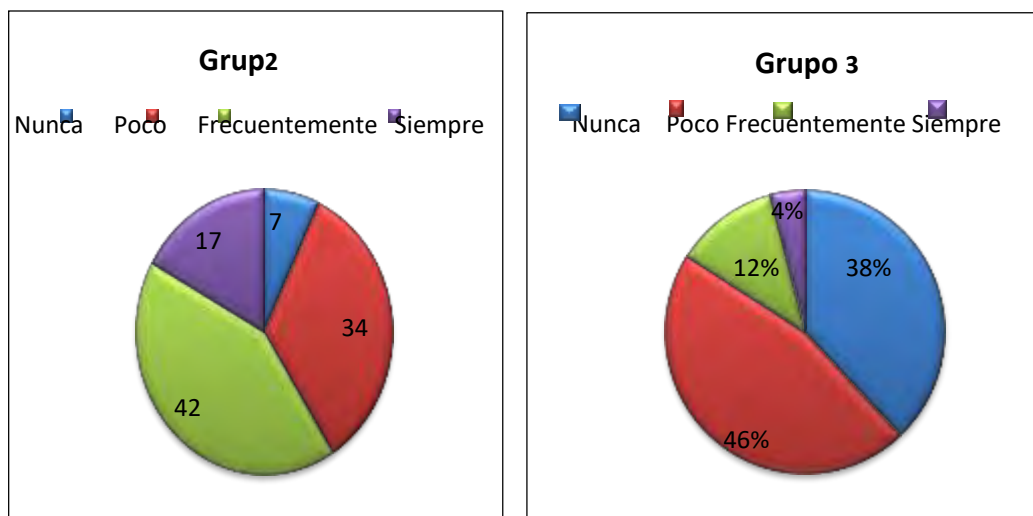


Figura 4.15. Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 1. Grupo 2 y 3.

En relación a la afirmación, la física se aprende memorizando formulas. En el grupo 2 el 42% de los participantes seleccionaron la categoría frecuentemente seguido de las categorías poco con un 34% y por ultimo las categorías siempre con un 17%. El grupo 3 los estudiantes manifiestan estar en desacuerdo con la afirmación planteada manifestándose un 46% con la opción poco y un 38% con la opción nunca; sin embargo, un 12% marco la opción frecuentemente y un 4% la opción siempre, por lo que se evidencia que algunos participantes consideran la memorización de fórmulas como necesaria para alcanzar el aprendizaje de la física.

La respuesta de los estudiantes, muestra una de las principales tendencias de concepciones y actitudes a la hora de escoger una carrera que contenga matemáticas o física, es el pensar la complejidad de la misma en la modelización matemática de los fenómenos naturales, sin embargo, la física posee una parte conceptual importante, para la cual se requiere una comprobación matemática, que no necesariamente debe ser tediosa o abstracta y estudios como el de Martínez-(2001, p. 48) lo demuestran es necesario para todas las ciencias naturales mantener su relación con las matemáticas pero esta relación debe hacerse de forma más agradable.

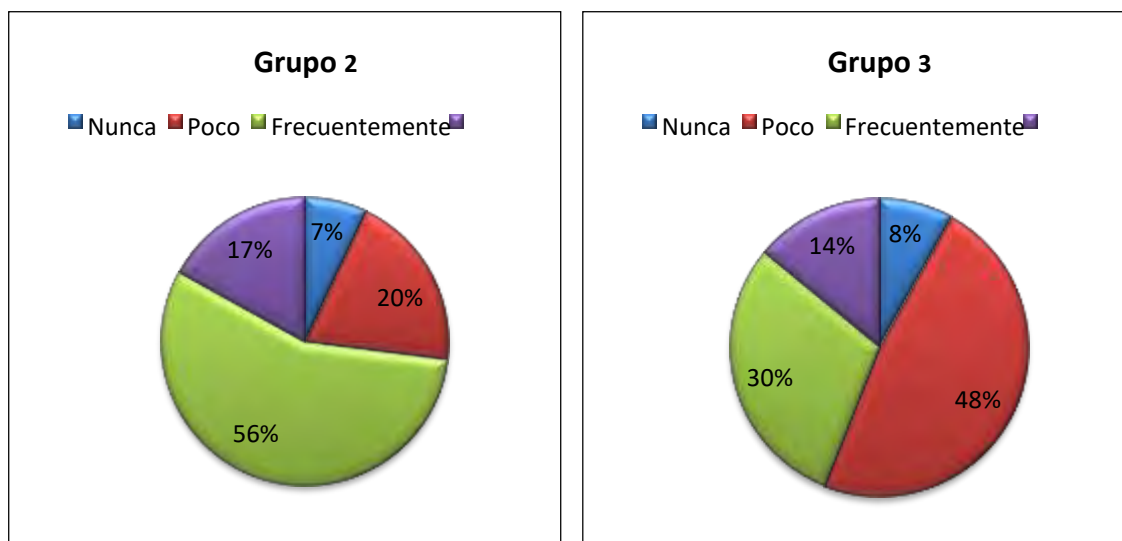


Figura 4.16. Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 2. Grupos 2 y 3.

Para el grupo 2 encontramos en orden descendente las categorías frecuentemente, poco, siempre y nunca con unos porcentajes de 56%, 20%, 17% y 7% respectivamente. Para el grupo 3 en el ítem 16, se cuestionaba acerca de la dificultad con las matemáticas como una influencia considerable en el aprendizaje de la física, para lo cual un porcentaje importante, el 48%, considera como poco relevante la dificultad que se puede presentar con las matemáticas, respaldado por un 8% que seleccionó la categoría nunca. Por otra parte, un 30% considera que la dificultad es frecuente, seguido de un 14% que marco la opción siempre.

Esta temática ha sido investigada desde diferentes puntos de vista en lo específico a lo cognitivo en investigación desarrollada por González (1997, p. 85) se planteó que los procesos cognitivos involucrados en el proceso de desarrollo matemáticos, son complejos y requieren en cierta medida de mecanizar algoritmos, pero también de tener claridad conceptual frente a la situación a analizar, en países como Colombia o Venezuela que se presenta el caso estos procesos no siempre inician a temprana edad, y existen ciertas brechas entre los contenidos y apropiación de conceptos matemáticos, es decir algunos estudiantes han tenido la oportunidad de estudiar estos conceptos desde la primaria otros en cambio se enfrentan a estos modelismos ya en la universidad, lo que causa dificultad en el abordaje de estos y dichas dificultades se transfieren a la comprensión de la física tal como los mismos estudiantes lo manifiestan en este apartado.

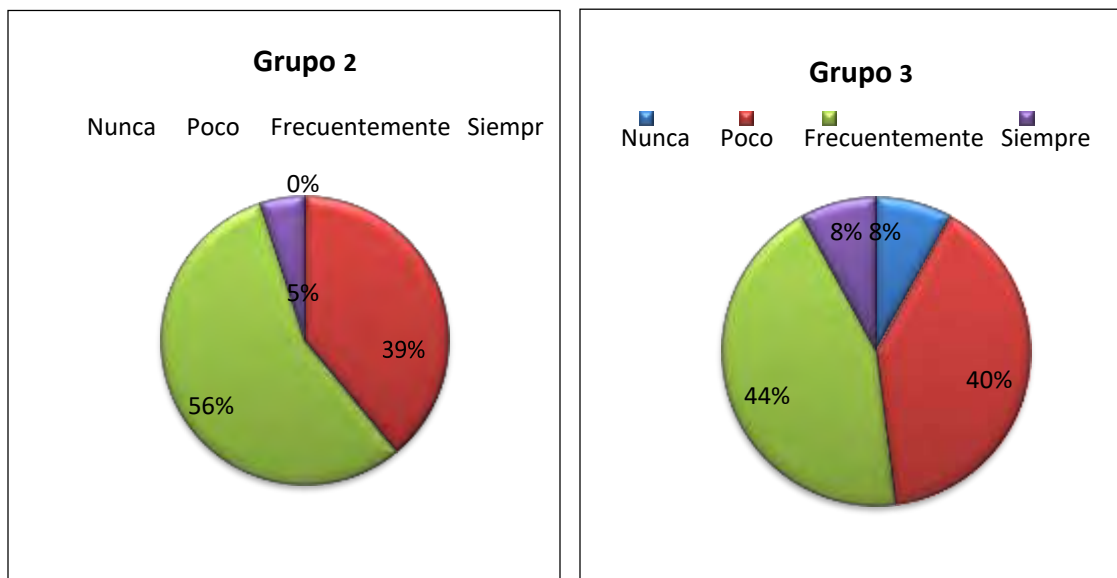


Figura 4.17. Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 3. Grupos 2 y 3.

El ítem 3, hace hincapié en la dificultad para la comprensión de conceptos de la física, a lo cual, para el grupo 2 el 56% de los participantes marco la opción frecuentemente, seguido de un 39% en la opción poco y un mínimo porcentaje en la opción siempre de 5%. Para el grupo 3, un 44% considera que se presenta frecuentemente, apoyado en un 8% que selecciono la opción siempre. No obstante, hay estudiantes que consideran que la comprensión de conceptos, es un problema menor, evidenciándose en un 40% de los participantes, que selecciono la opción poco, además de un 8% que marco la categoría nunca.

Respecto a la parte conceptual, Carbonell & Torregrosa (2004, p. 189) plantea, que existe una mayor facilidad en cuanto a la apropiación conceptual cuando se relacionan los conceptos con situaciones problemas de la vida cotidiana o escenarios de aplicación, como se ha manifestado anteriormente la enseñanza de la física en la educación secundaria esta mediada por la aplicación de libros de textos que no probablemente no permiten la solución de problemas reales quizás esta es una de las razones por las cuales los estudiantes consideran que se les dificulta la comprensión de los conceptos físicos.

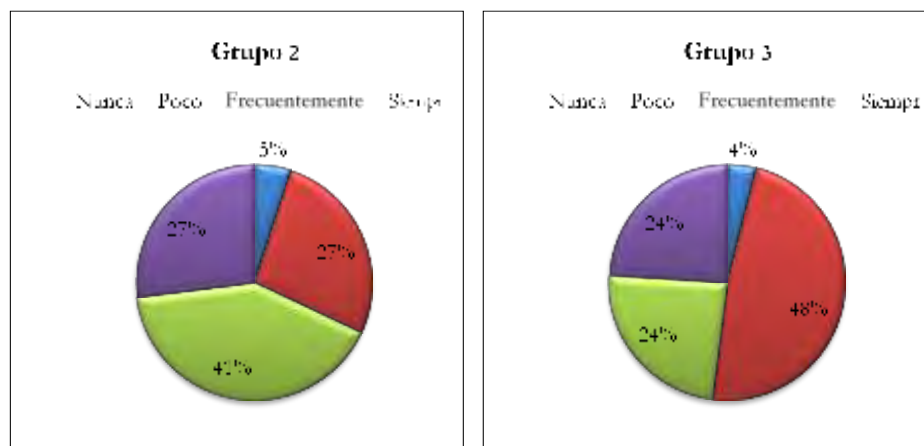


Figura 4.18. Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 4. Grupos 2 y 3.

El ítem 4, hacía referencia a la relación entre la cantidad de contenido de física y una formación completa, a lo cual los estudiantes, en el grupo 2 por una parte, estuvieron en posiciones divididas representado en un 41% en la opción frecuentemente, 27% en las opciones siempre y poco y un 5% en la opción nunca, para el grupo 3 estuvieron en desacuerdo en un porcentaje de 48% afirmando que la cantidad de contenido de física impartido, poco se relaciona con una formación completa y un 4% con la opción nunca. Por otra parte, un porcentaje considerable se encuentra de acuerdo con que, a mayor cantidad de conocimientos, la formación es más completa, representado con un 24% de los participantes que selecciono la opción frecuentemente y otro 24% que puntuó la categoría siempre.

A pesar de que los estudiantes manifiestan que la cantidad de contenidos contribuye a la formación completa en el área de interés, existen autores como Gaviria & Barrientos (2001, p. 92), que plantean que la cantidad de temas abordados no garantiza que los mismos sean comprendidos y utilizados por los estudiantes, plantea que eso no es una excusa para dilatar o limitar la relación a un tema, sino que el docente debe asumir un papel protagónico priorizando algunos temas que permitan abarcar temas más cortos y menos complejos, de manera que los conocimientos adquiridos puedan ser apropiados y le sirvan al estudiante para comprender el mundo en el que se desenvuelve y para progresivamente alcanzar niveles más altos de conocimiento.

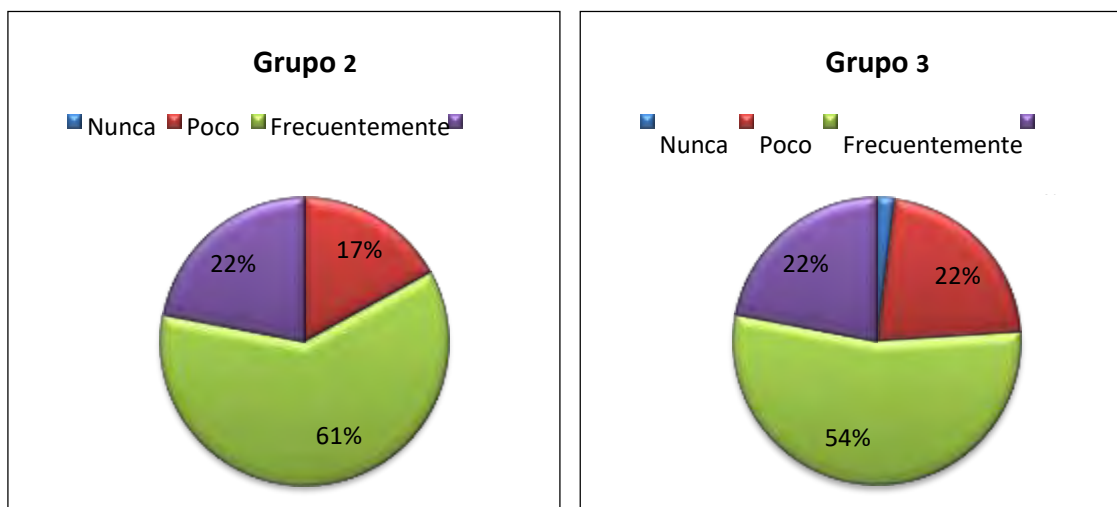


Figura 4.19. Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 5 Grupos 2 y 3

Para el grupo 2, la mayoría de los participantes, un 61% selecciono la opción frecuentemente, seguido de un 22% en la categoría siempre y un 17% en la categoría poco. Para el grupo 3 en el ítem 19, se cuestionaba por la influencia del interés por el tema, en la atención prestada a la asignatura, para lo cual, los participantes consideran que frecuentemente es muy importante el interés por el tema, representado por un 54%, seguido por un 22% que considero la categoría siempre. A pesar de esto, un 22% considero que un tema interesante poco tiene que ver con la atención que se le presta además de un 2% que tomo la opción nunca.

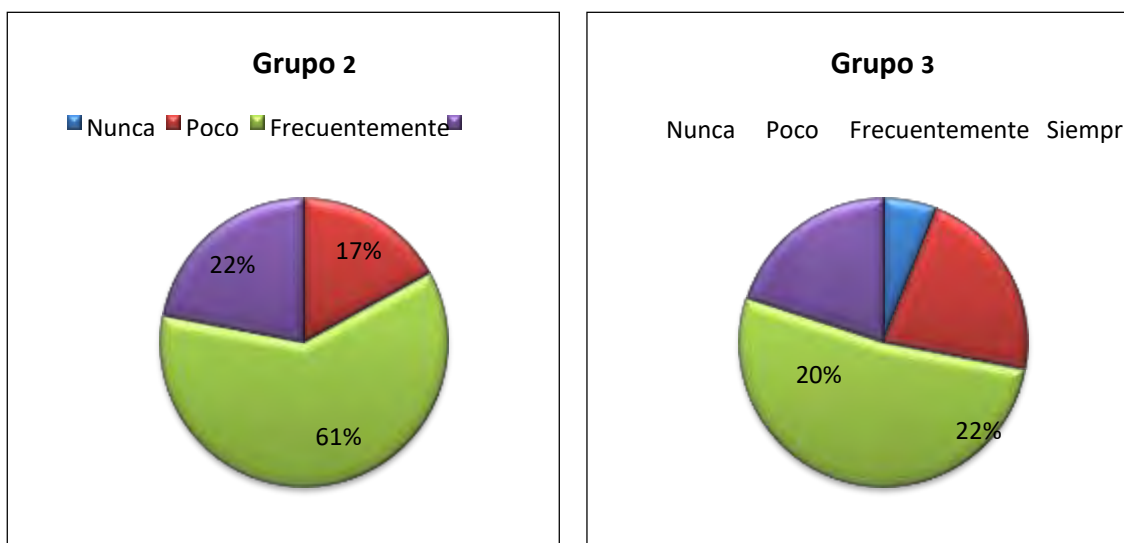


Figura 4.20. Representación (Porcentaje) para la dimensión 4. Dificultad para aprender Física. Pregunta 6. Grupos 2 y 3.

Para el grupo 2 el 61% de los participantes escogió la categoría frecuentemente, seguido de las categorías poco con 22% y siempre con un 17%. Para el grupo 3 en el ítem 6, se hacía referencia a la facilidad de comprensión de los conceptos y la utilidad que se hallaba a los mismos, para el cual un 52%

puntuó la opción frecuentemente apoyada en un 20% que puntuó la categoría siempre. Lo anterior demuestra que, para la mayoría de los participantes, se facilita la comprensión y uso de los conceptos; sin embargo, un 22% que selecciono la opción poco y un 6% la opción nunca, piensan que poseen algún grado de dificultad con lo propuesto en este ítem. Esto comprueba lo planteado por Marbà (2010), acerca de que algunos estudiantes ven la utilidad de la física, sin embargo, presentan dificultades para su comprensión, esta relación tiene que ver en algunos casos con el método de enseñanza, en otros casos como se analizó anteriormente, tiene que ver con la dificultad para la comprensión de los modelismos matemáticos.

Los participantes en algunos ítems de esta dimensión, afirmaron algún grado de inconformidad, por lo que se puede decir que las matemáticas y el exceso de contenido, pueden ser algunos de los problemas que existen en el aprendizaje de la asignatura no siendo estos los más importantes; además se encontró que, los participantes creen que es un problema de gran relevancia dentro del aprendizaje de la asignatura, la comprensión conceptual de la misma puntuando dentro de sus opciones poco y frecuentemente como las más acogidas.

Tabla 4.5. *Dimensión 5. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.*

PREGUNTAS	NUNCA		POCO		FRECUENTEMENTE		SIEMPRE	
DIMENSIONES CTS								
1. La Televisión, los libros, y las revistas, la internet, nos dan más información sobre los problemas científicos cotidianos que las clases de física	5	3	13	18	14	21	8	8
	12%	6%	33%	36%	35%	42%	20%	16%
2. El uso que se hace de los descubrimientos Científicos perjudica las condiciones de vida.	8	19	20	18	9	12	4	1
	19%	38%	49%	36%	22%	24%	10%	2%

Tabla 4.5. *Dimensión 5. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.* (Continuación).

PREGUNTAS		NUNCA		POCO		FRECUENTEMENTE		SIEMPRE
DIMENSIONES CTS								
3. Conozco avances tecnológicos, producto de las investigaciones en física	0	3	14	12	17	26	10	9
	0%	6%	34%	24%	42%	52%	24%	18%
4. Considero que las investigaciones en física, traen beneficios al ambiente y a la calidad de vida de las Personas	0	2	2	6	30	20	9	22
	0%	4%	5%	12%	73%	40%	22%	44%
5. La existencia de mayor número de físicos en Colombia contribuye al desarrollo del país.	0	2	2	16	18	16	21	16
	0%	4%	5%	32%	44%	32%	51%	32%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

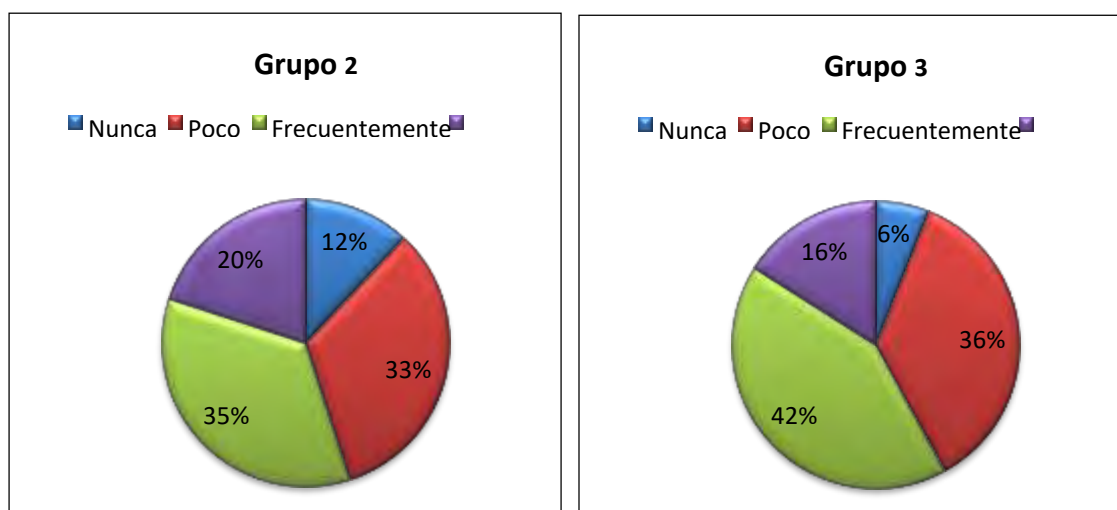


Figura 4.21. Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 1 Grupos 2 y 3.

Para el grupo 2 se encontraron opiniones divididas encontrando que se representan de forma descendente las categorías frecuentemente, poco, siempre y nunca con unos porcentajes de 35%, 33%, 20% y 12% respectivamente. Para el grupo 3 en el ítem 1, se preguntaba por el aporte de los medios de comunicación en contraste con las clases de física, acerca de los problemas científicos de la actualidad, para lo cual los participantes consideran que frecuentemente, se proporciona más información al respecto en los medios de comunicación, evidenciado en un 42% de respuestas agrupadas en esta categoría, además de un 16% en la opción siempre; no obstante, un grupo de estudiantes, no está de acuerdo con lo anterior, representado en un 36% de los participantes que seleccionaron la opción poco y un 6% selecciono la categoría nunca.

Desde el punto de vista de la educación de los alumnos, es preciso no olvidar que la escuela no es la única fuente de su aprendizaje y que la televisión constituye un buen nutriente de los conocimientos que tienen. Ambas razones aportan una buena justificación para tratar de utilizar la información científica presentada en los informativos y otros programas de TV, como consecuencia con el gran auge del internet con programas y series con múltiples contenidos científicos esto parece despertar mayor interés en los estudiantes que una clase tradicional de física. (Torres, et al., 2018)

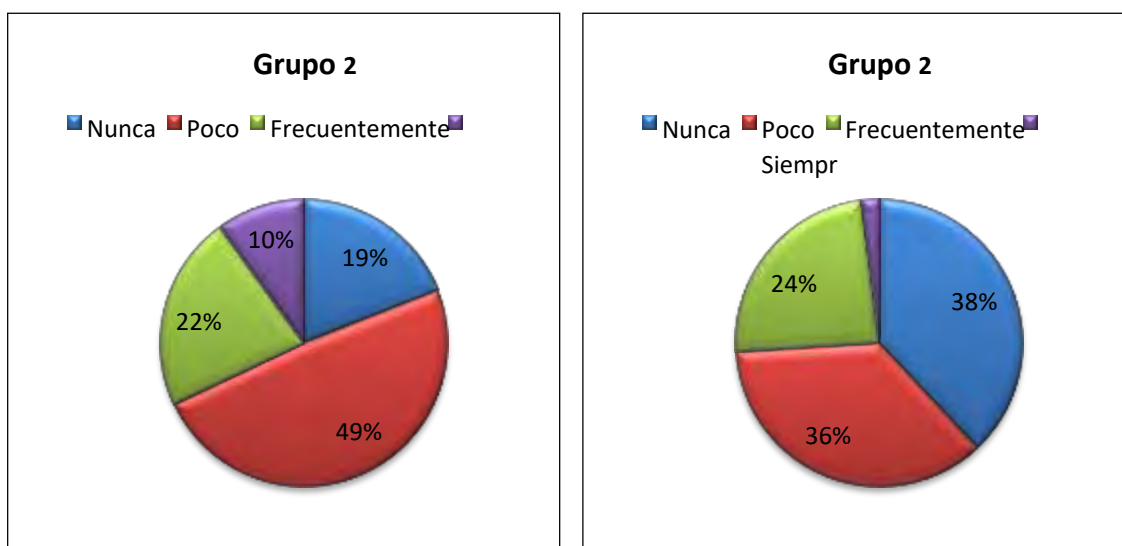


Figura 4.22. Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 2 Grupos 2 y 3.

En relación a la afirmación sobre el uso que se da a los descubrimientos científicos, perjudica la sociedad, el grupo 2, un 49% de los participantes seleccionaron la opción poco, seguida de la categoría frecuentemente con un 22% y por ultimo las categorías nunca con un 19% y siempre con el 10%, por otra parte, en el grupo 3, en el ítem 22, se afirmaba que el uso que se da a los descubrimientos científicos, perjudica la sociedad, a lo cual, los estudiantes respondieron negativamente en su mayoría considerando las categorías nunca con un 38% y poco con un 36% como la respuesta a lo planteado; sin embargo, algunos estudiantes se encuentran de acuerdo con la afirmación, seleccionando las opciones frecuentemente con un 24% de los participantes y siempre con un 2% de la participación.

Esta separación de opiniones respecto a las respuestas de la pregunta, tiene su interpretación en puntos que se habían discutido con anterioridad en este texto, existe primero una separación entre física y sociedad o física y desarrollo tecnológico, en la percepción de los estudiantes, llegando incluso a plantear que no existe relación alguna entre la ciencia y el desarrollo tecnológico, y que si llegase a existir esta relación seria de carácter positivo, por lo que no necesariamente se perjudica la vida, sino más bien la interpretación que se tienen respecto a la misma.

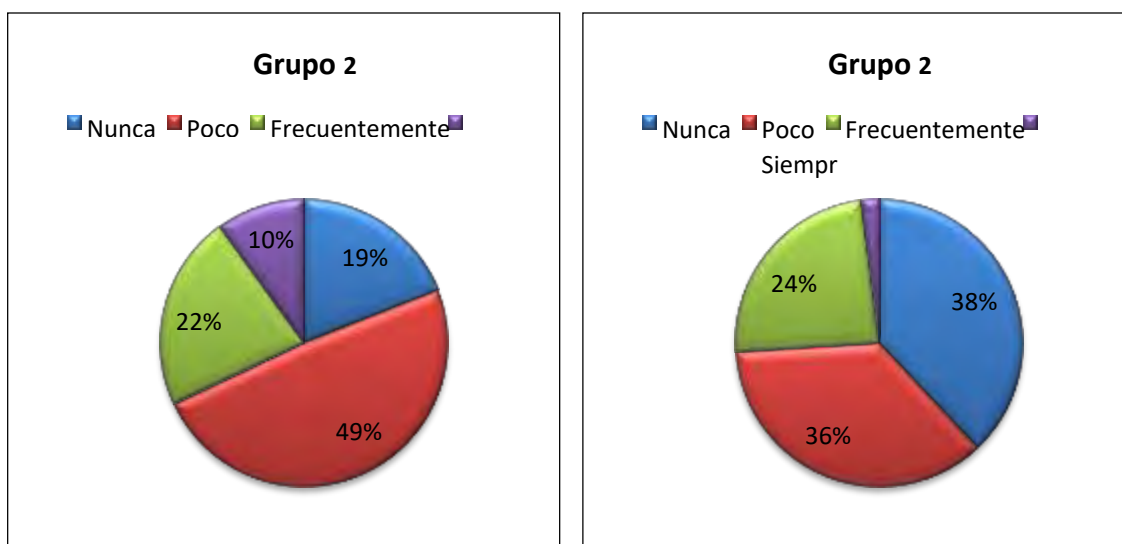


Figura 4.23. Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 3 Grupos 2 y 3.

Para el conocimiento de los avances tecnológicos en física que se refería en este ítem, los estudiantes del grupo 2 contestaron la categoría frecuentemente en un 42%, seguida de la categoría poco con un 34% y por último la categoría siempre con un 24%. Para el grupo 3 en su gran mayoría si conocen avances tecnológicos de este tipo, evidenciado en la selección de categorías como frecuentemente con un 52% de la participación seguido de un 18% en la categoría de siempre; a pesar de esto, una parte de los estudiantes adoptaron las opciones poco con un 24% y nunca con un 6%, haciendo referencia a los pocos o nulos conocimientos que tienen del tema en cuestión.

De lo anterior, se puede afirmar que existe una integración al conocimiento científico, de utilidad para la vida cotidiana, que permite comprender además el rol que la Ciencia y la Tecnología juegan en la Sociedad actual (educación para y sobre la tecnología) y que posibilite acercar la imagen tradicional de la Física a una visión más real y más en contacto con el mundo (Solbes y Vélchez, 1992, p. 380).

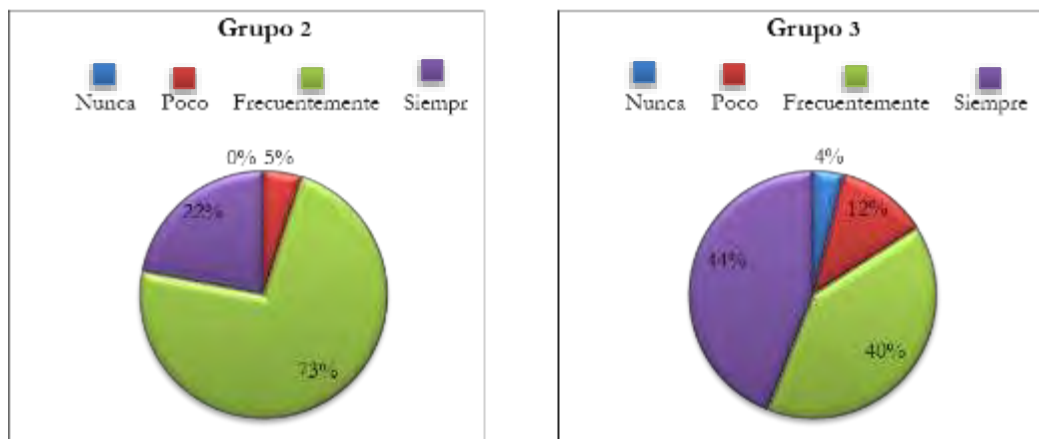


Figura 4.24. Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 4 Grupos 2 y 3.

La pregunta se refiere a los beneficios que aporta la investigación en la rama de la física en diferentes campos. De acuerdo a lo planteado en este ítem, los participantes del grupo 2 afirman lo planteado considerando que las respuestas más puntuadas son las categorías frecuentemente con un 73% y siempre con un 22%, por otra parte los participantes del grupo 3 opinan que efectivamente la afirmación planteada es cierta, corroborado por un 44% de las respuestas en la categoría siempre, apoyado por un 40% en la categoría frecuentemente; sin embargo, para un grupo de estudiantes, son pocos o nulos los beneficios que esta aporta, seleccionando las categorías poco con un 12% y nunca con un 4% de las respuestas.

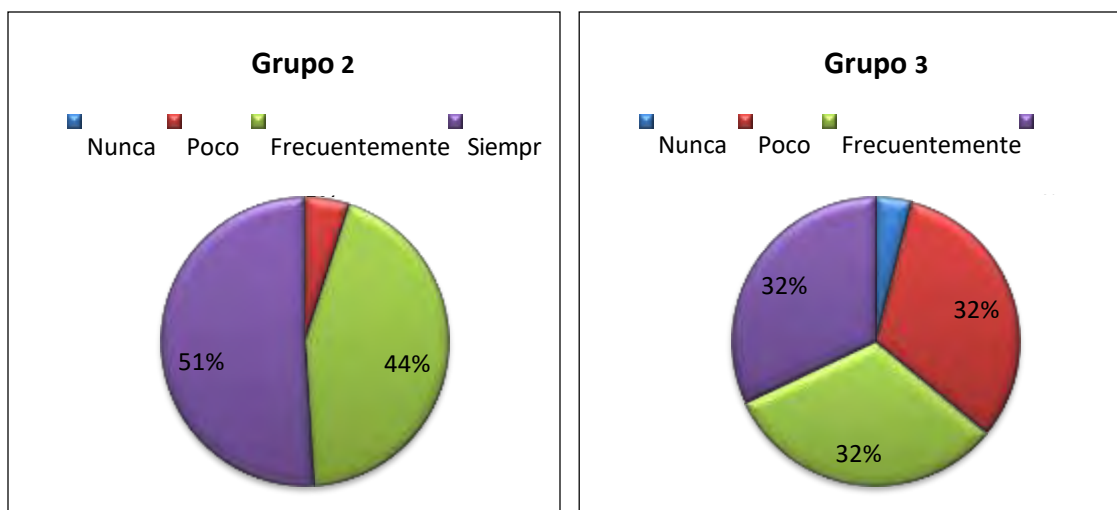


Figura 4.25. Representación (Porcentaje) para la dimensión 5. Dimensiones CTS. Pregunta 5 Grupos 2 y 3.

Para el ítem 5, se planteaba la existencia de un mayor número de físicos como aporte al desarrollo del país, a lo cual, en el grupo 2 los participantes respondieron de forma afirmativa siendo así dos categorías más puntuadas siempre y frecuentemente con unos porcentajes de 51% y 44% respectivamente, además de un porcentaje mínimo en la categoría poco con un 5%, en el grupo 3 hay

respuestas equitativas en tres categorías, dos de ellas a favor de la anterior afirmación como lo son la categoría frecuentemente y siempre, con un 32% cada una, considerando que los físicos contribuyen con la investigación que permite el desarrollo del país; sin embargo un 32% de los participantes, piensa que el número de físicos que existan en el país, poco influye en el desarrollo del mismo y un 4% está en desacuerdo con lo planteado en este ítem.

Los participantes respondieron en general a los ítems de esta dimensión afirmativamente, puntuando las respuestas frecuentemente y siempre, como las más escogidas, lo cual permite establecer que la investigación en el área de física, trae grandes beneficios a nivel social, aportando nuevos conocimientos que se conocen a través de los diferentes medios de comunicación, incluso antes que en las clases de física. Lo anterior, puede ser una de las razones, por las que se considera que la física, no contextualiza sus contenidos, al no tener en cuenta los avances de la modernidad según los participantes.

Por otra parte, en algunos ítems se tuvieron opiniones muy sesgadas para el grupo de participantes, por ejemplo, donde se cuestiona acerca del uso de los descubrimientos científicos y el perjuicio que puede ocasionar a las condiciones de vida, o donde se considera a los físicos como una parte importante para el desarrollo de la investigación y, por ende, el progreso del país. Sin embargo, un grupo igual considera que la cantidad de físicos contribuye muy poco al desarrollo.

Tabla 4.6. Preguntas 1 y 2. Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.

PREGUNTA	FISICA		BIOLOGIA		QUIMICA		NO RESPONDIO	
1. De las siguientes ciencias: física, química y biología cual consideras que contribuye en mayor medida a la ciencia la tecnología, la sociedad y el ambiente.	6	29	26	22	9	17	0	5
	15%	40%	22%	23%	63%	30%	0%	17%
2. De las siguientes ciencias: física, química y biología ¿Cuál desarrolla en mayor medida la curiosidad? Y ¿por qué?	9	21	28	26	4	13	0	1
	22%	34%	10%	21%	68%	43%	0%	2%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

En la tabla anterior, se plasman la cantidad de estudiantes para cada una de las respuestas planteadas a los ítems 1 y 2 preguntas compuestas por una parte cerrada y una parte abierta en esta tabla se presentan los resultados en la cual se pretendía indagar acerca del interés, así como comparar las áreas básicas que componen las ciencias naturales para los grupos 2 y 3, a continuación, se presentan los porcentajes por ítem que se asumen para estas respuestas.

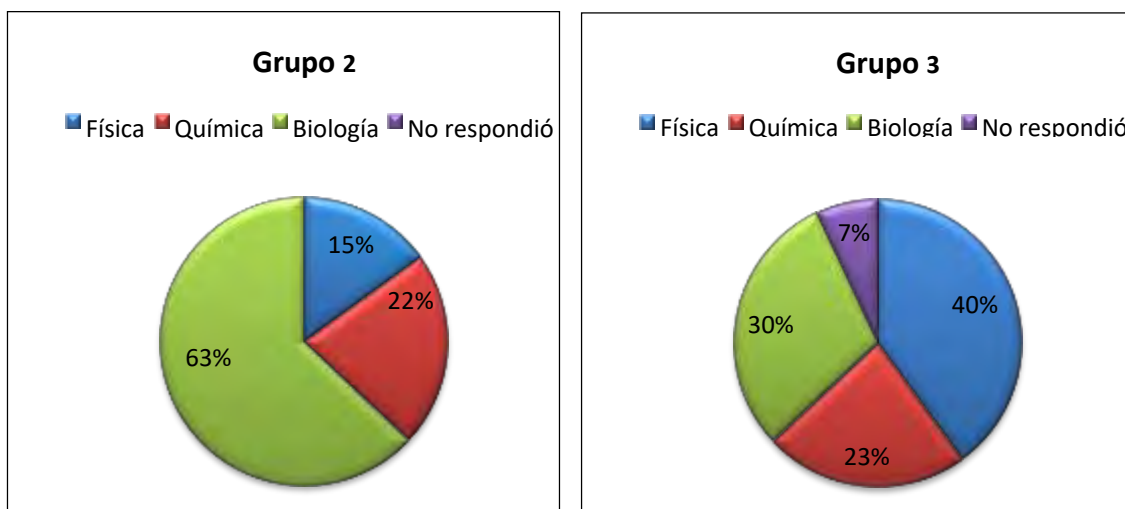


Figura 4.26. Representación (Porcentaje) para Preguntas mixtas (parte cerrada) Pregunta 1. Grupos 2 y 3.

Para el grupo 2, la categoría más puntuada es biología con un 63% seguida de química con un 22% y física con un 15%. Para el grupo 3 en ítem 26, que consideraba los aportes y contribuciones de las ciencias a la CTS y el ambiente los participantes consideraron que la ciencia que más contribuciones realiza es la física con un 40% de las respuestas, seguida de la biología con un 30% y posteriormente la química con un 23%, adicional a esto un porcentaje de participantes que no respondieron correspondiente al 7%.

Se puede evidenciar que algunos estudiantes reconocen la física como importante en el desarrollo social y tecnológico, sin embargo, plantean que la física no estimula la curiosidad, esto puede deberse no a la ciencia como tal sino a la forma en la que se ha enseñado, lo que a su vez es una justificación para este trabajo, tal como lo indica Solbes & Través (1996, p. 110), se requieren avances en los diseños metodológicos que permitan estimular la creación, la imaginación y la curiosidad de los estudiantes.

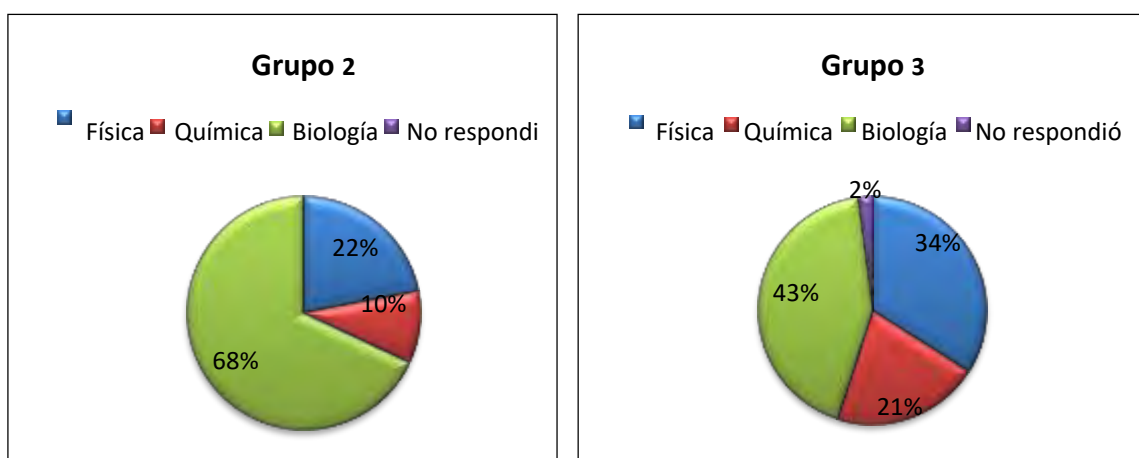


Figura 4.27. Representación (Porcentaje) para Preguntas mixtas (parte cerrada) Pregunta 1.

Para el ítem 1, se cuestionaba acerca del área que desarrolla en mayor medida la curiosidad de los estudiantes, a lo cual en el grupo 2 se seleccionó el área de biología con la mayor puntuación con un 68% seguida del área de física con un 22% y por último química con un 10%, en el grupo 3 la respuesta

más puntuada fue biología con un 43%, seguida de la física con un 34% y por último la química con un 21% además de un 2% de los participantes que no respondieron.

Para sintetizar los resultados, se han extraído categorías que permiten establecer unos patrones de respuesta comunes encontrados en las respuestas de los participantes, para la pregunta 2 se han encontrado las siguientes categorías, en los grupos 2 y 3

Tabla 4.7. Relación de categorías extraídas para la pregunta 1 en los grupos 2 y 3.

CATEGORIA	GRUPO 2	%	GRUPO 3	%
Complementariedad	1	3%	10	20%
Aplicabilidad	3	7%	18	36%
Área fundamental	14	34%	9	18%
Importancia	3	7%	1	2%
Relación con el medio ambiente	3	7%	2	4%
No respondió	17	42%	10	20%
TOTAL	41	100%	50	100%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

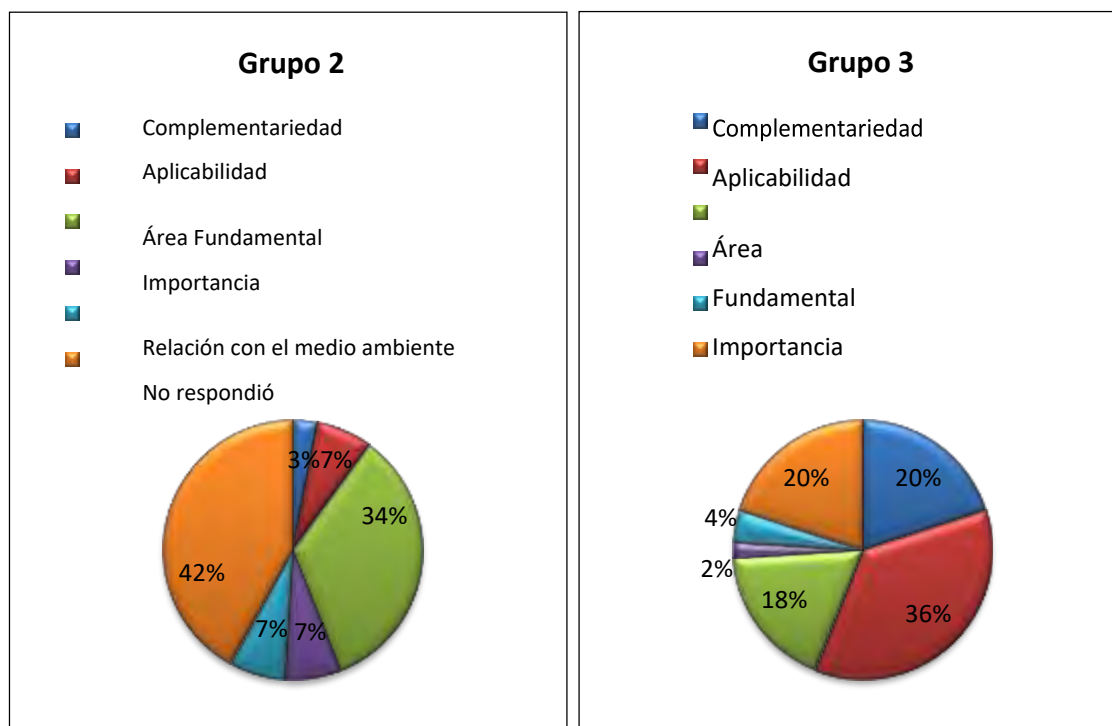


Figura 4.28. Representación en porcentaje para las categorías seleccionadas para el ítem 2.

Dentro de las razones por las cuales los estudiantes para el ítem 2, escogieron la Física como el área que contribuye en mayor medida a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente encontramos algunas como: E6 “Se aplica a los fenómenos vistos en la vida”, E3 “Es la rama principal de la ciencia, es la base de todo y sin ella es más complicado tener avances”, E12 “Porque a nuestro alrededor o en nuestro mundo todo funciona con física”, E15 “Gracias a la física existen muchas cosas desde la luz hasta los

colores”. Entre otras razones agrupadas en categorías como aplicabilidad con un 36%, área fundamental con un 18%, Se puede evidenciar, que los participantes consideran que la física es la ciencia que encierra a las otras dos y que explica fenómenos cotidianos, lo que la hace una asignatura más completa y que, por ende, puede incursionar en los campos de conocimiento propuestos. Además, los participantes consideraron otros argumentos que se agrupan dentro de las categorías de importancia con un 2% y relación con el medio ambiente con un 4% como las razones por las cuales estas ciencias contribuyen a las CTS y el medio ambiente.

Cabe aclarar que un 20% de los participantes marcaron para el ítem 2, las tres opciones Física, Química y Biología ya que consideran que son complementarias y coexisten en la explicación de los fenómenos de la naturaleza, lo cual se evidencia en respuestas como: E4 “Todas las ciencias trabajan en conjunto por tanto así mismo contribuye”, E8 “Las 3 conforman las ciencias naturales”, E6 “Todas son importantes porque todos los días vivimos cada una de estas”. Es necesario considerar que un 20% de los participantes se abstuvieron de contestar.

Tabla 4.8. *Relación de categorías seleccionadas para la pregunta 2. Grupos 2 y 3.*

CATEGORIA	GRUPO 2	%	GRUPO 3	%
Gusto personal	10	24%	4	6%
Aplicabilidad	3	7%	14	22%
Temas que trata	3	7%	14	22%
Interés	1	3%	5	8%
Innovación	1	2%	1	2%
Complementariedad	2	5%	3	5%
Área fundamental	4	10%	1	2%
No respondió	17	42%	8	33%
TOTAL	41	100%	50	100%

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

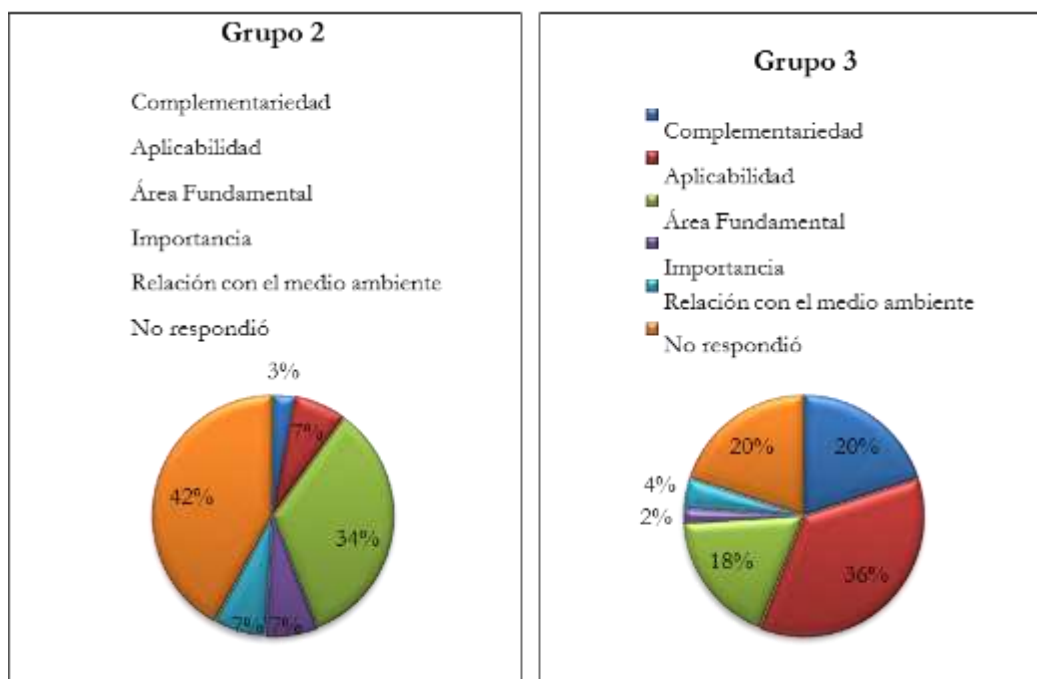


Figura 4.29. Representación en porcentaje para las categorías de la pregunta 2. Grupos 2 y 3.

Para el grupo 3, ítem 2, algunas de las razones por las cuales seleccionaron la Química como la ciencia que despierta la curiosidad en mayor medida son: “La química es muy interesante ya que nos permite ver como se aplica en cosas de la vida”, “Me parece importante ver por medio de los compuestos y elementos, la composición de todo aquello a lo que formamos parte (tierra).” Agrupadas en categorías como aplicabilidad con un 28% y temas que trata con un 28%. Para el grupo 2 se presentó una alta abstención en la respuesta abierta en este ítem de 42%, sin embargo, dentro de las razones más relevantes están el gusto personal con un 24% y el ser un área fundamental para el conocimiento de fenómenos con un 10%.

En algunos casos también, se seleccionaron las tres opciones: “Todos son motivo de investigación y desarrollo, estamos relacionados con las tres.”, “Todas, un fenómeno necesita de las 3 para ser explicado”. En la categoría de complementariedad con un 6% de la participación, relacionaron las tres áreas como fundamentales y con un grado de complementariedad entre estas, que no permite que sean separadas o consideradas de manera individual.

Adicionalmente a estas respuestas se agruparon en otras categorías según los argumentos expuestos como gusto personal con un 8%, interés con el 10%, innovación 2%, área fundamental 2% y un porcentaje considerable 16% de participantes que no respondieron.

Tabla 4.9. Preguntas (parte cerrada). Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física.

PREGUNTA													
Grupo 2 estudiantes de inducción al programa de LCNEA-color azul. Grupo 3 estudiantes del curso de mecánica-color rojo				SI				NO				NO RESPONDIO	
1. Hay desinterés hacia los estudios de física.				21	51%	26	52%	20	49%	24	48%	0	0
												0	0
												%	%
2. Los estudios de física son más para chicos				2	5%	1	2%	39	95%	48	96%	0	0
												1	2
												%	%
3. El número de horas para la enseñanza de la física en secundaria, en comparación con otras disciplinas es suficiente				14	51%	13	26%	27	49%	36	72%	0	0
												1	2
												%	%
4. Las ciencias físicas tienen baja presencia en los medios de comunicación				30	73%	29	58%	11	27%	18	36%	0	0
												3	6
												%	%
5. Hay actividades, temas, etc. Que podrían contribuir a aumentar su interés por la física.				36	88%	46	92%	5	12%	2	4%	0	0
												2	4
												%	%

En la tabla anterior, se representa la cantidad de respuestas a los ítems 1-5 en las dos opciones de respuesta en la parte cerrada de la pregunta: si o no, complementado con la relación de los participantes que no respondieron, para ambos grupos, esta parte del cuestionario tiene como finalidad describir la forma como los estudiantes perciben los métodos de enseñanza y la importancia de las ciencias en la actualidad de forma superficial. A continuación, se relacionan los ítems anteriores de acuerdo a los porcentajes de respuesta.

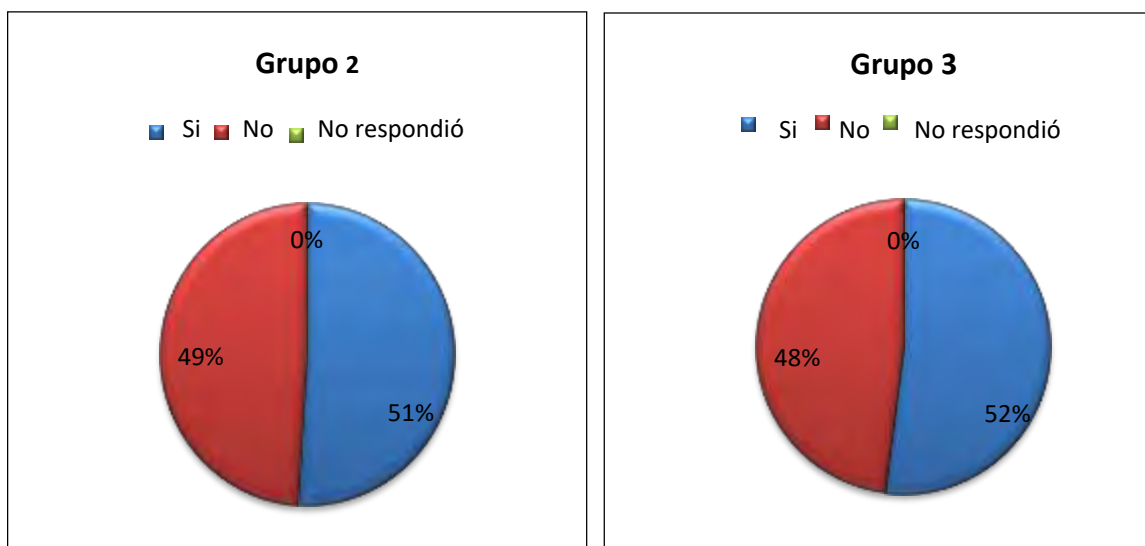


Figura 4.30. Representación en porcentaje para las categorías de la pregunta 1. Grupos 2 y 3.

Al ítem 1, el grupo 2 el 51% de los estudiantes respondieron si y el otro 49% respondió negativamente, el grupo 3, el 52% de los participantes está de acuerdo con que hay desinterés hacia los estudios de física y un 48% manifiesta desacuerdo con esta afirmación.

Para estas respuestas en los dos grupos se puede evidenciar que las apreciaciones por parte de los estudiantes se encuentran divididas entre los que consideran a la física como una ciencia importante y de mucho interés y los que consideran todo lo contrario. Generalmente las apreciaciones de los que piensan que la física no es un área de interés como otras ciencias lo afirman autores como (Solbes, Monserrat, Furio, 2007, p. 96) quienes manifiestan que los estudiantes tienen una imagen y valoración negativa de la ciencia.

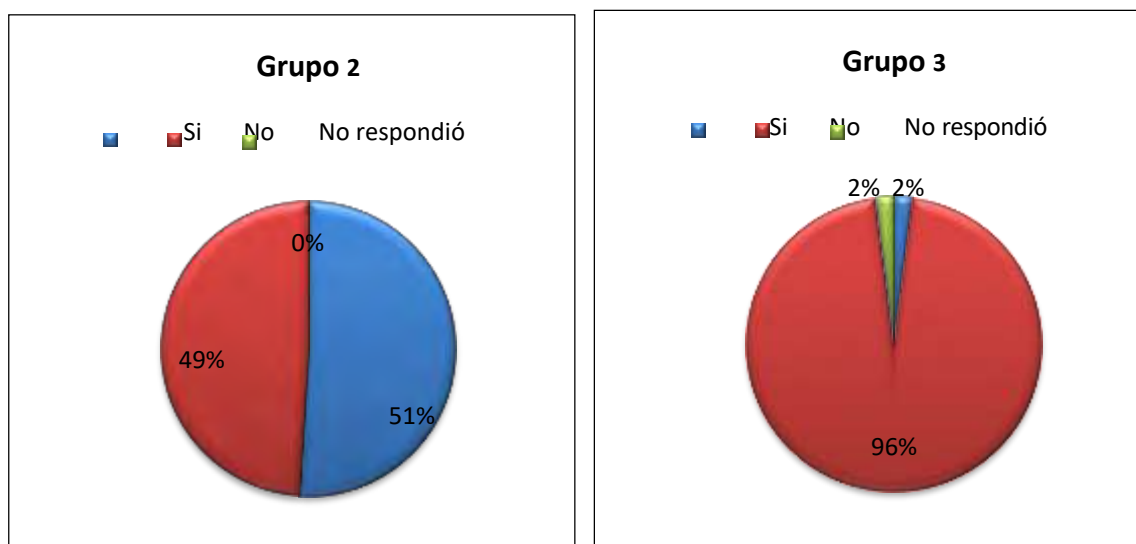


Figura 4.31. Representación (Porcentaje) Preguntas mixtas (parte cerrada) Pregunta 2. Grupos 2 y 3.

Para el ítem 2, para el grupo 2 el 95 % responde que la física no es más para chicos, tan solo un 5 % responden que sí. Mientras que para el grupo 3, los resultados son muy cercanos teniéndose un 96 % de los participantes afirmando que no es la física más para chicos, 2 % considera que si, y 2 % no responde la pregunta.

Para los dos grupos se puede evidenciar que hay un cambio importante en la percepción que se tiene acerca de las ciencias y en particular de la física en creer que es exclusiva de los hombres. Situación que se evidenciaba en estudios de autores como (Kimura, 2002, p. 90) quien manifestaba que el predominio de los hombres estaba en ciertas profesiones que requerían habilidades espaciales o matemáticas y que el predominio de las mujeres está centrado en campos de ciencias de la naturaleza y la salud. Hoy en día el panorama a manera de ejemplo ubica a las mujeres en importantes cargos y dirección de programas de investigación en el campo de la física es así como en el año 2016 la Doctora Fabiola Gianotti asumió la dirección del CERN situación que no sucedía en los 60 años de creación de este importante centro de investigación europeo y así existen muchos ejemplos que demuestran el importante rol de la mujer en el campo de la Física.

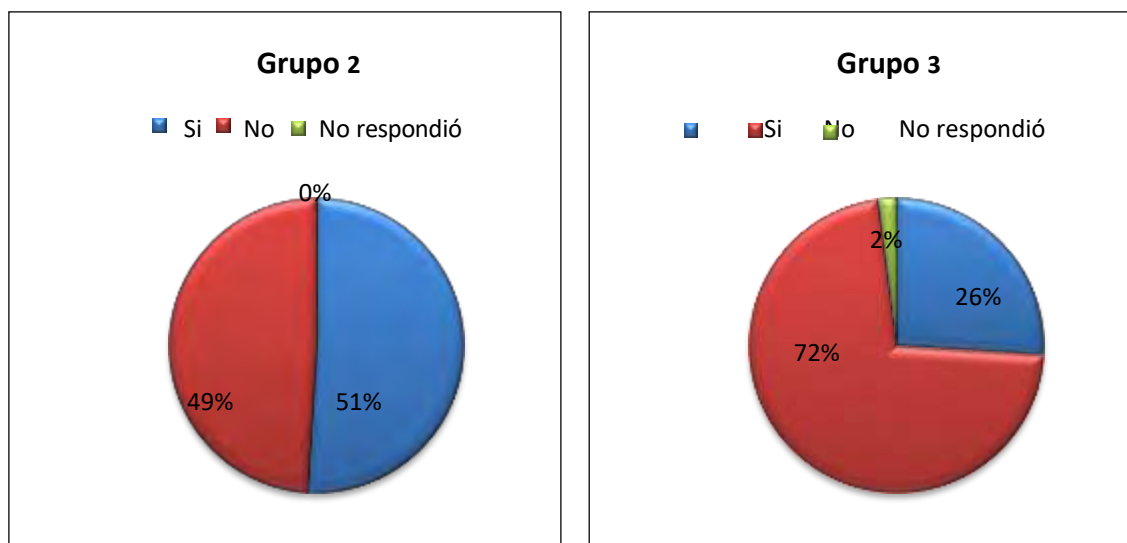


Figura 4.32. Representación (Porcentaje) Preguntas mixtas (parte cerrada) Pregunta 3. Grupos 2 y 3.

Para el ítem 3, el grupo 2 se tiene que 66 % responden que no es suficiente el número de horas de física en comparación con otras disciplinas, un 34 % afirma que, si es suficiente el número de horas. En el grupo 3, se observan resultados similares.

Los dos grupos consideran en su gran mayoría que es insuficiente el número de horas que tienen los cursos de física en la secundaria en comparación con las demás disciplinas, esto se ve reflejado porque la física solo se aborda desde niveles de grados 10 y 11 de la secundaria colombiana, a diferencia de áreas como la biología que de aborda desde grados 9 de la formación. Actualmente, el panorama ha venido cambiando en Colombia con la incorporación en algunas instituciones del país donde la física se viene desarrollando desde de los grados 6 a 11 de la educación secundaria.

Para el ítem 4, el grupo 2 con un 73 % manifiesta que la física tiene baja presencia en los medios de comunicación, un 27 % afirma que sí. En el grupo 3 un 58 % afirma que la física si tiene presencia en los medios, 36 % que no y 6 % no responde a la pregunta.

Para los dos grupos predomina la afirmación de que la física tiene poca presencia en los medios de comunicación, esto coincide con autores como Hernández (2005, p. 82) quien manifiesta que la ciencia está olvidada en rincón de los medios de comunicación y lo justifica centrándose tan solo en la televisión, ya que este sigue siendo el medio masivo de comunicación, donde no solo se dedica poco tiempo a la ciencia sino que también los programas que logran tener espacios de divulgación son emitidos en horarios generalmente nocturnos y en franjas poco accesibles a los niños y jóvenes.

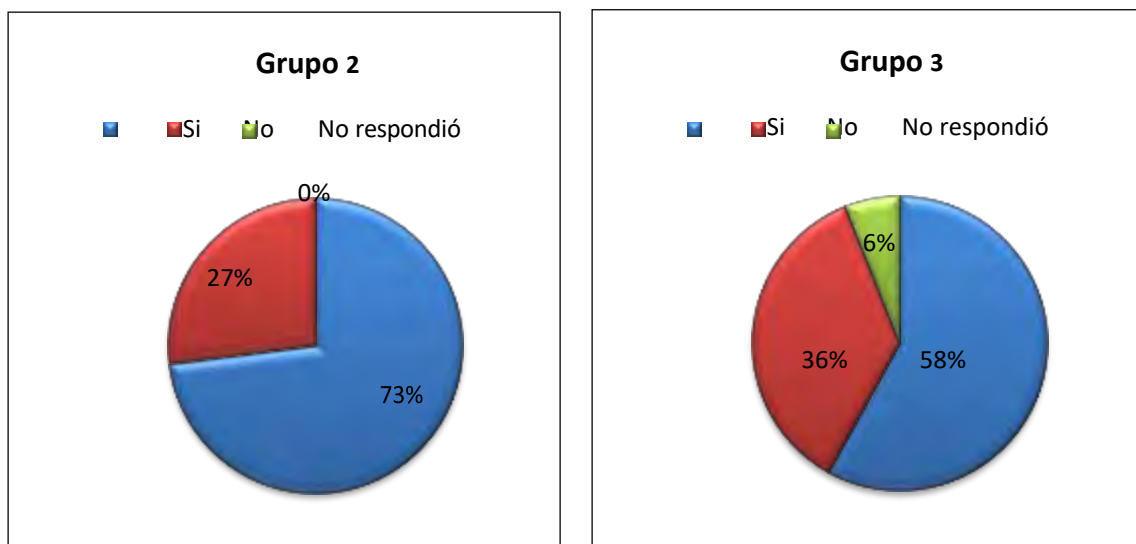


Figura 4.33. Representación (Porcentaje) Preguntas mixtas, Pregunta 4. Grupos 2 y 3.

Para el ítem 4, se tiene que el grupo 2 en un 88 % manifiesta que si existen otras actividades que podrían despertar el interés hacia la física, un 12 % indica lo contrario, estos resultados son similares en el grupo 3. Para ambos grupos los estudiantes manifiestan que, si existen otras actividades para despertar el interés hacia la física, estas afirmaciones coinciden con autores como (Vásquez & Reina, 2011) quien afirma que se deben conectar los contenidos de la física con la vida real. Se hace necesario nuevas propuestas didácticas que acerquen a los estudiantes hacia el trabajo conjunto de la ciencia y en particular de la física.

Tabla 4.10. *Relación de categorías seleccionadas para las preguntas 1-5. Grupos 2 y 3.*

PREGUNTA	CATEGORIAS	GRUPO 2	GRUPO 3
1	Importancia	1	4
	Complementariedad	2	2
	Complejidad	12	10
	Interés	1	2
	Aplicabilidad	4	9
	Poca importancia	2	6
	Falta de bases	1	4
	Poca didáctica	1	3
	No respondió	17	10
	TOTAL	41	50
2	Capacidades	1	8
	Gusto	3	2
	Interés	1	6
	Es para todos	10	17
	Aplicabilidad	5	4
	Importancia	4	4
	No respondió	17	9
	TOTAL	41	50
3	Contenido extenso	15	12
	Primeros cursos	0	2
	Otras prioridades	0	3
	Complementariedad y practicas	0	4
	Comprensión de temas	7	5
	Son suficientes	0	8
	Preparación del docente	2	1
	Falta tiempo	0	6
	No respondió	17	9
	TOTAL	41	50
4	Poco se muestra	3	4
	Canales, programas de Tv, simuladores, noticieros	9	22
	Aplicaciones	4	2
	Poca importancia	6	3
	Ninguno	2	1
	No respondió	17	18
	TOTAL	41	50

Tabla 4.10. *Relación de categorías seleccionadas para las preguntas 1-5. Grupos 2 y 3.* (Continuación).

PREGUNTA	CATEGORIAS	GRUPO 2	GRUPO 3
5	Lectura científica	6	4
	Contextualización	4	12
	Documentales,		6
	programas de Tv	8	
	y		
	simuladores		
	Prácticas y salidas de	2	8
	campo		
	Trabajo tradicional	1	4
	Actividades	3	5
	didácticas		
	Es complejo	0	1
	No conoce	0	1
	No respondió	17	9
	TOTAL	41	50

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Dentro de las razones por las cuales los participantes consideran que hay desinterés hacia los estudios de Física están algunas como: E5 “Porque no se ha hecho o dado a conocer su importancia como ciencia, los estudiantes preferimos hablar sobre biología y química”, E8 “En mis estudios de colegio no fueron fomentadas y eso generó que nunca desarrollara afinidad hacia esta”, E27 “Se asocia a la matemática y para los estudiantes esta suele ser aburrida”; por lo anterior, se puede evidenciar que los estudiantes consideran que parte del desinterés hacia la asignatura, puede surgir de la motivación e importancia que se brinda, además de los problemas con el uso de la matemática en el área. Aquellos que consideran que no existe desinterés hacia la física, argumentan razones como: E13 “Muchas personas valoramos la importancia de los aportes físicos para entender los diferentes aspectos de la cotidianidad”, E22 “Es el eje central de las ciencias, además de brindarnos apoyo y entendimiento para el mundo”, E39 “Es una ciencia que se encuentra inmersa con las demás, por tanto es necesario estudiarla”, aquí se encuentra que la física tiene numerosas aplicaciones y se hace necesario su estudio para comprender los fenómenos que nos rodean.

En cuanto al ítem que relaciona que los estudios de física son más para chicos, los participantes que están en desacuerdo, mencionan argumentos como: E11 “Independiente del género, cada persona puede estudiar la física según sus intereses”, E10 “En todos los niveles educativos la física ofrece oportunidades para desarrollar habilidades investigativas”, E9 “Pienso que los estudios de la física no discriminan edad, sexo, región, etc.”, E4 “cualquier temas es apropiado para la persona que sienta interés acerca del mismo.”.

Consideran que los estudios de física los realiza cualquier persona que demuestre el interés en realizarlos. En cuanto al número de horas dedicadas a la enseñanza de la Física en la secundaria, la mayoría de los participantes coinciden en que no son suficientes, en comparación a otras disciplinas, considerando razones como: E2 “En algunos colegios deben implementarse más número de horas para prácticas de

laboratorio”, sin embargo, un grupo importante de estudiantes, consideraron que si eran suficientes argumentando por ejemplo: “En la secundaria el tiempo provisto para esta asignatura es de 3 horas igual que cualquier materia importante, más horas serian quitarle horas a las demás asignaturas.”

Los estudiantes consideran en su gran mayoría, que hay una baja presencia de las ciencias en los medios de comunicación, debido a razones como: “Las ciencias físicas tienen baja presencia en los medios de comunicación, ya que tienen aplicabilidad, pero para las personas no es de un tema de interés, por esta razón a nadie le va interesar escuchar o ver algo relacionado con esta ciencia.”, “La sociedad actualmente está más interesada en los temas de farándula y espectáculo que en la ciencia, por lo que los medios de comunicación buscan entretener de esta manera a los espectadores no con la ciencia; a veces buscan desinformar y esto lo hacen desde programas para niños, dejando de lado cualquier tema que tenga que ver con las ciencias básicas.”; sin embargo, algunos consideran que no existe una baja presencia de las ciencias, argumentado por ejemplo que: “Existen noticieros nacionales e internacionales, revistas nacionales e internacionales, donde se puede aprender Física y observar las teorías nuevas y antiguas de grandes físicos, que hoy contribuyen a la comprensión y explicación de la vida” o que “Existen canales dedicados a la ciencia física forense Discovery”.

Para el último ítem que cuestiona acerca de las actividades, temas entre otros que pueden contribuir a mejorar el interés por la Física, los estudiantes señalan respuestas como “Juegos, aplicaciones, programas, TV y comunicaciones”, “Laboratorios enfocados a la cotidianidad para las explicaciones físicas”, los que demuestran que existen números temas y herramientas, que pueden contribuir a incentivar el aprendizaje de los temas de la Física.

4.2. Test de Percepciones

En esta investigación reconocemos la percepción como el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización (Vargas, 1994, p. 50); mientras que en campo pedagógico y didáctico; se define la actitud, como una disposición para actuar a partir de la representación de la profesión por parte del sujeto y tiene como rasgo consustancial la unidad de lo afectivo y lo cognitivo, (Viamontes, 2013, p, 551).

En esta investigación para determinar las percepciones fue aplicado un test a dos grupos: el grupo 1 que corresponde a estudiantes preuniversitarios (28) y el grupo 2 estudiantes de inducción de LCNEA (41), según lo especificado en el apartado de Metodología.

Para el análisis de los datos obtenidos, se seleccionaron categorías por pregunta, teniendo en cuenta la diversidad de preguntas realizadas, donde se determinaron las categorías según la frecuencia de respuestas similares entre sí, las cuales están relacionadas en la siguiente tabla.

Comparación de resultados entre los grupos.

Tabla 4.11. *Relación de categorías para las preguntas 1-6 del Test de percepciones. Grupos 1 y 2.*

PREGUNTA	CATEGORIA	GRUPO 1	GRUPO 2
1 ¿Cómo han sido sus experiencias en el aprendizaje de la física en la secundaria? Justifique su respuesta	Buena	6	15
	Regular	13	12
	Mala	9	14
	TOTAL	28	41
2 ¿A partir de qué grado empezó usted a ver el área de física en la formación escolar?	Decimo	9	12
	Noveno	4	7
	Octavo	4	5
	Séptimo	2	2
4 ¿Cuáles considera usted son las razones por las cuales los estudiantes no se sienten motivados hacia el aprendizaje de la física?	Complejidad	6	6
	Falta de gusto o interés	3	10
	Descontextualización	2	8
	Metodología del docente	17	16
	No respondió	0	1
	TOTAL	28	41
5 ¿Qué dificultades encuentra a la hora de resolver un ejercicio de física?	Fórmulas	7	21
	Ejercicios	3	1
	Matemáticas y procedimientos	5	8
	Atención y comprensión	11	10
	Complejidad	2	1
	TOTAL	28	41
	TOTAL		

Tabla 4.11. *Relación de categorías para las preguntas 1-6 del Test de percepciones. Grupos 1 y 2.*
(Continuación)

PREGUNTA	CATEGORIA	GRUPO 1	GRUPO 2
6 Como futuro docente ¿Qué estrategias emplearía para motivar el aprendizaje de la física?		6	14
	Experimentación y prácticas	4	13
	Innovación	3	6
	Contextualización	9	3
	Material adecuado	1	3
	Investigación	1	1
	Participativas	4	1
	TOTAL	28	41

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

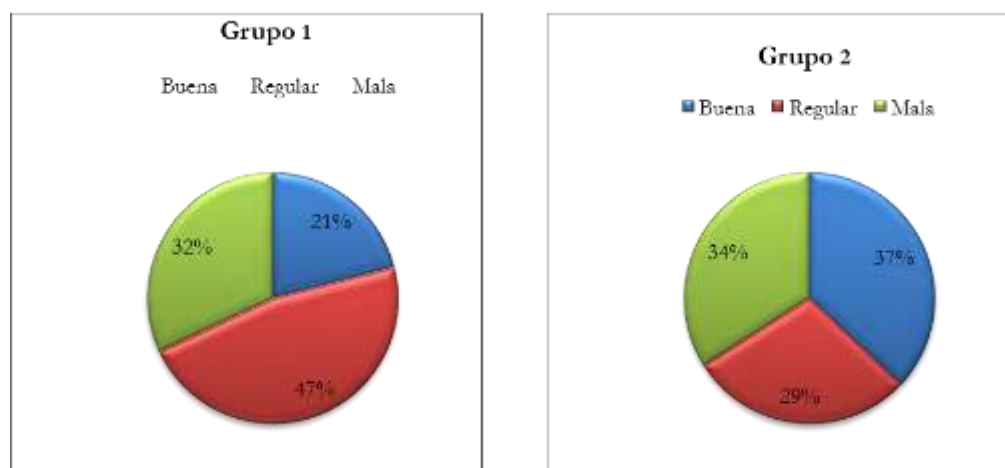


Figura 4.34. Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 1. Grupos 1 y 2.

En relación a la experiencia de los estudiantes en el aprendizaje de la física, el grupo 1 afirmó en un 47% que había sido regular, en un 32% fue mala y un 21% fue buena, resaltando aspectos como: la ausencia parcial del docente, las metodologías tradicionales de copia y solución de ejercicios complejos, la ausencia de la experimentación, entre otros aspectos. El grupo 2, considera que la experiencia fue buena respaldada por un 37%, seguida de la opción regular con un 29%; sin embargo, algunos estudiantes consideran que su experiencia fue mala representado por un 34% de los participantes; teniendo en cuenta aspectos como la metodología de los docentes, la cantidad de conceptos aprendidos

y la contextualización de lo aprendido en el aula de clase, apoyado en prácticas de campo y experimentación en el laboratorio.

Como lo señala Elizondo (2013, p. 75) las experiencias de los estudiantes desde los niveles de formación en secundaria no son las mejores. Entre las razones que la autora destaca están el deficiente desarrollo de habilidades comunicativas propias de las matemáticas que se requieren para entender los formalismos propios de la física y también centra su atención en las dificultades de los estudiantes en identificar por ejemplo datos relevantes para la solución de un problema.

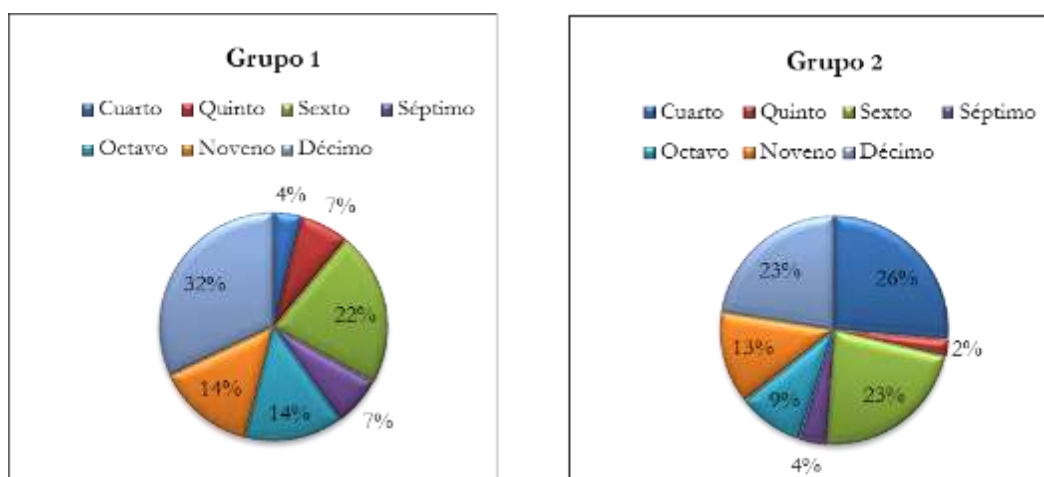


Figura 4.35. Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 2. Grupos 1 y 2.

Para el grupo 1, en la pregunta dos, los resultados, muestran que un porcentaje importante de los estudiantes, iniciaron a ver la física en su formación escolar desde los grados octavo con un 14 %, noveno 14 %, décimo 32 %, así como un porcentaje menor en primaria, en los grados cuarto 22 % y quinto un 7 %. Para grupo 2, se hacía mención al grado de inicio de estudio del área de física en la secundaria, para lo que tenemos que el 34% inicio a ver física en grado sexto seguido de decimo con un 29%, para el grado noveno un 17%, a partir de grado octavo un 12% y en menor porcentaje el grado séptimo con un 5% y quinto representado en un 3%.

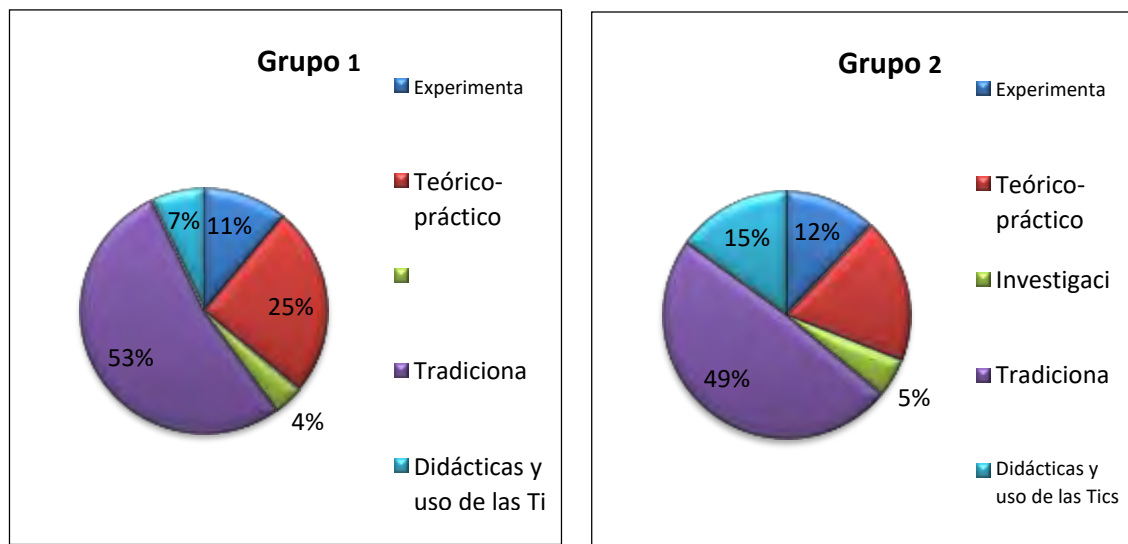


Figura 4.36. Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 3. Grupos 1 y 2.

La pregunta 3, se cuestiona acerca de las metodologías empleadas por el docente en la clase de física en el colegio, dentro de las que prevalece en un gran porcentaje la metodología tradicional con un 53 %, que los estudiantes describen como copiar la teoría en el cuaderno, desarrollar algunos ejercicios, evaluación, explicaciones cortas con poca claridad entre otros calificativos; seguido de la metodología teórico-práctica con un 25% , que se describe como la práctica constante de ejercicios realimentados, y las prácticas experimentales en el laboratorio. Pocos docentes utilizaban metodologías como: el uso de las Tics con tan solo 7 % y clases didácticas, la investigación con 4 % o la experimentación con un 11 %. En el grupo 2, se determinó que, un 49% de los estudiantes afirman que la metodología más utilizada en la tradicional, donde se incluyen las explicaciones, apuntes y ejercicios dentro del marco de las clases magistrales, seguido de esto, un 19% considera que sus experiencias en el área de física han tenido un componente teórico y un componente práctico, un 15% afirma que se utilizaron actividades didácticas como juegos, dinámicas, y de igual manera apoyo en las Tics utilizando videos, simuladores entre otros. Así mismo, un 12% considera que, la metodología fue netamente experimental, mediante prácticas de laboratorio y salidas de campo, y un 5% reconocen que se utilizó la investigación como método de enseñanza.

Analizando el uso de las tecnologías de la comunicación (Carnoy, 2004, p. 8) señala que se puede evidenciar que la enseñanza asistida por computador en la física, mejoro, por ejemplo, los resultados de las pruebas de matemáticas tradicionales. Pero desafortunadamente todavía no se reconoce el papel importante en el uso de las tecnologías de la información para uso en clases de física, algunas veces por el desconocimiento y falta de intereses de los maestros en acercarse al uso de estas herramientas continuando con las clases tradicionales como lo manifiestan un 59 % de los estudiantes.

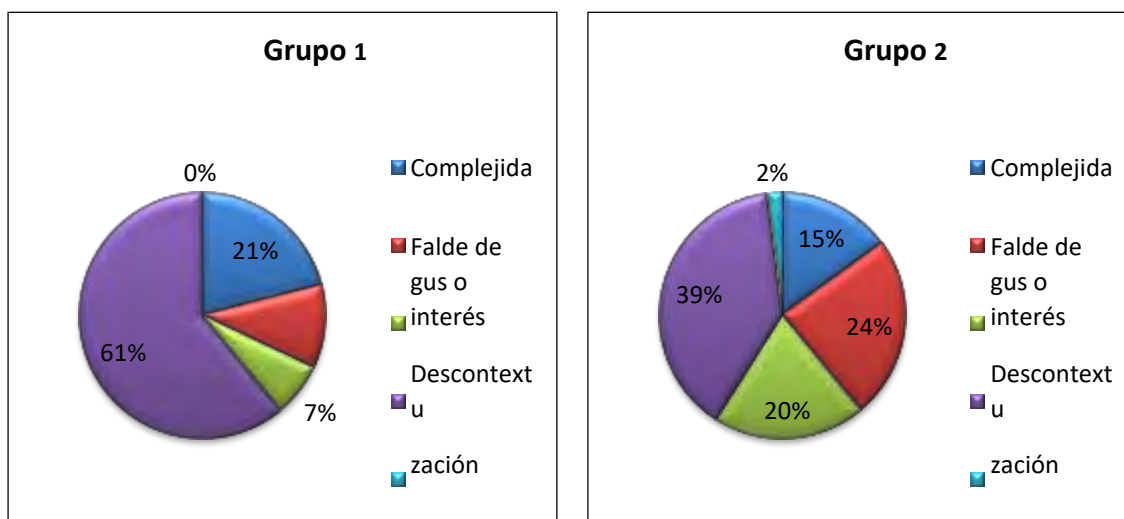


Figura 4.37. Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 4. Grupos 1 y 2.

Los estudiantes del grupo 1, señalan para esta pregunta, que la metodología utilizada por el docente con un 61% , es una de las principales causas de la desmotivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la física, seguido de razones como la complejidad del área con 21%, la falta de gusto o interés por los temas tratados y por último la descontextualización del aprendizaje con 7%, ya que no se manifiesta la utilidad de los temas vistos y no se relacionan con la realidad, existe una falta de gusto o interés con un 11%.

Acerca de las razones por las que la motivación hacia el aprendizaje de la física no es muy marcada, encontramos para el grupo 2 que un 39% de los participantes considera que la metodología que utiliza el docente incide en la motivación hacia la materia, un 24% considera que no es de su gusto o les genera poco interés, el 20% afirma que se hace necesario contextualizar los ejemplos y la teoría que se transmite en el aula, llevándolos a la vida cotidiana, además de considerar la complejidad del área, como uno de los factores apoyado por un 15% de los estudiante.

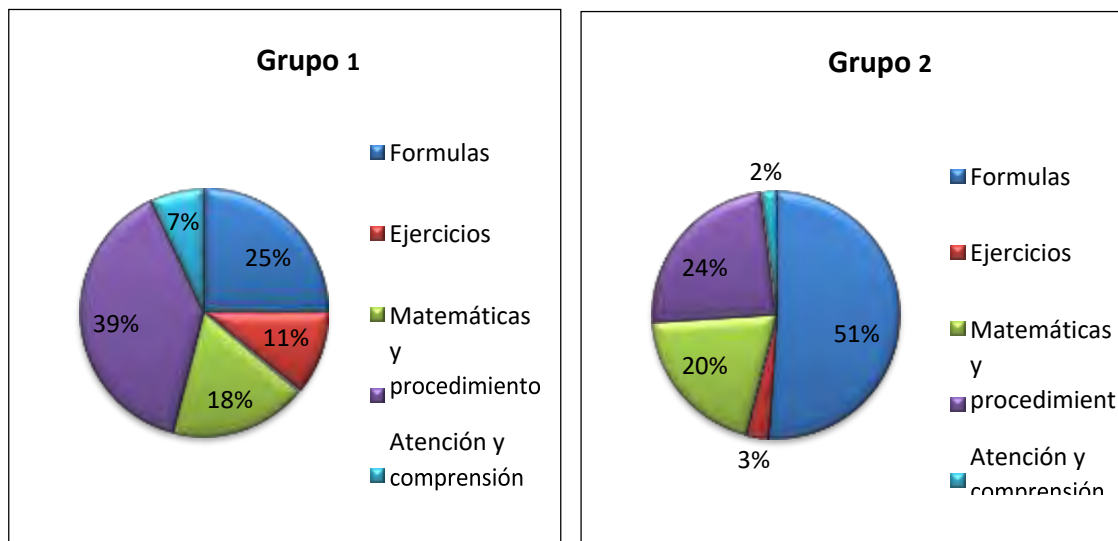


Figura 4.38. Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 5. Grupos 1 y 2.

Acerca de las mayores dificultades que encuentran los estudiantes en el aprendizaje de la física, para el grupo 1 una de las más nombradas es acerca de la atención y comprensión con un 39 %, las formulas con un 25 %, las matemáticas y procedimientos con un 18%, los ejercicios con un 11 % y finalmente un 7 % lo atribuye a la complejidad. Para el grupo 2, la memorización de las fórmulas que se relacionan a la física, así como su despeje y uso en los problemas que se plantean, es considerada por un 51% de los participantes como una de las principales dificultades a la hora de resolver un ejercicio, seguido de un 24% que considera que una de las dificultades es la falta de comprensión y atención y el 20 % afirma que son las matemáticas y sus procedimientos los que dificultan el aprendizaje de la física. En orden de dificultades, un 20%, afirma que está en el uso de las matemáticas y los procedimientos utilizados. Un porcentaje menor 3% y 2% considera que las dificultades se presentan en el tipo de ejercicio y la complejidad del mismo respectivamente.

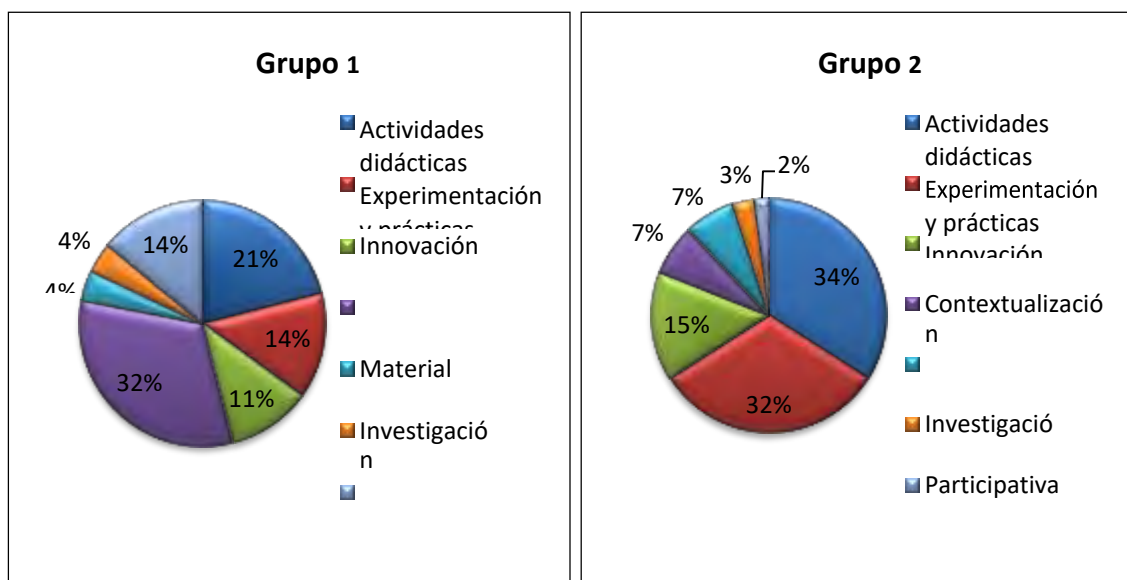


Figura 4.39. Representación en porcentaje de las categorías seleccionadas para la pregunta 6. Grupos 1 y 2.

Para el grupo 1 a la pregunta acerca de las metodologías que utilizaría, un gran porcentaje, hizo alusión a la contextualización 32 % de la enseñanza y la implementación de actividades didácticas, como pilares fundamentales para mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física en el aula; otras de las sugerencias fueron, la realización de actividades con un 21% prácticas específicamente la experimentación con un 14% , la innovación con un 11%, y finalmente con un 4% cada una está la investigación y actividades participativas.

Para el último ítem el grupo 2 consideró las estrategias para motivar el aprendizaje de la física que podrían utilizarse en el aula. Dentro de las más puntuadas por los participantes estuvieron, las actividades didácticas con un 34% y la experimentación y las practicas con una 32%, además de esto, el 15% considera que se necesitan estrategias innovadoras, el uso del material adecuado y la contextualización de las temáticas con un 7% cada una. Un 3% que manifiesta que la investigación y un 2% que las clases participativas son parte importante para el desarrollo de clases motivantes para los estudiantes, que facilitan la acogida de la asignatura y por ende mejorar la relación con el aprendizaje de esta.

Los resultados anteriores, hacen evidente que los estudiantes de los grupos 1 y 2 fueron enseñados desde métodos instruccionales. Otro aspecto importante de destacar es que hoy en día la enseñanza de la física a nivel de la educación media ha venido iniciando en niveles inferiores a los que hasta hace años se orientaban, la física se abordaba solo en los niveles de 10 y 11 grado ya finalizando los estudios, la dificultad radica en que a pesar que los currículos incluyen la física en algunos colegios desde 6 grado, en algunas ocasiones son profesores que no cuentan con la suficiente cualificación para hacerlo y deciden introducir aparatajes matemáticos o ecuaciones saturando muchas veces a los estudiantes y llevando a que se piense que la física está basada solo en lo que una fórmula matemática establece. Una propuesta adecuada estaría enmarcada en trabajar una física más conceptual y con experiencias prácticas para una mejor comprensión del mundo que nos rodea.

A manera general en la parte diagnóstica se encontró en los 3 grupos que la actitud de los estudiantes hacia la física no es la mejor, debido a que los estudiantes consideran que la física es una asignatura difícil que no es necesario estudiar, mostrando un nivel bajo de motivación hacia su estudio, la realidad radica en que una cantidad reducida de estudiantes se sienten atraídos hacia la física (Guisasola, Gras, Martínez, Almudí y Becerra, 2004, p. 16).

Autores como Hernández (2005), Rosario et al (2013), Tortop (2012) y Anjos et al (2015) advierten acerca de la omisión y eficacia en cuanto al cambio de contenidos que se enseñan en el aula, puesto que estos no presentan estrategias innovadoras que permitan el análisis de situaciones de la vida real y son diseñados a favor de contenidos tradicionales.

En consecuencia, la enseñanza de la física se limita al estudio de los conceptos, leyes, ecuaciones, fórmulas y principios descontextualizados de la realidad y los intereses propios del estudiante, lo cual dificulta el aprendizaje y hace que el estudiante se desmotive y pierda el interés por la ciencia, lo anterior traducándose en bajo rendimiento académico y una mínima inclinación por los estudios profesionales en ciencias.

4.3 Test de Conceptos

Resultados de test de conceptos (Pre test) en grupo 4 (Mecánica LCNEA) y 6 (Lic. Matemáticas). A continuación, se presentan las tablas de categorización de los resultados por participante y por pregunta:

Tabla 4.12. *Resultados por pregunta. Grupo 4.*

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Categoría										
0. No responde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. No tiene claridad del concepto	14	15	0	17	16	16	3	3	0	1
2. Se acerca al concepto.	3	2	3	0	0	2	14	13	4	2
3. Tiene claridad del concepto.	1	1	15	1	2	0	1	2	14	15

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Tabla 4.13. Resultados por pregunta. Grupo 6.

Pregunta										
Categoría	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0. No responde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.No tiene claridad del concepto	6	6	5	19	15	6	5	5	2	0
2. Se acerca al concepto.	17	13	15	2	5	13	5	4	15	6
3. Tiene claridad del concepto.	0	4	3	2	3	4	13	14	6	17

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Tabla 4.14. Resultados de evaluación por participante a las preguntas planteadas. Grupo 4 y 6.

Grupo 4											Grupo 6										
#Preg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	#Preg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	1	2	2	1	1	1	1	3	3	3	E1	2	2	1	1	1	3	2	1	2	2
E2	2	1	3	1	1	1	2	1	2	2	E2	1	3	2	2	1	3	2	1	3	3
E3	1	1	3	1	1	1	2	1	3	2	E3	1	1	2	1	3	2	1	1	3	3
E4	1	2	3	1	1	2	2	2	2	3	E4	2	2	2	1	2	2	2	1	2	3
E5	1	1	3	1	3	1	2	2	3	3	E5	1	3	2	1	2	1	2	2	2	3
E6	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	E6	2	1	2	1	3	1	3	3	3	2
E7	2	1	2	1	1	1	2	1	2	3	E7	2	3	2	1	1	1	1	2	3	3
E8	2	1	3	1	3	2	2	2	3	3	E8	2	1	3	3	1	2	3	3	3	3
E9	1	1	3	1	1	1	2	2	3	3	E9	2	1	1	1	1	2	1	3	2	3
E10	1	1	3	1	1	1	2	2	3	3	E10	2	2	3	1	2	1	3	3	1	2
E11	1	1	3	1	1	1	2	2	3	3	E11	2	2	1	3	1	2	1	3	1	3
E12	1	1	3	1	1	1	2	2	3	3	E12	2	2	2	1	2	1	3	3	2	3
E13	1	3	3	1	1	1	2	2	3	3	E13	1	2	1	1	1	3	2	2	3	2
E14	1	1	3	1	1	1	1	2	3	3	E14	2	3	2	1	1	1	3	2	2	2
E15	3	1	3	1	1	1	2	2	2	3	E15	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3
E16	1	1	3	1	1	1	2	2	3	3	E16	2	2	2	1	2	3	3	3	2	2
E17	1	1	2	3	1	1	2	2	3	3	E17	1	2	2	1	1	2	3	3	2	3
E18	1	1	3	1	1	1	3	2	3	3	E18	2	2	2	1	1	2	3	3	2	3
											E19	2	2	3	1	1	2	3	3	2	3
											E20	2	1	2	2	1	2	3	3	2	3
											E21	2	1	2	1	3	2	3	3	2	3
											E22	2	2	2	1	1	2	3	3	2	3
											E23	2	2	2	1	1	2	3	3	2	3

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

PREGUNTA 1. Describa el posible movimiento que llevaban los vehículos momentos previos a la colisión (ejemplo: MRU, MRUA).

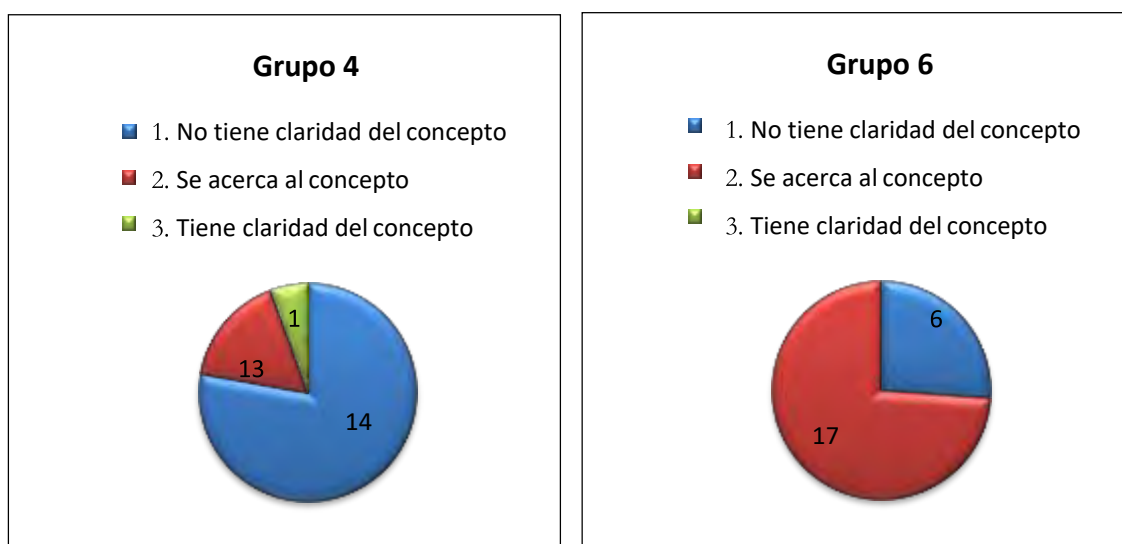


Figura 4.40. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 1.

En el grupo 4 predominó la categoría uno con 78%, donde se agruparon aquellas respuestas que no se vinculaban con la pregunta realizada, encontrando respuestas como: “El posible movimiento que llevaban los vehículos en sentido contrario y rápido y así no pueden frenar para evitar la colisión”; “Posiblemente se desplazaban a velocidades un poco altas y debido a la nevada que se presentó ese día, al frenar los vehículos más la velocidad; el vehículo no se detuvo y pudo haberse deslizado causando el accidente”.

Estas respuestas se encuentran alejadas del objetivo de la pregunta a pesar de exponerse dentro del enunciado los ejemplos de la respuesta donde se limitó la pregunta. Esto significa que muchos estudiantes desconocen cómo hacer una descripción real de la situación que busca establecer los movimientos cinemáticos presentes, posiblemente derivada de una deficiente fundamentación de estos conceptos físicos, y acuden a respuestas especulativas alejadas de la pregunta propuesta.

Dentro de la categoría dos con 17%, se encontraron las respuestas, que si bien se encuentran dentro del rango de respuesta y se encuentra correcta no se amplió la descripción solicitada en la misma como, por ejemplo: “El movimiento que llevan los vehículos es lineal acelerado, cada vehículo viene en un sentido diferente”, “Es posible que los vehículos lleven un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado”.

Lo anterior muestra que los estudiantes generalmente acuden a respuestas cortas y con una baja argumentación, lo cual es muy tradicional en el sistema educativo colombiano principalmente en áreas de las ciencias exactas y naturales como la Física, resultados que se han venido reflejando en las pruebas de estado saber 11 en los últimos años.

En la categoría tres con 5%, se relacionan las respuestas más elaboradas como: “El movimiento que podrían llevar los vehículos en el momento del accidente, previamente, era un movimiento

uniformemente rectilíneo acelerado, debido a que los dos iban en diferentes direcciones y sentido y colisionan los dos sin disminuir la velocidad al cruzar la intersección.”

En la respuesta anterior, los estudiantes elaboran una mayor argumentación debido a que explican con certeza una de las posibles causas que ocasionan la mayoría de los accidentes de tránsito en intersecciones.

Para el grupo 6, la mayoría de respuestas se clasificaron en la categoría dos con 74%, donde se identificaron respuestas como: “El posible movimiento que llevaba es movimiento rectilíneo uniformemente acelerado”, “...Diría que el vehículo claro llevaba MRU y el oscuro MRUA”, “MRUA”, donde si bien se acercan a la respuesta, no especifican o describen las condiciones físicas que generan el mismo, razón por la que se ubican en esta categoría.

En la categoría 1 con 26%, se agruparon las respuestas como: “uno de los carros iba en dirección horizontal y el otro en dirección vertical al primero”, “considero que el movimiento de los vehículos antes del accidente era MRU, movimiento rectilíneo uniforme y a una velocidad constante”, “el posible movimiento que llevaban los dos vehículos era quizás una velocidad fuera de lo normal por uno de los dos vehículos”; respuestas que no coinciden con el objetivo de la pregunta, razón por la cual no entran dentro del rango de respuesta predeterminada para la misma.

En las respuestas anteriores de nuevo se refleja una pobre conceptualización en los elementos cinemáticos involucrados en los momentos previos a una colisión. Esto conduce a que los estudiantes contesten con argumentos que no corresponden a lo que en realidad se está preguntando.

En esta primera pregunta se identifica como los estudiantes perciben el movimiento de varias formas, pero la mayoría coincide en que el movimiento rectilíneo uniforme es el más cercano a la trayectoria descrita por los vehículos momentos previos a la colisión, inclusive se llegan a lanzar hipótesis de que alguno de los dos vehículos iba a una mayor velocidad.

Lo anterior muestra que el grupo de estudiantes por ser de un nivel universitario ya poseen conceptualizaciones previas de movimiento, debido a su formación a nivel de educación media en las ciencias naturales específicamente en el área de Física.

PREGUNTA 2. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?

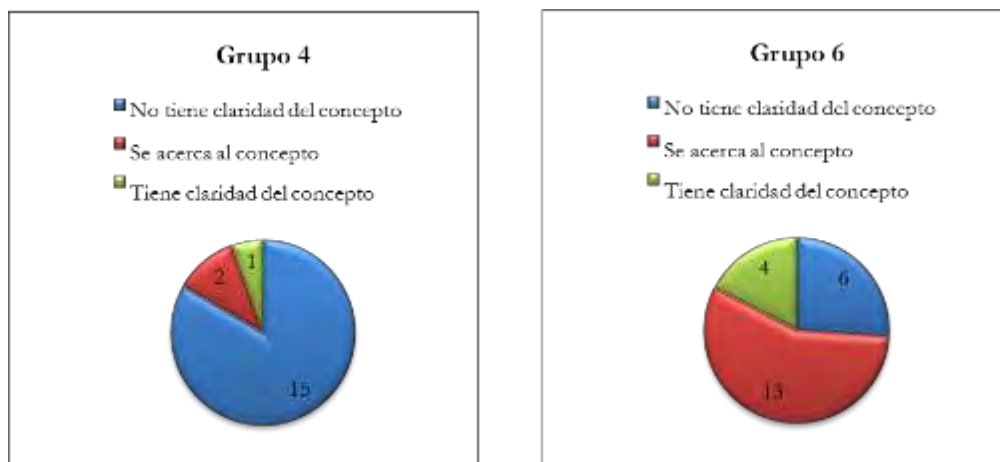


Figura 4.41. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 2.

En el grupo 4 la categoría más predominante fue la uno, con un 83%, encontrando que no tienen claridad en los conceptos. En la categoría dos con 11% se relacionan aquellas respuestas que, si bien nombran algunos de los conceptos a aplicar, se quedan limitadas a la hora de especificar como, por ejemplo: “Velocidad en (km)/ (h), condiciones atmosféricas, óptica, acústica”, “la velocidad que llevaban los vehículos”. Lo anterior significa que los conceptos de la cinemática y dinámica no son de total dominio por parte de los estudiantes, para describir un accidente de tránsito.

Para la categoría tres con 6% se identificaron las respuestas que ampliaban un poco más los conceptos que utilizaría para resolver el cuestionamiento planteado como lo es: “Para investigar el caso, utilizaría conceptos como energía cinética, energía potencial, choques elásticos, choques inelásticos, fricción, movimientos rectilíneos”.

Lo anterior refleja que un 83 % de los estudiantes, desconoce los conceptos cinemáticos y dinámicos que utilizarían para investigar un accidente impulsa una reflexión acerca de cómo se deben conjugar estos principios y fundamentos de la mecánica desde los niveles de la secundaria y así los profesores organizar estrategias que logren una mejor comprensión y significado de los mismos.

El grupo 6, las tres categorías (1,2 y 3) obtuvieron un número casi equivalente de respuestas. En la categoría 1 con 26%, se agrupó respuestas como “Desconozco los conceptos de dinámica y cinemática”, “tocaría conocer los conceptos para ver que intervención sería la correcta”, y aquellas personas que se abstuvieron de contestar la pregunta. En la categoría 2 con 57% se identificó respuestas como: “Fricción, desaceleración”, “Velocidad, fricción, clima, peso de cada uno de los autos”, “lo que yo haría para investigar un accidente, sería primero ver o deducir la velocidad, el tiempo y la dirección de cada vehículo y luego según esto, ahí si ver cuál de los dos vehículos lo ocasionó”.

Para la categoría 3 con 17%, corresponde a respuestas como: “Conceptos que aplicaría: Rapidez, velocidad, aceleración, tiempo, condiciones climáticas”, “Aplicaría conceptos como potencia, trabajo, energía, movimiento rectilíneo, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado”, “conceptos como

velocidad, fricción, fuerza, distancia...”, los estudiantes evidencian confusión de tipo conceptual de los principios físicos apropiados para investigar un accidente de tránsito. Se refleja una confusión entre los conceptos de la cinemática y la dinámica, debido a que los estudiantes no se han apropiado de los fundamentos propios de la mecánica. En algunas respuestas se tiende a referenciar otras condiciones como el clima o el estado de la vía, que desde luego influyen en una colisión pero que son factores asociados a las condiciones de las variables físicas involucradas.

PREGUNTA 3. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta.

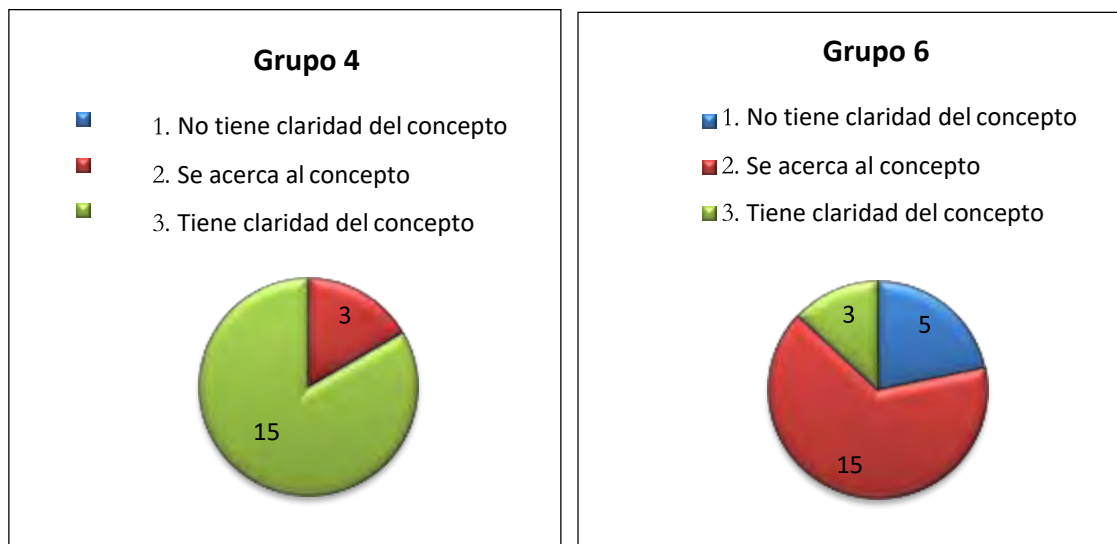


Figura 4.42. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 3.

En la pregunta 3, los participantes del grupo 4, tienen claridad o se acercan al concepto con 83%, es decir establecen la influencia que generan las condiciones de la vía en la ocurrencia de un accidente, dentro de esta categoría se agruparon aquellas respuestas más amplias y que consideraron una mayor cantidad de factores como por ejemplo: “El estado de la vía en el accidente tiene gran influencia, esto debido a que se encontraba nevando lo que genera una capa sobre la vía disminuyendo así la fricción que existe entre los neumáticos del vehículo y la carretera. Por ello, es mucho más difícil al momento de frenar disminuir la velocidad”, “El estado de la vía esta húmedo y liso, no deja que los vehículos frenen al momento ya que las llantas de los carros se deslizarían con facilidad”.

Para la categoría dos con 17%, se tomaron en cuenta aquellas respuestas que consideraron el estado de la vía desde otras perspectivas diferentes a la alteración de la fricción, que era el aspecto principal, por ejemplo: “El estado de la vía influye en cierto modo a la ocurrencia del accidente, debido a la condición climática, puesto que las vías son mucho más peligrosas y no permiten una buena visibilidad debido a la nevada. La intersección de igual manera, si no cuenta con señalización o precaución, representa peligro y pudo ser una de las causas”, “Debido al desgaste que presenta la vía no ayudo en el momento de frenar los vehículos”, “La vía posee algunos huecos y grietas; si no se esquivan pueden dañar la resistencia del auto, además en ellas se estanca el agua, lo que dificulta frenar; porque el material con el cual están hechas las llantas patina al contacto con el agua”.

En estas respuestas se puede evidenciar como los estudiantes identifican los tres principales factores asociados a un accidente de tránsito como lo son la vía, el vehículo y condiciones humanas, particularmente responden más inclinados hacia el estado de la vía y condiciones del clima.

En el grupo 6, los estudiantes contestaron en un 65%, por ejemplo: “tiene que ver mucho, ya que si esta se encuentra en mal estado, grietas, huecos grandes, estos pueden generar que el conductor pierda el control del vehículo y para este accidente se aclara que había nevado, lo que implica carreteras húmedas y alteración en la visibilidad del conductor por dicho fenómeno climático”, “el estado de la vía tiene gran influencia, ya que los frenos o la velocidad del vehículo no es la misma si la vía esta con lluvia, seca o con nevada; el tiempo de reacción es diferente”.

Las respuestas, si bien incluyen y consideran aspectos muy importantes de la influencia del estado de la vía, desconocen uno primordial como es la explicación física que esto tiene desde la fricción.

En la categoría 1 con 21%, se tomaron respuestas como: “el estado de la vía tiene mucha influencia ya que hace falta semáforos, avisos”, “factor clima, según la masa del vehículo necesita un tiempo “t” y una distancia “x” para frenar, además del desgaste de las llantas del vehículo”, “primero que no mantienen las vías en perfecto estado y esto conlleva a que surjan los accidentes de tránsito, segundo colocar señalizaciones o semáforos para que esto no pase”, las respuestas no se tratan como incorrectas porque estas muestran un punto de vista diferente, sin embargo el objetivo de la pregunta estaba enfocado hacia el análisis físico propiamente dicho de las condiciones climáticas.

Otras respuestas como: “En las fotografías se ve un buen estado de la vía, no obstante, la nevada atípica que cayo pudo afectar seriamente el coeficiente de fricción de los neumáticos con respecto al suelo”, “demasiado ya que la visibilidad de los conductores se reduce y la fricción del carro con el asfalto es mínima como para detener el automóvil al instante”, “como comenzó a nevar el piso tenía menos fricción con las llantas luego al detener las llantas, estas resbalan y el carro continua con su impulso”, clasificadas en la categoría 3 con 14%, evidencian que los estudiantes manejan el concepto de fricción que se ve involucrado en este caso aunque existen algunas dudas como se manifiesta con respecto a la forma en la que se ejerce dicha fricción. En esta pregunta se encuentra que la mayoría de estudiantes reconoce la importancia del estado de la vía, entienden el fenómeno de la fricción, pero no tienen claridad en como efectivamente actúa este en la dinámica del accidente que se ha planteado.

PREGUNTA 4. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía, Sí_No_Justifica tu respuesta.

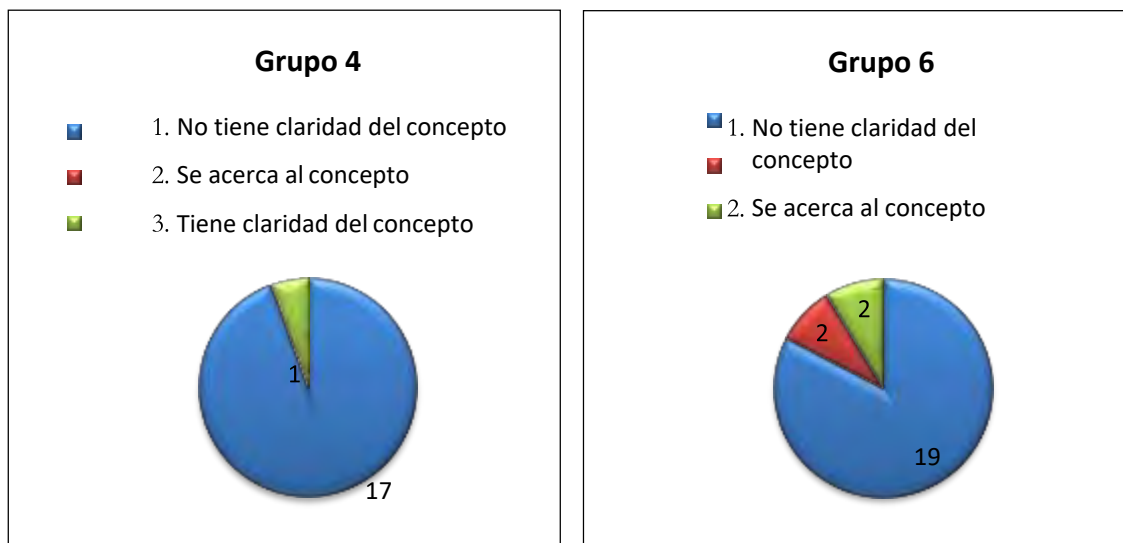


Figura 4.43. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 4.

Para el grupo 4, en la pregunta 4 cuyo fin era asociar los daños que se producen en los vehículos como producto de la colisión a una transferencia de energía que se puede evidenciar en los daños mismos o en las lesiones a los ocupantes. La mayoría de las respuestas, se clasificaron en la categoría uno con 94%, debido a que la energía a la que se refieren para el caso es a la necesaria para el funcionamiento del vehículo y por tanto no guarda relación con el cuestionamiento planteado. Algunas de estas respuestas son “Sí, el motor del carro tiene ciertas energías que permiten su movimiento, cada vehículo tiene su energía hasta el impacto entre ellos”, “Sí, tienen que ver con la energía, puesto que son dos masas las cuales se encontraban en movimiento y están estrechamente relacionadas $E = m \cdot c^2$ ”, además dentro de esta categoría se encontró un gran número de personas que no respondieron a la pregunta.

Dentro de la categoría tres con 6%, se colocaron las respuestas que hacían parte del objetivo de la pregunta, como, por ejemplo: “Definitivamente tiene que ver con energía, considero que toda la energía cinética que tenía el coche fue trasformada en potencial y de ahí se ocasionaron los daños en el vehículo rojo”.

Para el grupo 6 en la categoría 1, con 82% se obtuvo la mayor cantidad de respuestas, encontrando algunas como: “considero que sí, energía cinética como de combustión generada por el motor del vehículo”, “si tienen que ver con le energía, porque el motor del auto está realizando un trabajo y se pudo presentar un caso de exceso de velocidad o alguna otra falla mecánica”, “No sé, tendría que averiguar qué se entiende por energía”, las respuestas no se relacionan con el objetivo de la pregunta, teniendo en cuenta que se pregunta por los daños en los vehículos.

Para la categoría 3 con 9%, se encontraron algunas respuestas como: “ya que los vehículos van en movimiento entonces ganan energía por lo que al impactarse también se impactan dichas energías”, “si tiene que ver; según la cantidad de energía en la colisión los daños son el momentum acumulado, a mayor momentum mayor daño”, las cuales coinciden en gran parte con el concepto al que se hace referencia con la pregunta que muestra que los daños que se evidencian en los vehículos, son producto de la transferencia de energía.

En la categoría 2 con 9%, se incluyeron respuestas como, por ejemplo: “los daños ocasionados en los vehículos, producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía ya que un objeto interactúa con otro, produciendo una cierta presión lo que genera daños”, “dos cuerpos al golpear inesperadamente producen una “fuerza o energía” que afecta a uno de los dos o a los dos”. Las respuestas evidencian claramente que presentan una idea de lo que puede significar la energía en los daños ocasionados, no obstante, no llegan a la idea más acertada de la explicación física a este fenómeno.

En esta pregunta se encuentra una confusión entre los conceptos de trabajo y energía, a pesar de que son físicamente semejantes en el contexto de la colisión se confunden con otros como el de presión. De igual manera, no hay claridad en el fenómeno de transferencia de energía y se cree que esta solo sucede por el contacto o daños materiales, y como es conocido esta se transfiere también como una onda que finalmente afecta de igual manera a las personas que se encuentran dentro de los vehículos.

PREGUNTA 5. Explica físicamente como frena un vehículo.

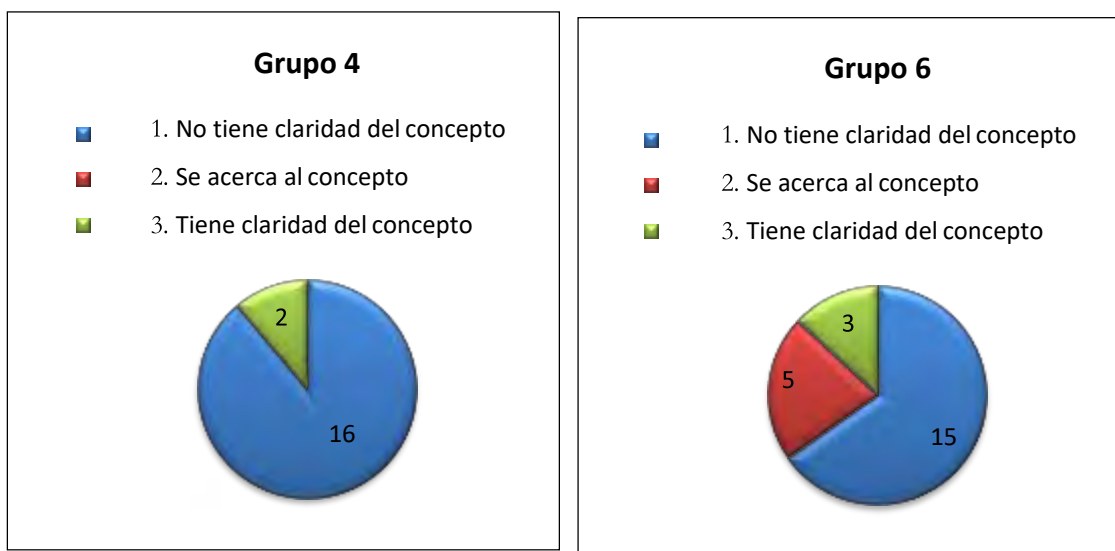


Figura 4.44. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 5.

Para el grupo 4, la categoría uno con 88%, fue la más puntuada, para esta pregunta, con respuestas como: “Hala una palanca, que va disminuyendo la velocidad del motor, cuando este no impulsa el movimiento de las ruedas se detiene”, “Ejerciendo presión sobre un objeto (pedal) y este con un fluido conductor” respuestas que no van más allá del acto que se realiza exteriormente al accionar el freno.

Para la categoría tres con 12%, se encontraron respuestas como: “un vehículo posee 3 pedales; uno para el closh (sic), otro para acelerar y el ultimo para frenar; este último al ser accionado por una fuerza externa lo que hace es accionar dos pinzas que sujetan el disco al cual va conectada la rueda del auto. De esta forma se aplica la segunda ley de Newton” o “No estoy seguro, pero imagino que mediante un aumento en la fricción con respecto a las ruedas o ejerciendo una fuerza opuesta a la de su movimiento”, son respuestas que tratan de dar la mayor explicación desde la física a los fenómenos durante el frenado de un vehículo.

Para el grupo 6, en la categoría 1 con 65%, encontramos respuestas que no dan solución al cuestionamiento planteado, debido a que se desvían del tema o no se interpreta la pregunta, ya que claramente especifica que se debe hacer énfasis en la explicación física del fenómeno de frenado de un vehículo por ejemplo: “cuando un vehículo frena se desplaza a una distancia corta pero con gran rapidez, esto es lo que ocasiona que al frenar dos autos que se interceptan en un punto, el impacto sea mayor”, “en el automóvil se encuentra el acelerador y el freno de pie o mano y cuando este va a frenar, lo hace por reacción a algo, ya sea por detenerse a esperar cambio de semáforo o por esta algún accidente, acción-reacción”, “el vehículo tiene una distancia “x” de frenado la cual ocasiono que este se desplace de un lado a otro sin que el conductor tenga algún control del mismo, de manera brusca según la velocidad generada”. Las respuestas, muestran que no tienen claros los conceptos Físicos de la frenada de un vehículo.

A la categoría 2 con 21%, corresponden respuestas como: “el vehículo posee una velocidad inicial antes de frenar, cuando frena se produce una desaceleración la cual en determinado tiempo lleva al vehículo a una velocidad de 0”, “cuando el vehículo va en movimiento las ruedas que con un cilindro llevan cada una un sistema que al ser accionado presione la rueda haciendo que esta pierda velocidad”, “en un estado MRUA interrumpe la aceleración, al accionar los frenos, genera un “roce” entre las llantas del carro y la superficie sobre la cual, a mayor “roce” mayor la disminución de su desplazamiento, hasta quedar por ultimo totalmente estático en un punto determinado”; las respuestas, permiten establecer que los estudiantes poseen algún tipo de conocimiento reducido de la forma como frenan los vehículos mecánicamente, razón por la cual se dificulta explicarlo de manera física, sin embargo tiene una idea que se desarrolla entorno a algunos conceptos que poseen.

En la categoría 3 con 14%, se agrupo respuestas como por ejemplo: “El vehículo frena gracias a la fricción que se genera entre las bandas y un disco que permiten que el vehículo disminuya su velocidad, o se puede ver como la fricción que genera el vehículo (sus llantas) con la carretera, la cual entre más dura (asfalto) se producirá mayor fricción”, “el vehículo va a una velocidad constante, en el momento en que el conductor presiona el freno; unas pastillas hacen presión sobre las ruedas, lo que ocasiona que estas vayan perdiendo rapidez, entre más tiempo se demore presionando el freno más tiempo tardan las llantas en perder rapidez y así mismo el vehículo en bajar la velocidad hasta llegar a una velocidad de reposo”. Las respuestas describen correctamente el fenómeno de frenado en términos físicos según lo planteado.

En esta pregunta los estudiantes intentan describir cómo frena el vehículo, pero lo hacen de alguna forma pensando en el proceso mecánico y no tanto en la parte física, generalmente se tiende a pensar así, sin embargo, un pequeño grupo si asocia la frenada del vehículo con aspectos físicos y analiza el proceso de desaceleración producido por el bloqueo de las llantas.

Respecto a la pregunta 6, para el grupo 4, en la categoría uno se agruparon las respuestas como: “Primero revisar el semáforo y esperar que los vehículos estén quietos o no estén en movimiento”, que demuestran acciones y no consideran los conceptos de mecánica que se aplicarían como se pide en el enunciado, también se clasificaron en esta categoría aquellas sin responder.

PREGUNTA 6. ¿Cuándo caminas por la calle y vas a cruzar la vía qué conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?

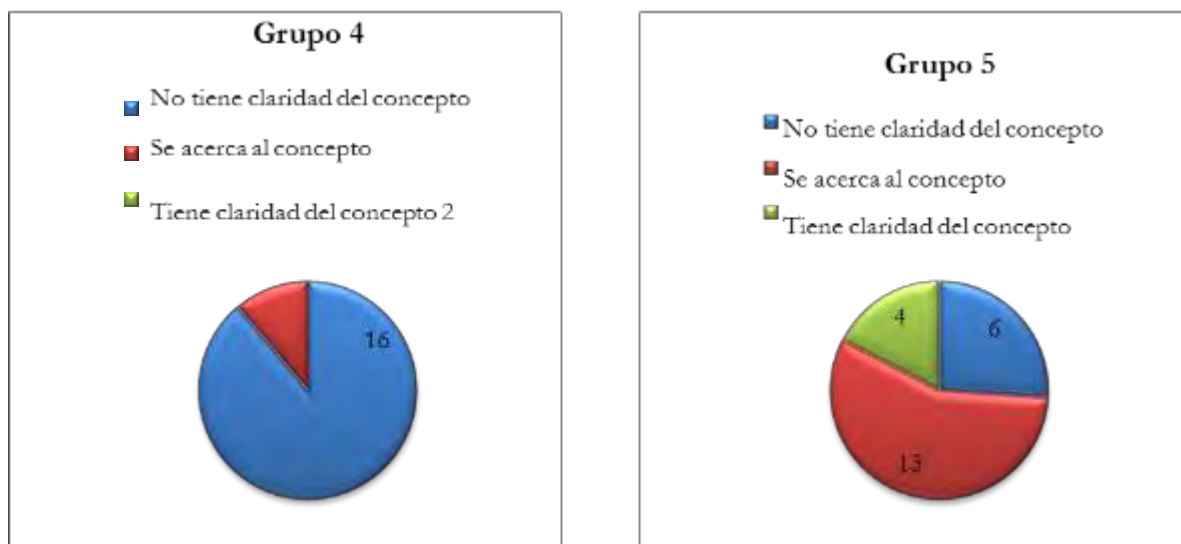


Figura 4.45. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 6.

Para el grupo 4 la categoría uno con 88%, los participantes dieron respuestas, como: “observar la velocidad y la distancia en la que se encuentran vehículos motorizados”, “la velocidad con la que voy a atravesar la calle, la distancia a la que viene un vehículo”, evidencian que los estudiantes consideran algunos de los conocimientos básicos de la física para explicar cómo cruzar la vía de forma segura, sin embargo las respuestas no van más allá de conceptos elementales que se utilizan en la mecánica y resaltando el factor velocidad como el más nombrado por los estudiantes en sus respuestas. La categoría 2 con 12 % los estudiantes se acercaron al concepto.

Para el grupo 6, en la categoría 2 con 56%, se agruparon las respuestas como: “al cruzar la calle miro la velocidad con que pueden venir los vehículos y cuánto tiempo se demoraran en pasar según su velocidad”, “Primero el comportamiento de los vehículos que se encuentran en tránsito, mejor dicho el comportamiento de la velocidad del auto”; estas respuestas, muestran que los estudiantes hacen referencia al protocolo al cruzar la calle como pasa en la mayoría de respuestas para el caso de esta categoría utilizan algunos conceptos físicos para sustentar la descripción. Para la categoría 1 con 26%, los encuestados emplearon respuestas como: “utilizaría conceptos de la mecánica como distancia, tiempo, aceleración”, “camino más rápido cuando paso la calle”. De manera que no se da respuesta a la pregunta en algunos casos por desviación del tema o por que los conceptos empleados son mínimos.

En la categoría 3 con 18%, están las respuestas que involucran, tanto el protocolo como los conceptos y la manera en cómo los utilizarían, razón por la cual se clasificaron en esta categoría respuestas

como: “distancia y velocidad al que viene el auto, distancia que tengo que cruzar y la rapidez con la que lo voy a hacer”, “Al cruzar la calle calculo que los autos estén a una distancia considerable, es decir, que el tiempo que ellos gasten en llegar hasta donde estoy, sea mayor al que yo empleo al cruzar la vía, así cruzare la calle de manera segura”. Para esta respuesta el grupo de estudiantes intenta tomar percepción de la vía pero lo hace de una manera muy general, intentando solo describir lo que hacen los vehículos en sus desplazamientos, muchas veces lanzan juicios de la posible velocidad para poder cruzar la calle de forma de segura, y en general consideran que la velocidad, el tiempo y la aceleración serían suficientes para transitar en el cruce, pero no se comprende que el peatón también hace parte de ese proceso y que por ende las condiciones físicas estarían también inmersas en este proceso.

PREGUNTA 7. ¿Qué medidas tendrías que tomar en el lugar para analizar el accidente?

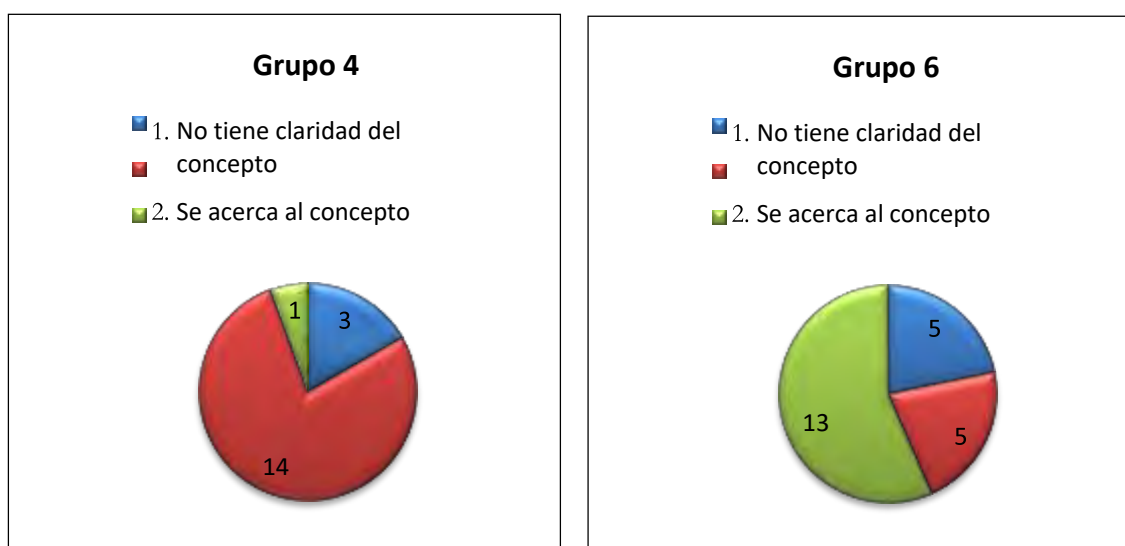


Figura 4.46. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 7.

Para el grupo 4 en la pregunta 7, es posible analizar que en la categoría dos con 77%, se agrupó la mayoría de respuestas, tales como: “la velocidad que traía cada vehículo, el clima, el tiempo, sentido, dirección”, “distancia a la que quedaron separados los autos, distancia que se arrastraron los autos”, “Como medidas empezaría por inspeccionar la ubicación y daños que tuvieron los vehículos, no permitiría que las personas de la zona se acerquen al hecho con el fin de evitar que puedan alterar el accidente”, en las cuales se evidencia que la mayoría de los encuestados consideraron el protocolo que se debería tomar para investigar el accidente, antes que las medidas que se deberían tomar para analizarlo, sin embargo nombran algunas de las medidas a considerar en su mayoría distancias.

En la categoría uno con 16%, se clasificó un número importante de las respuestas, bien sea porque no coinciden con lo que se está preguntando o porque no hubo respuesta. Dentro de estas se encontraron algunas como “(km/h), (m), (s)”, “primero revisar si fue daño en el vehículo o descuido del conductor”. Para la categoría tres con 7%, se ubicaron las respuestas: “Si quedaron marcas desde el punto que frenaron los vehículos, tomar medidas después del choque como a que distancia quedaron estos mismos”,

respuestas que toman en cuenta, dos de las principales medidas que se deben tomar en el momento, para el análisis del accidente: la huella de frenado y las distancias entre el inicio y final de la colisión.

Para el grupo 6, en la categoría 3 con 56%, se consideraron respuestas que tuvieran los elementos más cercanos a aquellos propuestos en la respuesta estándar a la pregunta, para lo cual se seleccionaron algunas como por ejemplo: “distancia de un auto a otro, diámetro y profundidad que tienen las abolladuras”, “medidas como distancia de los carros, uno al otro; que tan grande fue el golpe y en qué lugar de cada uno de los carros, las marcas de la llanta en el pavimento, si estaba en su “carril”, el semáforo”

En la categoría 2 con 22%, se consideraron respuestas como: “las velocidades de cada vehículo antes de la colisión, las condiciones de la carretera, la desaceleración de cada vehículo, la dirección de cada auto”; estas respuestas muestran que, si bien los estudiantes tienen conocimiento de algunas de las medidas utilizadas, se quedan con la básica que es la velocidad y no consideran otros elementos.

Para la categoría 1 con 22%, las respuestas confunden medidas con el protocolo de la atención del accidente, razón por la que las respuestas no concuerdan con el objetivo de la pregunta planteada. Algunas de estas son: “cerrar la cuadra o calle donde ocurrió el accidente, verificar si hay cámaras en el sitio para tener una versión más clara de lo que ocurrió, hablaría con cada uno de los conductores para saber su versión de los hechos y además lo haría también con transeúntes que iban por la vía en ese momento”, “desde la colisión; cinta de seguridad y señales viales, fotos, muestras de los restos generados, estado de la vía, modelo de cada uno de los autos”. En esta respuesta hay una confusión entre las medidas y el protocolo de atención del accidente, pero un grupo de estudiantes intenta establecer las condiciones físicas necesarias para analizar el accidente de tránsito entre estas están el establecer las distancias entre los vehículos o las huellas de frenado en la vía etc.

Respecto a la pregunta 8, para el grupo 4, es importante resaltar que el objetivo de ésta pregunta era asociar la velocidad de los vehículos con factores que permiten determinarla, como la huella de frenado, el coeficiente de fricción, la aceleración de la gravedad, los daños en los vehículos y las distancias antes de la colisión. Para tal efecto, se organizaron las respuestas en las diferentes categorías. En la categoría dos se encuentran respuestas como: “A partir de los daños ocasionados en los vehículos”, “se podría determinar a través de la medición del arrastre que dejaron en la calle”; que se acercan al objetivo. Sin embargo, dejan de lado conceptos importantes como la longitud de las huellas de frenado antes del punto de impacto, el estado de la vía, entre otros factores.

PREGUNTA 8. ¿A partir de qué determinarías la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión?

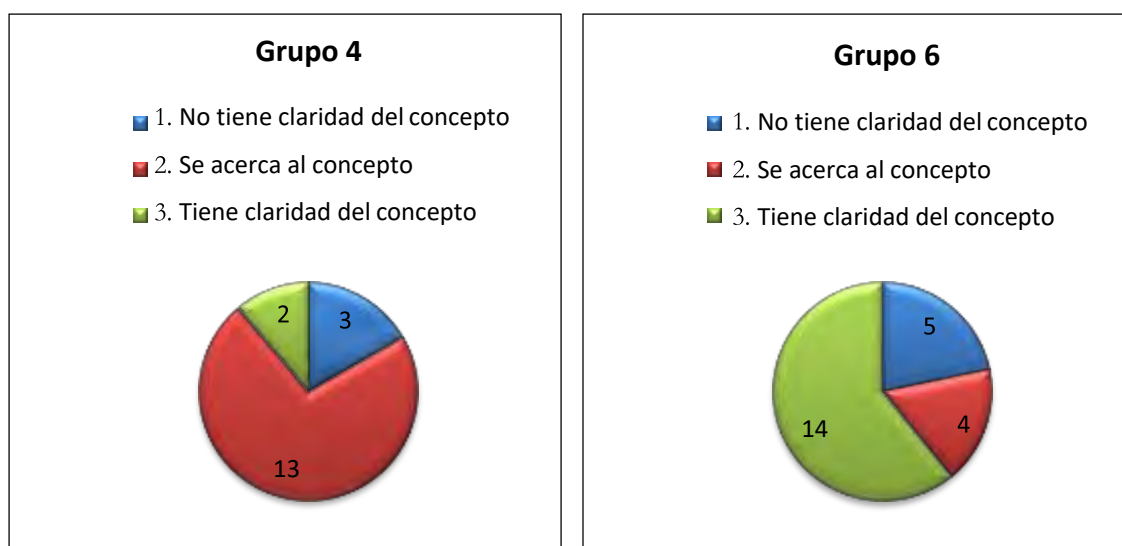


Figura 4.47. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 8.

Para el grupo 4 en la categoría dos con 72%, se agruparon las respuestas: como “a partir de la caja y en las llantas se observa, que tanto se frenó”, donde no se especifica qué medidas hay que tomar en el lugar del accidente, si no parte del procedimiento. Para la categoría tres con 12%, se colocaron respuestas donde involucran varias de las medidas colocadas en la respuesta predetermina para la pregunta como, por ejemplo: “se podría determinar la velocidad observando las marcas que deja en la vía la llanta al momento de frenar, midiendo la longitud de esa huella o marca”, “huellas de frenado, la distancia a la cual quedo del otro auto”. Para la categoría uno con el 16 % los estudiantes no tuvieron claridad conceptual para responder a la pregunta planteada.

Para el grupo 6, en la categoría 3 con 60%, se clasificaron aquellas respuestas que incluyeron o hacen alusión a los términos más importantes que resuelven la pregunta, entre ellos la huella de frenado por ejemplo: “se podría determinar tomando la medida del frenado ya que si la velocidad era alta el frenado sería más seco y marcaría el piso, también habría que mirar el desgaste de las llantas del vehículo”, “A partir de las marcas que se hallan en la vía y de la magnitud del golpe, teniendo en cuenta que estas características pueden ayudar a establecer la velocidad en la que iba cada auto”.

Para la categoría 1 con 21%, se identificaron respuestas con un contenido mínimo o aquellas a las que no se dio ninguna respuesta. Ejemplo de estas son: “aceleración, dirección”, “no sabría decirlo”.

En la categoría 2 con 19%, se agrupó aquellas respuestas que, si bien tomaron algunos de los elementos necesarios, no nombran alguno de los aspectos principales que se han establecido previamente, por ejemplo: “a partir de la distancia, tiempo, quizás algún elemento del motor”, “deduciría la velocidad que llevaba el vehículo antes del accidente según el golpe o los daños que ocasione contra el otro vehículo dependiendo de su dirección”. En esta respuesta existe mayor grado de certeza en las

condiciones físicas para establecer la velocidad de los vehículos antes de la colisión, siendo la más conocida el cálculo a través de la huella de frenado.

PREGUNTA 9. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tiene los accidentes de tráfico?

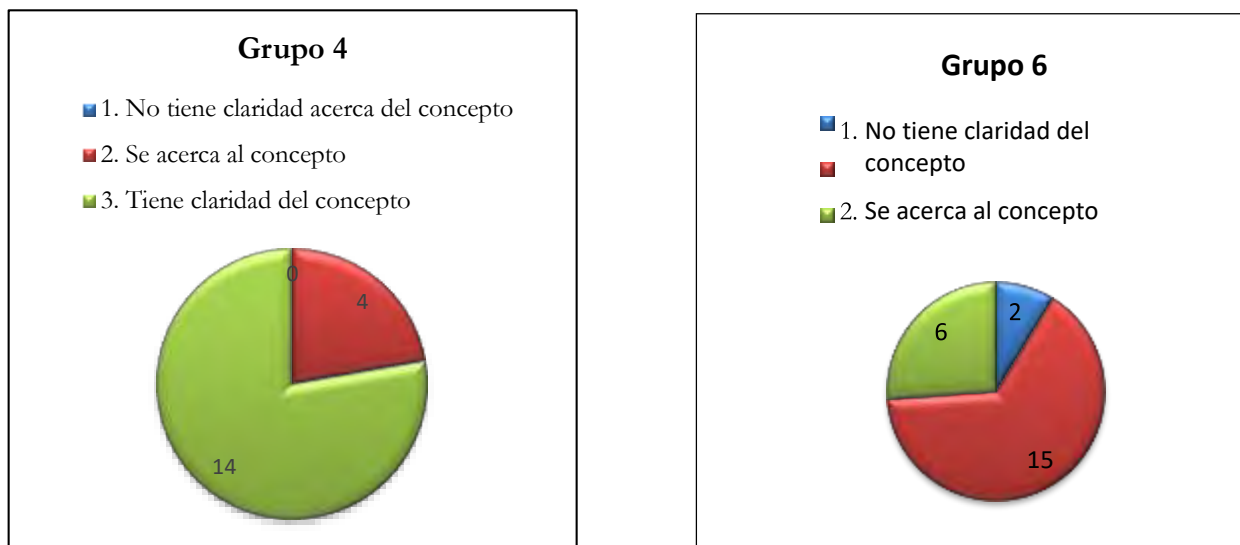


Figura 4.48. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 9.

Para el grupo 4 en la pregunta 9, la mayoría de los encuestados, tiene claro cuáles son las consecuencias tanto sociales como económicas que acarrea la ocurrencia de un accidente de tránsito. De la misma manera, la otra mitad considera otras consecuencias que, si bien no son las más relevantes, también se acercan a la categoría tres. Para la categoría 3 con 77%, se consideraron respuestas como: “Innumerables pérdidas de vidas humana y daños materiales millonarios; no solo por lo que ocurre en el accidente, sino por la investigación que hay que realizar”, “sociales en cuanto a la generación de conflictos, la vulneración de la vida, muertes y económicos, como la reparación del coche, el pago de seguros, etc.”.

Lo anterior incluye las dos consecuencias más importantes socialmente: la pérdida de vidas humanas y económicamente los gastos en los que se debe incurrir por parte del estado, las aseguradoras entre otros. Para la categoría dos con 23%, se agruparon las respuestas: “como consecuencia de estos accidentes, socialmente se generan conflictos, que en algunos casos pasan a casos mayores y económicamente genera pérdidas en bienes materiales tanto públicos como privados. Lo anteriormente descrito para la pregunta 9, puede evidenciarse en la gráfica 4.49.

Para el grupo 6 en la categoría 2 con 65%, están las respuestas como: “Tiene muchas consecuencias sociales y económicas, como lo son el daño de los espacios o el entorno donde se encuentran las personas, generan un gasto adicional no planeado por los afectados, retrasan las actividades cotidianas a las demás personas, generan daños psicológicos o físicos a las personas afectadas”, “inseguridad para los peatones, autos y materiales puesto que terminan afectados y

necesariamente tendrán que ser reparados, en los sociales genera conflictos, disgustos rivalidades”; las respuestas identifican algunas de las problemáticas que se pueden presentar, no obstante existen otras de mayor gravedad que no fueron nombradas.

En la categoría 3 con 26%, se clasificaron dentro de esta categoría respuestas como: “consecuencias sociales: pérdida de vidas, heridas. Económicas: arreglo de los autos, pago de infracciones”, “Un accidente de tránsito puede acarrear daños físicos a las personas que conducen o van dentro del automóvil y también puede acarrear daños económicos ya que según el que haya cometido el accidente tendrá que cubrir los gastos del otro automóvil y demás involucrados” las cuales evidencian las consecuencias más relevantes como son de tipo social la pérdida de vidas humanas y de tipo económico el pago de infracciones, seguros y reparaciones.

Para la categoría 1 con 9%, respuestas como: “mal estado de las vías, falta de señalización, imprudencia del conductor”, “estrés por el tiempo de desplazamiento, gasto de combustible de cada uno de los automóviles, insultos y alteraciones contra los agentes de tránsito y los investigadores, “el factor chisme”; son respuestas que se alejan de objetivo de la pregunta, donde no se ve un análisis en ninguno de los aspectos mencionados (social y económico).

En esta respuesta los estudiantes tienen una fuerte conciencia de las consecuencias económicas y sociales asociadas a los accidentes y reconocen la multiplicidad de factores que se generan en un accidente.

PREGUNTA 10. Como futuro profesor de física ¿para qué utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación secundaria?

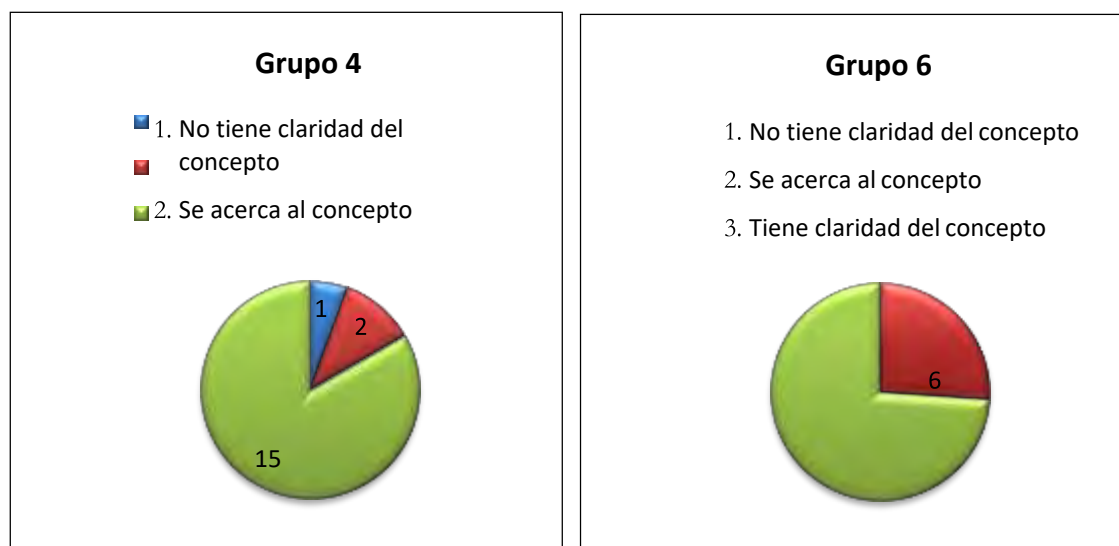


Figura 4.49. Resultados pre-test de conceptos, pregunta 10.

Respecto a la pregunta 10, para el grupo 4 para la categoría tres con 83%, se encontró que los estudiantes, consideran que el uso de estos casos es de gran relevancia, ya que permite contextualizar lo aprendido en el aula en casos cotidianos y llamativos. Los estudiantes lo corroboran en respuestas como:

“Sí, porque es un caso real, así es más fácil asociar conceptos a la vida diaria y los estudiantes utilizan conceptos propios de la física mecánica”, “Lo utilizaría para la explicación de fenómenos mecánicos, cinemáticos y de la dinámica; aplicándolos a un contexto más real que facilitaría el aprendizaje del estudiante”. Así pues, la mayoría, tiene claridad en el concepto.

Otro grupo de estudiantes dedujeron su respuesta a partir de la enseñanza de un concepto en particular, o a un grupo de conceptos, sin describir la forma en la que utilizarían. La estrategia por lo cual, fueron clasificadas sus respuestas dentro de la categoría dos con 11%, respuestas como: “Lo utilizaría para enseñar los movimientos de las cosas y también para prevención y tener cuidado al manejar”, “El movimiento, aceleración, fricción, fuerza, energía, sentido, dirección”, hacen parte de esta categoría. Para la categoría uno con 6%, se agrupó aquellos participantes que no dieron respuesta a la cuestión planteada.

Para el grupo 6 en la pregunta 10 solo se presentaron dos categorías donde se evidenció en la mayoría de casos, la claridad del concepto y en otros casos conceptos muy cercanos a los primeros.

Dentro de la categoría 3 con 73%, se clasificaron respuestas como: “como profesor de física utilizaría este caso para explicar a mis estudiantes el movimiento de los cuerpos, su aceleración y también para que vean que es necesario respetar las normas de tránsito, esto ayudara a que siempre estemos seguros al salir a la calle”, “para que mis alumnos se interesen aún más por la física y observen que no solo se aplican formulas, si no que en la vida cotidiana también se puede aplicar”, “para generar conciencia y ver la física aplicada en todo lo que hacemos y el impacto que genera; exceder los límites de velocidad permitidos genera destrozos a corto y largo plazo”; estas respuestas que no solo consideraron el caos como una oportunidad de enseñar y contextualizar la física sino también de involucrar otros temas como la cultura ciudadana.

Para la categoría 2 con 27%, se identificaron aquellas repuestas con los mismos elementos anteriores pero que se encuentran incompletas respecto a las clasificadas en la anterior categoría, por ejemplo: “del movimiento de un cuerpo a una velocidad al reposo”, “se utilizaría para concientizar a los estudiantes comprendiendo velocidad, como a qué hora frenar...”, “para enseñar, desplazamiento de los cuerpos, velocidades, aceleraciones, disminución de marcha, colisiones impactos de dos o más cuerpos”.

En la anterior respuesta se reconoce la importancia que podría tener el uso de la situación física planteada como una manera de acercar a los futuros maestros a enseñar conceptos y relaciones de la física en la vida cotidiana.

A nivel conceptual tanto el grupo 4 como el grupo 6 presentan en algunas preguntas bastantes dificultades y confusiones en conceptos propios de la mecánica, intentan describir con ejemplos y situaciones que suceden en la vida cotidiana, pero en general la conceptualización de los dos grupos no es la más adecuada.

Capítulo V

Presentación y Discusión de Resultados de la Intervención

La intervención se llevó a cabo aplicando las actividades de la secuencia didáctica con dos grupos:

1. Grupo 4: formado por los estudiantes del curso de mecánica de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
2. Grupo 6: formado por los estudiantes del curso de mecánica de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

5.1. Comparación de resultados de la intervención entre los dos grupos

Como se explicó en los aspectos metodológicos, luego de la codificación se utilizó la herramienta de redes semánticas del programa Atlas ti, que fueron construidas a partir de las respuestas escritas de los estudiantes en cada una de las guías, lo cual permitió graficar las relaciones encontradas entre los datos, cada etiqueta además del código contiene dos números dentro de un corchete separados por un guion, el primero indica el número de citas (respuestas) asociadas a ese código y el segundo el número de códigos con los que se encuentra relacionado. Ejemplo: El código Vectores {4-1} tiene 4 citas (respuestas) que lo relacionan y 1 relación con otro código: Aplicación de conocimientos de la Física. Es así como el programa asigna un color específico por densidad y fundamentación, es decir, teniendo en cuenta que la gama de verdes en la mayoría de casos está asociada a códigos con menor cantidad de relaciones y otros como grises, rosados, azules, entre otros dependiendo de la red, a códigos con una mayor cantidad de citas asociadas.

A continuación, se presentan cada uno de los tópicos trabajados en la secuencia didáctica.

5.1.1 La importancia de los sistemas de referencia.

Los sistemas de referencia son esenciales para la resolución de problemas de la física y para aplicaciones en problemas de la mecánica que necesitan tener de presente el sistema bajo el cual se está analizando una colisión, un ejemplo es el uso de los sistemas de referencia en el diseño de curvas horizontales en carreteras con y sin peralte, realizado por Godoy (2016, p. 46), en este caso el sistema de referencia inercial, evita el uso de fuerzas centrífugas que físicamente no corresponde a fuerzas producto de interacciones físicas. En este apartado se planteó la siguiente misión:

Misión 0. Reconocer las aplicaciones de la mecánica en situaciones propias de la vida cotidiana.

En la pregunta 1 se propone que los estudiantes indiquen ejemplos de la vida cotidiana, donde en los cuales se aplique la mecánica. Al respecto se resaltaron ejemplos desde el uso de herramientas, los movimientos del cuerpo humano, hasta la manipulación de diversos objetos.

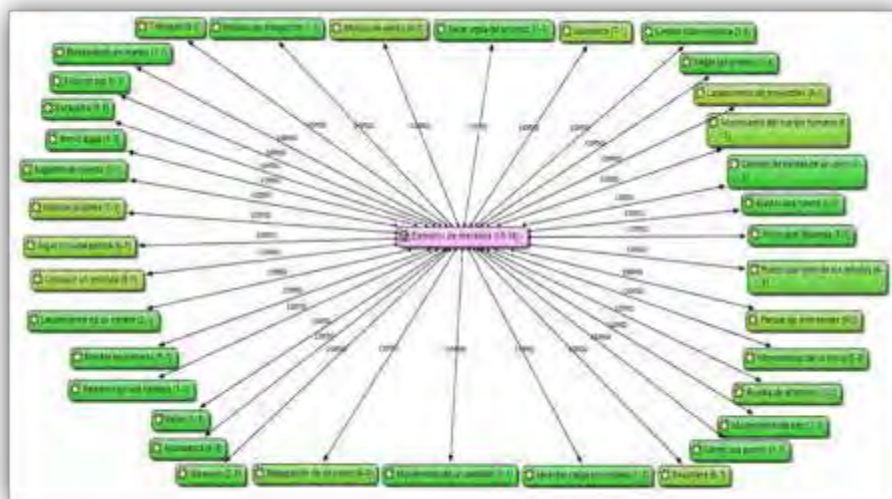


Figura 5.1. Red semántica grupo 4. Ejemplos de la vida cotidiana donde se aplica la mecánica.

Como se evidencia en la representación gráfica, los estudiantes del grupo 4, consideran a la física como una ciencia aplicada a los diferentes eventos de la vida, su descripción se hace de manera acertada puesto que logran asociar una gran cantidad de ejemplos de su alrededor donde involucran la mecánica. Al respecto Rojo (2012, p. 95) en su libro el azar en la vida cotidiana muestra como todos los fenómenos que a diario experimentamos tienen relación con situaciones que desde la física podemos explicar y entender.

De acuerdo al gráfico 5.1 que representa las respuestas de los estudiantes de licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNEA) y el gráfico 5.2 a los estudiantes de licenciatura en matemáticas, se puede evidenciar que los estudiantes de (LCNEA) manifiestan mayor cantidad de ejemplos donde se asocia la vida cotidiana con la mecánica, en comparación con los de matemáticas que lo hacen con menos ejemplos.



Figura 5.2. Red semántica grupo 6. Ejemplos de la vida cotidiana donde se aplica la mecánica.

A partir de las gráficas anteriores, se infiere que los estudiantes relacionan elementos comunes con mecánica, siendo el más significativo el péndulo, según Solas & Sanjosé (1996, p. 98), este ejemplo posibilita un acercamiento a la construcción del paradigma Newtoniano, además de permitir un acercamiento al desarrollo histórico de la mecánica clásica y contrastar con otros movimientos como el rotacional, si bien es cierto puede ser el ejemplo clásico de la educación media, se debe tener en cuenta que son menos los que lo relacionan la mecánica con actividades más cercanas a su realidad, es de rescatar también la relación con ejemplos biológicos, que pueden a posteriori sugerir la necesidad de una propuesta interdisciplinaria en la enseñanza un desafío que plantea Carvajal (2010, p. 31); ya que es común que se aborden las ciencias como disciplinas separadas y fragmentadas desconociendo que tienen como apunte transversal su método, y en algunos casos objetos de estudio que serían imposibles de analizar desde un solo punto de vista.

Misión 1. Identificar aspectos básicos de la mecánica y el movimiento.

En esta misión, la primera pregunta cuestiona si al observar la fotografía de un bus se podría determinar si, el bus está en movimiento o reposo, para lo cual se tienen en cuenta varios aspectos como el sistema de referencia, detalles de la imagen, la observación del ambiente y contexto de la foto entre otros, destacando que las respuestas son diversas dependiendo el punto de vista del observador.

Se puede identificar que los estudiantes del grupo 4, identifican el sistema de referencia bajo el cual abordarían el problema físico. Esto es importante toda vez que ubicarse en el correcto sistema de referencia permitirá desarrollar la situación física de la mejor manera, dentro de las que cabe señalar los sistemas de referencia, se puede además asociar con otros conceptos, tales como el método científico, la ubicación geoespacial, los sistemas de coordenadas (Bravo, 2000, p. 21). Es decir, el sistema de referencia permite determinar el lugar desde donde se analizará la situación física.

Según la figura 5.3, los estudiantes en términos de la mecánica aportan las descripciones físicas del movimiento y sus respectivos sistemas de referencia y señalan las principales variables como lo son la posición la velocidad y la aceleración. Es así como 11 estudiantes consideran la importancia del sistema de referencia y 5 describen conceptos propios de la cinemática. Esto muestra que se logró efectivamente que los participantes analizaran el movimiento y sus descripciones desde los aspectos fundamentales de la mecánica.



Figura 5.3. Red semántica grupo 4. Frente a la actividad: razones respecto al reposo o movimiento de un vehículo.

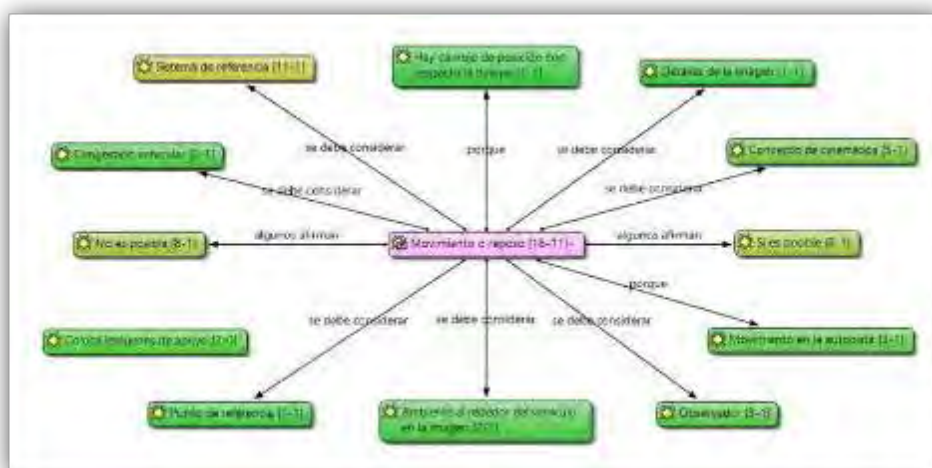


Figura 5.4. Red semántica grupo 6. Frente a la actividad: razones respecto al reposo o movimiento de un vehículo.

Los estudiantes del grupo 6 relacionan los conceptos de reposo o movimiento con los sistemas de referencia principalmente, identifican posibles sistemas de referencia relacionados con la cotidianidad como los movimientos que llevan los vehículos en situaciones como el desplazamiento de un Bus. También señalan la importancia del sistema de referencia.

En comparación, el grupo 4 de Ciencias Naturales determina de mejor manera las características de reposo o movimiento en la situación planteada, al contrario, el grupo 6 de matemáticas lo hace más centrado en el sistema de referencia, pero no en función de las condiciones cinemáticas.

En la fotografía mostrada en la figura 5, se observa a una estudiante de LCNEA, efectuando un análisis de la imagen que relaciona el movimiento o el reposo. En este caso la estudiante reconoce

diferentes características del sistema físico de la fotografía de diferentes automóviles, específicamente lo concerniente al movimiento o reposo, que está totalmente ligado al sistema de referencia en este caso el de un observador lejano. También la estudiante describe de forma correcta las variables cinemáticas de posición, velocidad y aceleración inmersas en la imagen.



Figura 5.5. Estudiante relacionando el concepto con los sistemas de referencia.

En una segunda pregunta se pide explicar lo siguiente ¿Cómo es posible que un pasajero sentado en el bus este en reposo respecto al bus y al mismo tiempo en movimiento respecto a la carretera? Al respecto los participantes del grupo 4 destacaron que esto es posible gracias a que se hace necesario tomar un sistema de referencia, que a su vez se fundamenta en un sistema de coordenadas, polares, cartesianas u otro, esto conlleva a establecer condiciones propias para cada observación o análisis. Se evidenció una correcta apropiación conceptual respecto a los sistemas de referencia y los sistemas de coordenadas en cuanto los mismos ven la consecución teórica especificada en este apartado. A manera de ejemplos los estudiantes respondieron a la situación planteada haciendo dibujos de los vectores de posición, algunos analizando el sistema de referencia y desde ahí cómo depende establecer si el pasajero está en reposo o se está moviendo respecto al Bus.



Figura 5.6. Red semántica grupo 4. Razonamiento entorno a la relación pasajero-movimiento

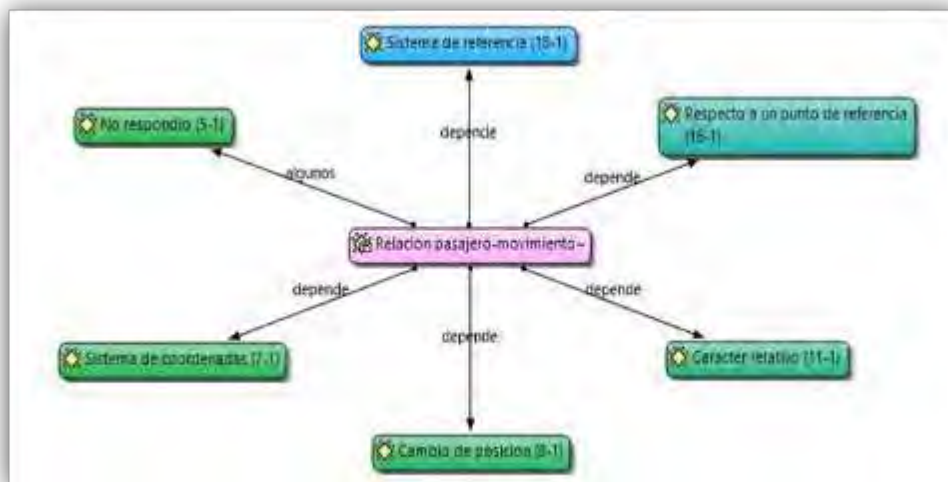


Figura 5.7. Red semántica grupo 6. Razonamiento entorno a la relación pasajero-movimiento

Tal y como se aprecia en las redes semánticas, los grupos 4 y 6 coinciden en algunos conceptos, ejemplo de esto como un punto de referencia tiene que ver con el establecimiento de los conceptos mencionados asociados al sistema de coordenadas, en la mayoría de los dos grupos el punto cero u origen del sistema de coordenadas coincidía con el punto de referencia utilizado para el análisis de la situación, esto conlleva al entendimiento de la ubicación en un determinado espacio (Furones, 2010, p. 56); además de permitir modelizar o establecer unas condiciones específicas del fenómeno físico o para este caso mecánico (Greca & Moreira, 1998, p. 115). Lo anterior destaca que tanto el grupo 4 como el 6 lograron analizar de la mejor forma la situación física planteada.

En esta misma misión, la pregunta 3, se presentó un simulador físico llamado Luna Lander que se encuentra disponible en la página:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/lunar-lander>, Universidad de Colorado, donde se presenta una situación física real de aterrizaje de una nave espacial en la luna.

Según la experiencia de los participantes del grupo 4 con la simulación denominada aterrizaje lunar, afirman que la importancia del sistema de referencia radica en que permite establecer un sistema de coordenadas espaciales y temporales que facilitan la ubicación del observador y de esta manera aclarar conceptos como trayectoria, representación de vectores y las cantidades escalares y vectoriales. Esto significa que los estudiantes reconocían los diferentes sistemas de referencia y las condiciones físicas que se presentan en la luna para lograr un óptimo aterrizaje de la nave con las mínimas averías y fallas posibles. Lo anterior se puede evidenciar en la figura 5.8.

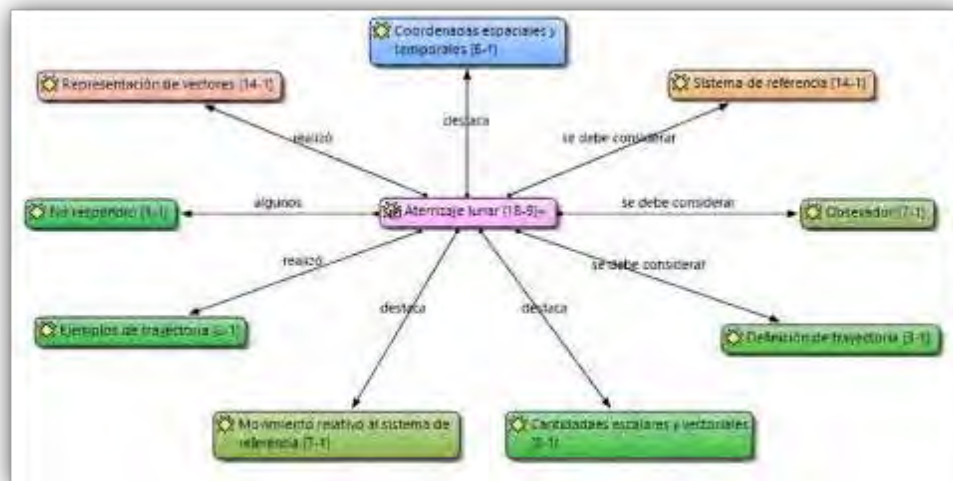


Figura 5.8. Red semántica grupo 4. Análisis sobre sistemas de referencia utilizado un simulador

El grupo 4 de LCNEA, realiza de manera más amplia una descripción del simulador en función de las trayectorias, a diferencia del grupo 6 de matemáticas que se enfoca en señalar las coordenadas espaciales y temporales de la nave aterrizando en la luna y de manera contraria, el grupo 6 destaca de mayor manera en comparación con el grupo 4 las cantidades escalares y vectoriales relacionadas con el movimiento de la nave.

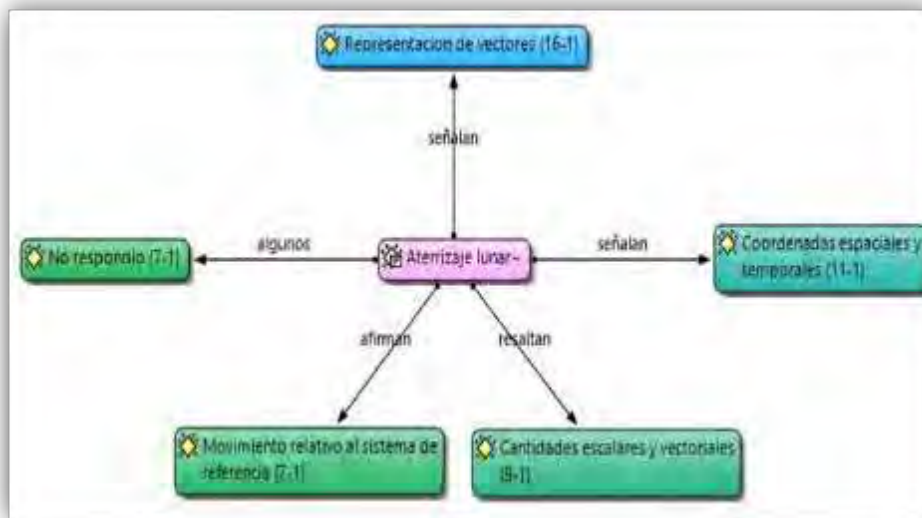


Figura 5.9. Red semántica grupo 6. Explicaciones entorno al sistema de referencia en un caso particular

Lo anterior, evidencia que ante una actividad un poco más modelizada, los estudiantes del grupo 6, mantienen el nivel de apropiación, en términos como los vectores que, de acuerdo con Young & Freedman (2009, p. 314), permiten explicar ciertos fenómenos físicos que requieren una explicación en términos de magnitudes físicas que tienen una ubicación en el espacio, a la vez de representar un

sentido de dicha magnitud, una modelización muy útil que predice comportamientos en los fenómenos físico y a su vez describe variables en los mismos sistemas, otro punto de igual importancia tiene que ver con los sistemas de coordenadas de los cuales se ha hablado en apartados anteriores, y quizás uno de los logros más significativos en términos de educación que tiene que ver con el enfoque CTS es el de establecer relaciones con avances tecnológicos. Lo anterior comprueba que los simuladores son novedosos para los estudiantes, y que por lo mismo posibilitan la adquisición de una argumentación y riqueza conceptual.

5.1.2 Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento.

Misión 2. Reconocer conceptos básicos como trayectoria, desplazamiento y vectores.

En esta misión se cuestiona acerca del desplazamiento y la trayectoria de un tren y un automóvil que parten de Bogotá con destino a Tunja, a lo cual la mayoría de los participantes del grupo 4, afirmaron que la trayectoria es diferente ya que es el camino que sigue un cuerpo en movimiento, por lo tanto el camino que toma el tren y el que toma el automóvil son diferentes a pesar de ser el mismo destino, para el desplazamiento señalan que es el mismo ya que se reconoce como una línea recta entre el punto inicial y final del camino así el punto de salida y el punto de llegada para ambos es el mismo razón por la que el desplazamiento es igual para ambos.

Podemos observar, que no se distingue en la mayoría de los estudiantes una diferenciación entre los conceptos de desplazamiento y trayectoria comprobando la hipótesis de Zea (1999, p. 134) que plantea “confusiones entre los conceptos de desplazamiento y trayectoria, en discriminación en el uso de los mismos a pesar de que sus génesis describen características diferentes del movimiento”

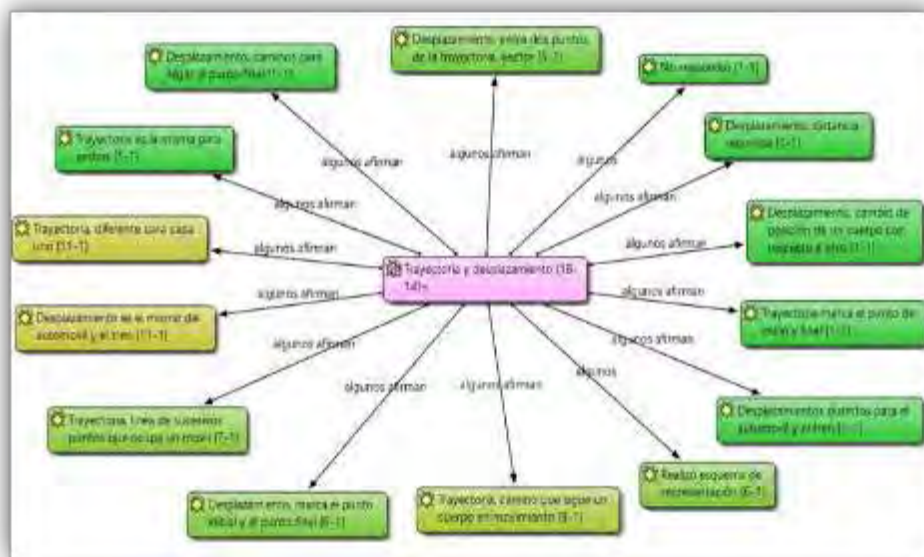


Figura 5.10. Red semántica grupo 4. Trayectoria y movimiento; análisis desde el contexto

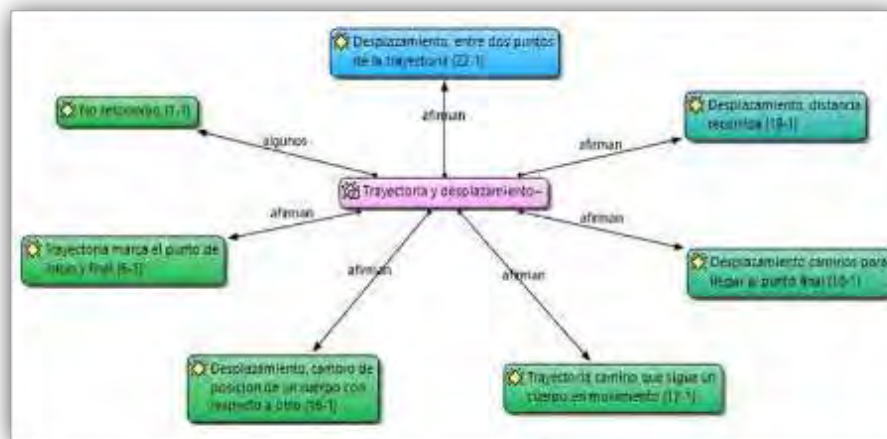


Figura 5.11. Red semántica grupo 6. Trayectoria y movimiento; análisis desde el contexto

La mayoría de los estudiantes del grupo 6, identifican las diferencias entre desplazamiento y trayectoria, evidencian la comprensión de los dos conceptos, establecen relaciones con los movimientos, con intervalos espaciales, entre puntos coordinados específicos. Son pocos los estudiantes que no lo asimilan los conceptos, y la mayoría los aplica a actividades cotidianas que les permiten aprender significativamente. Es importante resaltar como los dos grupos establecen términos y relaciones semejantes en vista de que los dos conocen el contexto de la ruta definida, lo que contribuye a que sus aportes sean más propicios y argumentados, sin embargo, en el grupo 4, se evidencia mejor comprensión con el grupo 6 de matemáticas. Esta metodología de reconocimiento del contexto en particular condiciones de la vía, desarrolla implícitamente en los estudiantes asumiendo el rol de peritos la capacidad de definir métodos apropiados para cada situación particular, en este caso una ruta del contexto local de los estudiantes.

En la pregunta 2, se establece una situación real, donde se busca identificar la trayectoria y el desplazamiento, conceptos que como se mencionó anteriormente posibilitan el correcto abordaje de las situaciones problemas, ya que el desplazamiento es un modelo físico que simplifica las características del fenómeno físico ocurrido en este caso el cambio de posición siguiendo una trayectoria.

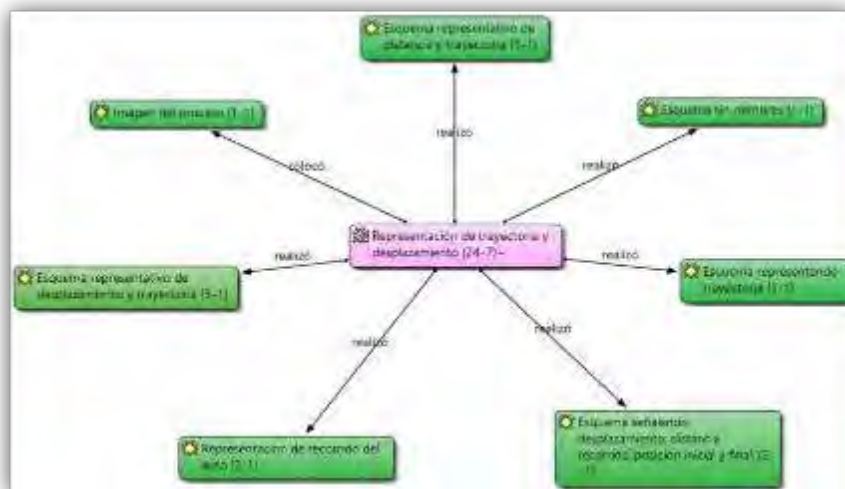


Figura 5.12. Red semántica grupo 4. Representación de trayectoria y desplazamiento de un automóvil.

Los estudiantes del grupo 4, realizaron gráficos para representar la trayectoria y el desplazamiento de un automóvil entre dos puntos representando trayectoria y desplazamiento de forma correcta en relación a los conceptos dados en la pregunta anterior.



Figura 5.13. Red semántica grupo 6. Representación de trayectoria y desplazamiento de un automóvil.

Se puede considerar un buen nivel de apropiación del tema, que les permite a los estudiantes del grupo 6, dar cuenta del mismo mediante la indicación grafica basada en la aplicación contextual de los mismos, a pesar de que algunos no relacionen los nombres para definir trayectoria y desplazamiento, se evidencia que plantean una diferencia entre los dos conceptos, lo cual puede ser el punto de partida para identificar las características de los mismos. Para el grupo 4 se obtuvo una mayor diferenciación entre los conceptos de trayectoria y desplazamiento en comparación del grupo 6 y para ambos grupos resulto importante la realización de gráficos explicativos.

También se presenta la siguiente situación problemática: una persona recorre 100 metros en línea recta y luego retrocede al punto de partida siguiendo la misma recta. ¿Cuánto vale el desplazamiento? y ¿La trayectoria?

Teniendo en cuenta la siguiente figura del grupo 4, los estudiantes realizaron representaciones graficas del problema, plantearon cálculos matemáticos, algunos obtuvieron respuestas diversas para el desplazamiento se dice que puede ser cero, ya que retorna al lugar de origen o que puede ser de 100 m, para la trayectoria otros afirman que puede ser de 200 m al ir y volver al punto de origen o que puede ser de 100 m, razón por la que para el problema se evidencia que no se interpretó de forma adecuada la información que brindaba el mismo ya que como se plantea en los principales textos de física (Young & Freedman 2009; Serway & Jewett 2008) la trayectoria debería ser para este caso la distancia total recorrida es decir 100 m hacia el frente y 100 m de vuelta, 200 m total de trayectoria mientras que el desplazamiento es la distancia entre el punto de partida y el punto de llegada como este era el mismo, pues el desplazamiento fue cero.

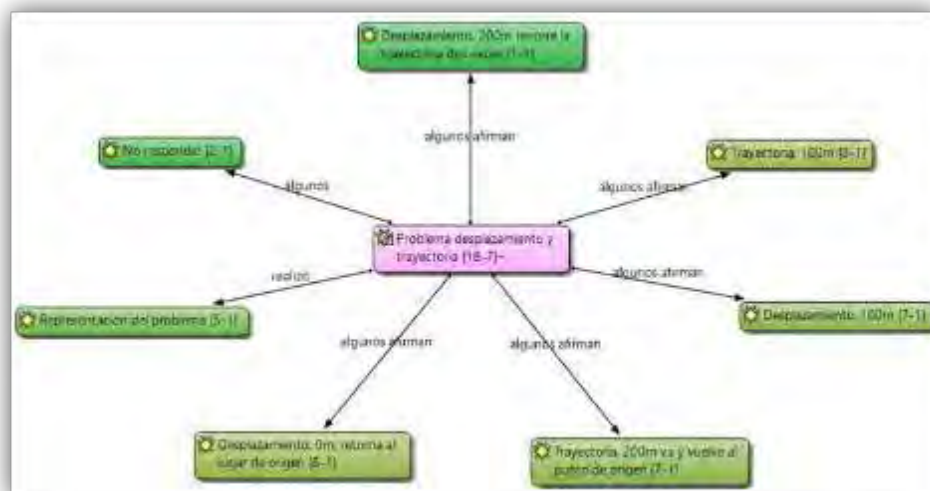


Figura 5.14. Red semántica grupo 4. En la situación anterior ¿Cuánto vale el desplazamiento y la trayectoria?

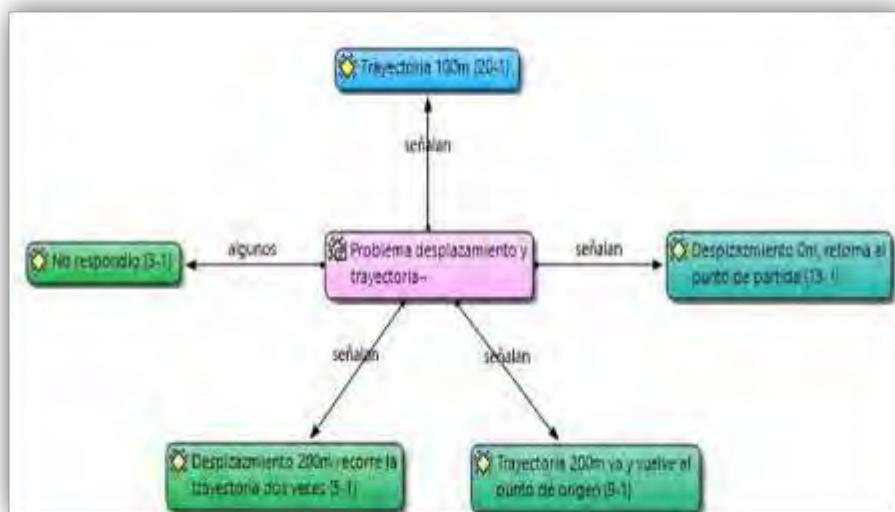


Figura 5.15. Red semántica grupo 6. En la situación anterior ¿Cuánto vale el desplazamiento y la trayectoria?

La mayoría de los estudiantes del grupo 6, están en la capacidad de resolver problemas aplicados al contexto, evidenciando un aprendizaje y apropiación, demostrando además que no solo existe claridad en los conceptos, sino que también manejan los modelismos matemáticos suficientes para la explicación y resolución de una situación problema, en algunos las respuestas no son correctas, más por la poca comprensión matemática de los mismo que por la definición del concepto. El grupo 6 demuestra mayor comprensión y soluciones a la situación planteada, en el grupo 4 se evidencia dificultades en el cálculo para el desplazamiento y la trayectoria.



Figura 5.16. Estudiantes socializando en una simulación el desplazamiento y la trayectoria.

La siguiente figura representa como los estudiantes establecen la coincidencia entre el desplazamiento y la trayectoria con base a la situación problemática planteada en la pregunta anterior.

Para actividad se apoyaron en un simulador tomado de la página <https://phet.colorado.edu/es/simulations>, llamado el juego de mariquita.



Figura 5.17. Red semántica grupo 4. ¿En qué caso la trayectoria y el desplazamiento coinciden?

Se observa en la figura 5.17 para el grupo 4, que 9 estudiantes afirmaron que no coincidiría en ningún caso ya que son conceptos diferentes, 16 estudiantes afirmaron que, si podría coincidir considerando varios argumentos, ejemplo que esto puede suceder si se realiza un movimiento rectilíneo, 3 estudiantes afirman que se daría la coincidencia si la trayectoria es en línea recta y un estudiante no respondió a la pregunta. Las respuestas coinciden con las relaciones establecidas en este caso, las trayectorias pueden coincidir con el desplazamiento si este se realiza en línea recta tal como se presenta en el abordaje de la temática planteado por Young & Freedman (2009, p. 3425).

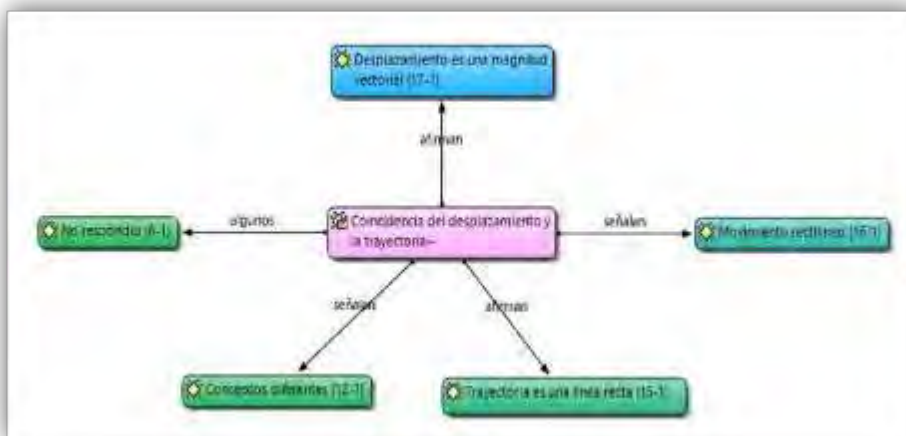


Figura 5.18. Red semántica grupo 6. ¿En qué caso la trayectoria y el desplazamiento coinciden?

El grupo 6 manifiesta la diferenciación conceptual entre trayectoria y desplazamiento, y empiezan a vincular afirmaciones, por ejemplo, que el desplazamiento es una magnitud vectorial, que el movimiento

debe ser rectilíneo, que la trayectoria es una línea recta, y algunos conceptos diferentes. Al comparar las respuestas entre los grupos 4 y 6 existe un mejor entendimiento de la situación planteada esto debido a que el grupo 4 entrega respuestas más concretas al cuestionamiento dado, para el grupo 6 este arroja soluciones dadas en diferentes conceptos con un total de 12 estudiantes que no se acercan a la explicación correcta. es decir, hay mejoras significativas en el grupo 4.

En la pregunta 5, se pretendía estudiar la evolución del cinturón de seguridad como elemento importante dentro de la seguridad de un vehículo y la realización de una línea de tiempo.

Para la línea de tiempo planteada acerca de la evolución del cinturón de seguridad los estudiantes del grupo 4, destacaron numerosos eventos dentro de los más importantes señalaron la incorporación en los asientos delanteros a lo cual 16 estudiantes responden, 10 plantean a un autor la invención del mismo, 18 el primer cinturón en aeronaves, 16 a la aparición del cinturón automático y sus variedades en cuanto a los puntos de apoyo que desarrollaron posteriormente, así como la generación de nuevos mecanismos de seguridad como el airbag entre otros. Cabe aclarar que se tienen diferentes respuestas para la evolución del cinturón de seguridad ya que se estableció como línea de tiempo es por esto que los estudiantes respondieron varias veces.



Figura 5.19. Red semántica grupo 4. Representaciones sobre seguridad vehicular

A continuación, en la figura 5.20. Se presenta la red semántica grupo 6, las respuestas de los estudiantes clarifican el desarrollo histórico del cinturón de seguridad, estableciendo relaciones entre los avances científicos y los avances tecnológicos, así como su afectación o impacto social, reconocen la aplicación del cinturón de seguridad no solo en autos, sino también en otros medios de transporte, relacionan personajes de la aplicación tecnológica de la ciencia, planteamientos abordados por Ortuño et al. (2016, p. 5) y demostrados físicamente al hablar de ley de la inercia que es un concepto que a pesar de que aún no se vincula conceptualmente se puede obtener por deducción del análisis de esta temática, demostrando un nivel de apropiación del tema, bastante nutrido, posiblemente también muy aplicado a sus cotidianidad.

Los grupos 4 y 6 hacen una muy buena investigación acerca de la evolución del cinturón de seguridad y como este elemento de seguridad se ha venido incorporando de mejor forma gracias a la tecnología, buscando fabricar vehículos más seguros.

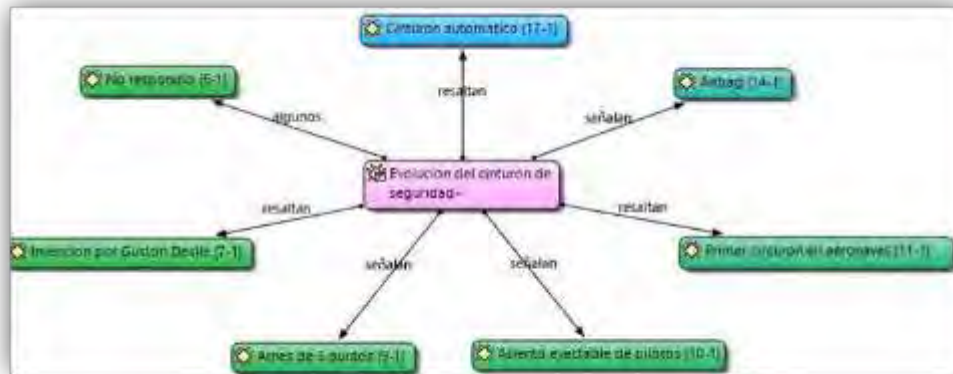


Figura 5.20. Red semántica grupo 6 Representaciones sobre seguridad vehicular

5.1.3. Los conceptos de velocidad y rapidez

Misión 3. Identificar los conceptos de velocidad y rapidez, así como sus valores medios e instantáneos.

MISIÓN 3

- ✓ Investiga cuáles son límites de velocidad en la ciudad de Tunja, y al desplazarte desde tu casa a la universidad, mediante fotografías establece las señales que encuentras en todo el trayecto que indiquen alguna velocidad límite. Y justifica la existencia de cada una de las señales.
- ✓ Un vehículo parte del punto kilómetro 0 a las 0.00 horas, después de recorrer 40 km en un tiempo de 0.5 h, se avería, por lo que debe detenerse. El conductor lo repara a las 1.00 h, en ese momento, el automóvil renueva la manija y llega a las 2.30 h a la ciudad de Cúcuta, situada a un punto kilómetro 205. calcula la velocidad promedio del vehículo antes y después de la avería, y expresa el resultado en kilómetros/hora y metro/segundo.

- ✓ Cuando en el juego de simulación de la maquina (<https://thesimulador.com/simulacion/seguro/vehiculo-motocicla-2d/>) determina los vectores velocidad y, todo instante, explica cómo funciona correctamente la simulación...
- ✓ Investiga en el último año en Colombia, cuáles han sido las principales causas de accidentes de tránsito, y de todas ellas cuál predominó, haz una pequeña reflexión para exponer con tus compañeros.
- ✓ Observa la siguiente simulación: <https://www.youtube.com/watch?v=Y5Hm89q2UMY> y de acuerdo a ella determina, los diferentes casos que se presentan haciendo un análisis de las trayectorias, posiciones, y para cada uno de ellos estableciendo si la causa del accidente tiene que ver con la velocidad de los vehículos o no. Justifica las respuestas.
- ✓ Dibuja en los diferentes casos los vectores de posición, y velocidad para las trayectorias de los vehículos o motocicletas.

Figura 5.21. Actividades Misión 3 de la secuencia didáctica.

Frente a los límites de velocidad en un recorrido cotidiano dentro de mi ciudad e identificar las principales señales de tránsito, 9 de los estudiantes del grupo 4 señalaron los límites de velocidad según diversas leyes y decretos dependiendo la zona a la cual se referían destacando los límites en la zona urbana y las condiciones de velocidad según la zona dentro de la ciudad. Y un total de 16 establecieron los valores propios de límites de velocidad en la zona urbana con un valor de 80 km/h. 6 diferenciaron la vía en cuanto a su operatividad y establecieron valores para una zona escolar de valor 60 km/h. Estos límites de forma

explícita son comprendidos como consecuencia del análisis físicos sobre las áreas de afluencia vehicular que entre otras cosas vinculan el tiempo de reacción de los conductores, las condiciones de la vía, la cantidad de vehículos en la misma, entre otras variables, con base en eso se generan restricciones o recomendaciones de velocidades que garantizan la seguridad mínima de los principales actores del contexto.

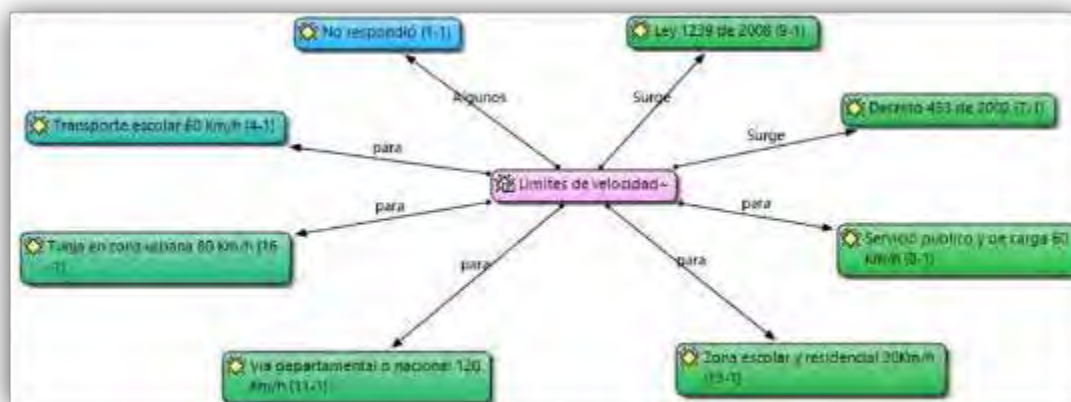


Figura 5.22. Red semántica grupo 4. Límites de velocidad en la ciudad de Tunja.

Para los estudiantes del grupo 6 estos reconocen las normas y acuerdos sociales que rigen la dinámica de autos en el país, relacionando la utilidad, y las velocidades permitidas, se evidencia además que no toman los datos registrados a la ligera, sino que establecen relaciones conceptuales con las necesidades propias de cada uso del vehículo, la aplicación de la física en ellos, y la reglamentación pertinente, revelando así una correspondencia entre la norma y la lógica científica. La diferencia dada del grupo 4 en comparación con el grupo 6 está en que el primero determina con valores los límites de velocidad en las vías y su relación con la naturaleza de la misma, ejemplo si es zona escolar.



Figura 5.23. Red semántica grupo 6. Límites de velocidad en la ciudad de Tunja.



Figura 5.24. Estudiante del grupo 4 socializando inquietudes sobre límites de velocidad.

Se pide a los estudiantes efectuar Cálculos matemáticos de la velocidad promedio según la siguiente situación planteada:

Un vehículo parte del punto kilómetro 0 a las 0,00 horas, después de recorrer 49 km en un tiempo de 0,5 h, se avería, por lo que debe detenerse. El conductor lo repara a la 1,00 h. en ese momento, el automóvil reanuda la marcha y llega a las 2, 30 h a la ciudad de destino. Situada a un punto kilómetro 205.

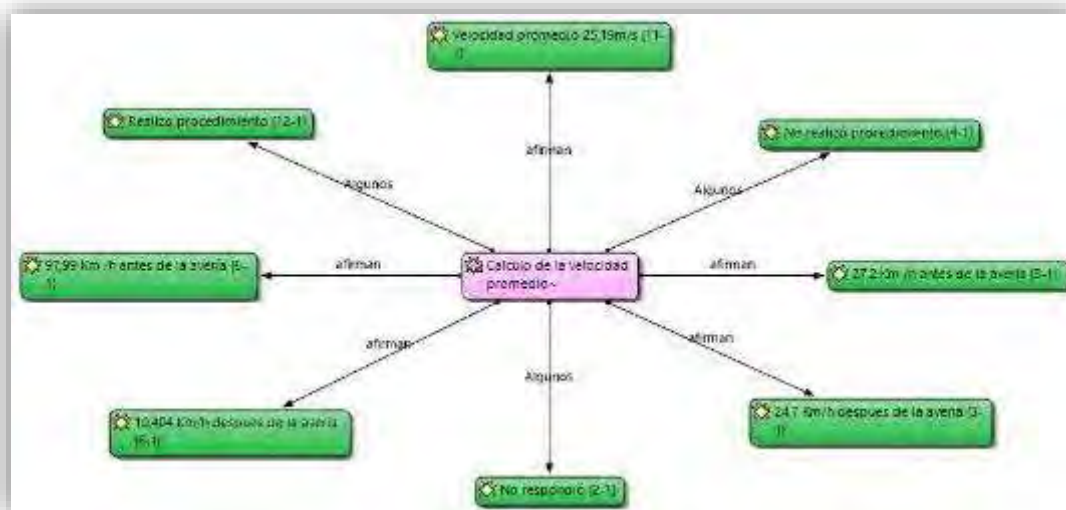


Figura 5.25. Red semántica grupo 4. Velocidad promedio del vehículo antes y después de la avería.

Los participantes del grupo 4, obtuvieron respuestas diversas según el procedimiento realizado para la velocidad antes y después de la avería, así como la velocidad promedio 11 estudiantes la establecieron, en algunos casos colocaron los resultados sin realizar ningún procedimiento esto sucedió con 12 estudiantes. Esto implica una modelización mental de lo ocurrido que lleva a establecer condiciones o respuestas un poco subjetivas, fundamentadas posiblemente en el manejo conceptual que le proporciona sus conocimientos previos, sin embargo, de acuerdo con autores como Pietrocola (2002,

p. 110) es necesario el abordaje matemático en la comprensión de los fenómenos físicos porque es el desarrollo matemático el que gesta y estructura el conocimiento de la Física.

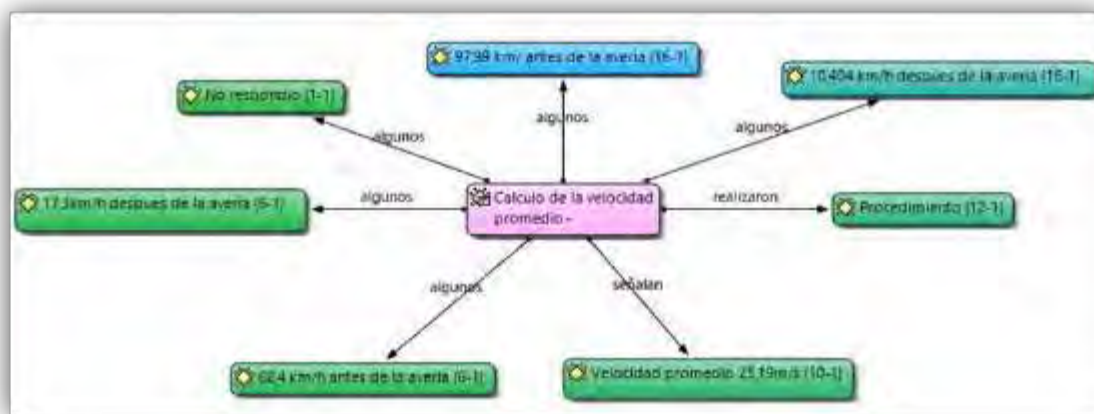


Figura 5.26. Red semántica grupo 6. Velocidad promedio del vehículo antes y después de la avería.

En la figura anterior, se relacionan correctamente conceptos de la cinemática vehicular al punto de estar en la capacidad de resolver situaciones problema, contextuales y cercanas, utilizando la conceptualización, el análisis matemático y proporcionando soluciones acertadas a la problemática, a pesar de que más de la mitad del grupo 6 responden correctamente, algunos estudiantes, tienen problemas con la modelización matemática, para fenómenos cercanos a su realidad. Algunos expresan sus respuestas de manera casi simultánea e instantánea otros realizan un procedimiento matemático prudente y cauteloso, lo cual sugiere también la adquisición de habilidades de secuencialidad y análisis cuantitativo.

Para reforzar la comprensión del tema propuesto en la misión 3, se propuso el uso de Una simulación física mediante un juego de determinación de los vectores velocidad. Para ambos grupos 4 y 6 esta herramienta interactiva resulto ser muy útil para reforzar los conceptos de velocidad y su representación vectorial.

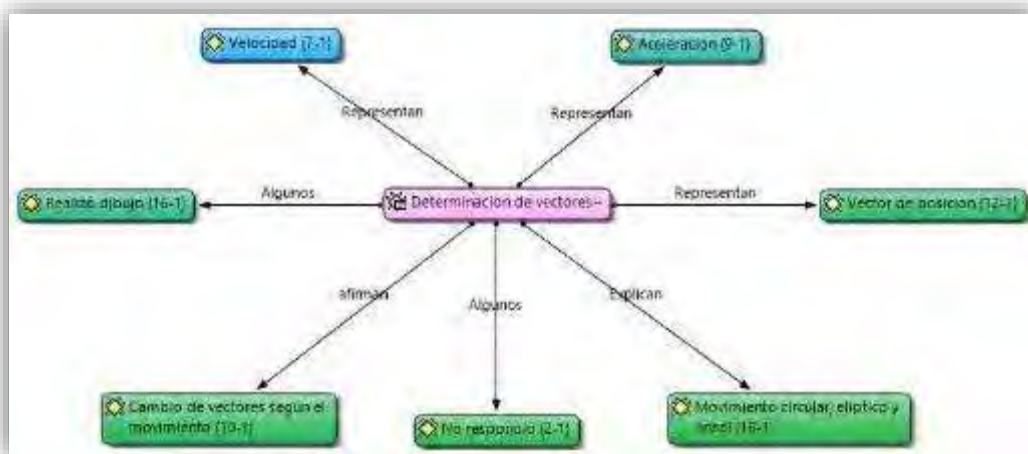


Figura 5.27. Red semántica grupo 4. Determina los vectores de velocidad en la simulación

Los participantes del grupo 4, reconocieron algunos vectores como el de velocidad con un total de 7 utilizados en la simulación. 16 representaron por medio de gráficos y dibujos, reconocieron los tipos de movimiento presentes y la variación de los mismos, durante la experimentación, explicando el funcionamiento del simulador, lo cual da cuenta de una buena apropiación conceptual determinada por el buen uso del conocimiento vectorial, la diferenciación entre cantidades vectoriales y escalares, además de la modelización de fenómenos físicos de forma gráfica un elemento valioso en el abordaje de problemas y situaciones físicas (Greca & Moreira, 1998, p. 117).

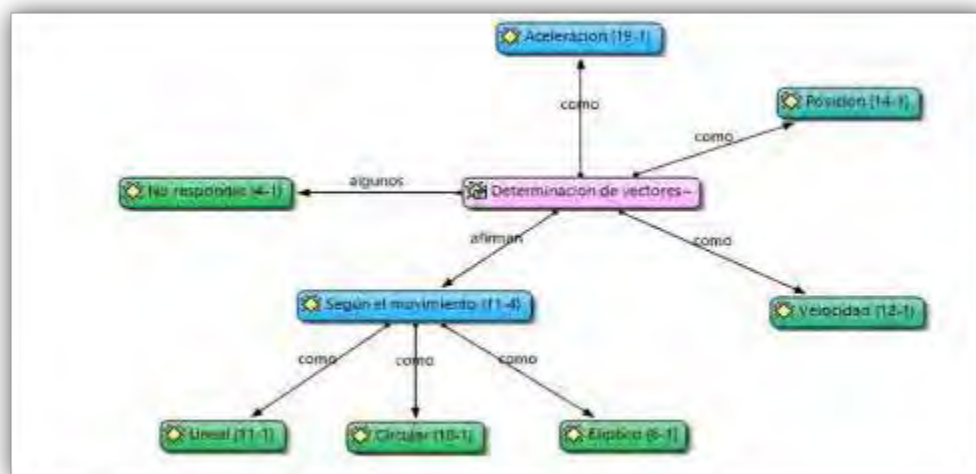


Figura 5.28. Red semántica grupo 6. Determina los vectores de velocidad en la simulación

En la figura anterior se observa que los estudiantes del grupo 6 relacionan los conceptos vectoriales, con magnitudes físicas que poseen una dirección y sentido, lo cual da cuenta de una apropiación conceptual adecuada, que les permite ir más allá del simple modelismo físico, llegando a

establecer relaciones un poco más aplicadas con otros conceptos y realidades un poco más complejas, además los identifican en los diferentes tipos de movimientos. A diferencia del grupo 4, estos buscan determinar los vectores presentes en el ejemplo utilizando para ello los tipos de movimientos ya sean lineales, circulares o elípticos, observándose para los dos grupos maneras adecuadas de determinar los vectores.



Figura 5.29. Estudiantes del grupo 6 relacionando conceptos vectoriales y magnitudes físicas.

En este mismo sentido se cuestiona sobre las Principales causas de accidentalidad y cual predomina en Colombia.

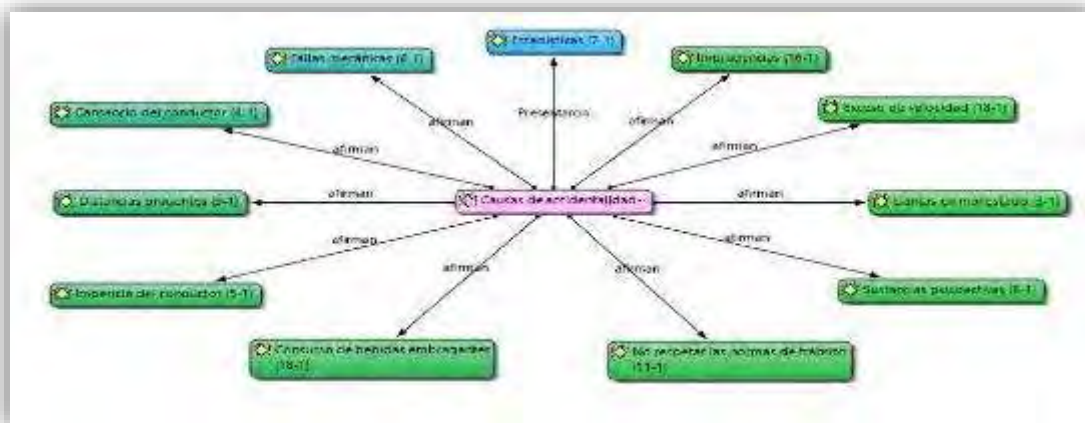


Figura 5.30. Red semántica grupo 4. Causas de accidentes en Colombia

A la pregunta acerca de las causas de accidentalidad para el grupo de ciencias se tiene que 4 de los participantes destacan que según las estadísticas las causas de la accidentalidad están en gran medida asociadas a factores centrados en condiciones del conductor como el cansancio, 16 a imprudencias 18 al exceso de velocidad, 18 al consumo de bebidas embriagantes, de igual manera 3 a condiciones de la vía, y también factores asociados al vehículo como por ejemplo el estado de las llantas, fallas mecánicas.

En las respuestas se puede evidenciar que los estudiantes del grupo 4 y 6 vinculan las causas de la accidentalidad a los actores más relevantes la vía, el vehículo y el factor humano que para la investigación de los accidentes viales se alimenta de la física en la determinación de las causas que originan el accidente (en el exceso de velocidad), la tecnología aplicada a las vías y a los vehículos (llantas en mal estado) y finalmente el factor humano (no respetar las normas de tránsito) que impacta a la sociedad por la gran cantidad de muertes por siniestros a nivel mundial y en particular en Colombia.



Figura 5.31. Red semántica grupo 6. Causas de accidentes en Colombia

En el grupo 6, los participantes identifican claramente las principales causales de accidentabilidad, dando cuenta de la apropiación no solo de conocimientos disciplinares y científicos, sino también de datos que permiten la reflexión social, el desarrollo de la inteligencia ciudadana y la identificación con problemas de su realidad cercana, visibilizan estas causales en la relación lógica física de las mismas.



Figura 5.32. Exposición principales causas de accidentes de tránsito grupo 6.

Otra actividad propuesta fue el análisis de un caso para determinar su causa principal del accidente de tránsito.

La figura 5.33 presenta los resultados de analizar un caso de accidente, para determinar las trayectorias, posiciones, estableciendo si la causa del accidente tiene que ver con la velocidad de los vehículos o no. Al respecto 12 de los estudiantes del grupo 4, asocian como principal causa del accidente

el factor de la velocidad y en manera secundaria otro tipo de factores entre ellos el irrespeto a las normas de tránsito, imprudencia del motociclista. Esto demuestra que la unidad didáctica y en particular este apartado permite relacionar conceptos y situaciones físicas con problemáticas sociales, afectando de manera positiva la toma de decisiones de los vinculados a esta unidad didáctica, lo cual no solo contribuirá a que se adquiera un aprendizaje de la física, sino que también permite promover ciudadanos responsables que asumen su rol social.

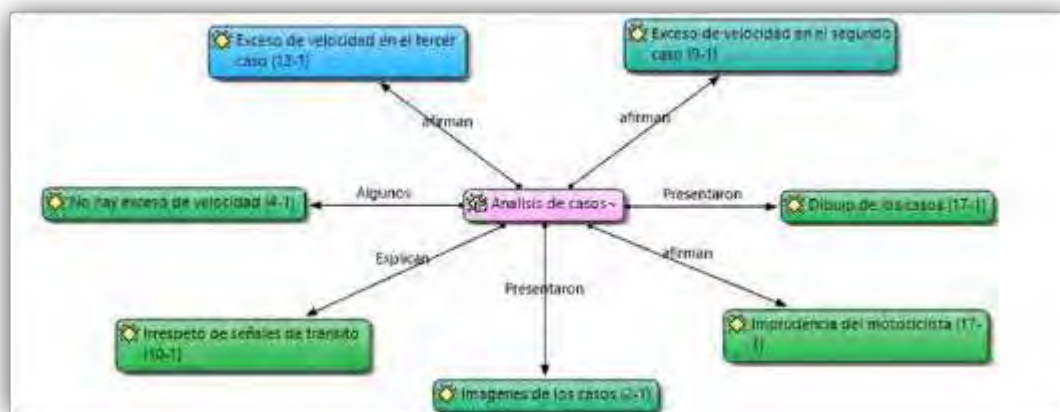


Figura 5.33. Red semántica grupo 4. Análisis de casos.



Figura 5.34. Red semántica grupo 6. Análisis de casos

Se aprecia además como la relación del exceso de velocidad con los accidentes planteada por Caparros (1999, p. 86) es relacionada también por los estudiantes tanto para el grupo 4 como para el 6, esto posibilitará una mejor toma de decisiones a la hora de sobre pasar los límites de velocidad que como se analizó en comentarios anteriores están fundamentados en la física y garantizan la seguridad en la circulación de las vías es importante analizar cómo para cada uno de los casos, puestos en consideración se relacionan elementos de los accidentes de tránsito utilizando la aplicación de los conceptos físicos

pertinentes, de esta forma se demuestra una buena aproximación al análisis pericial, el reportaje de evidencias y la proposición argumentada de ideas alrededor de una situación específica.

5.1.4 Representación de vectores en un caso simulado.

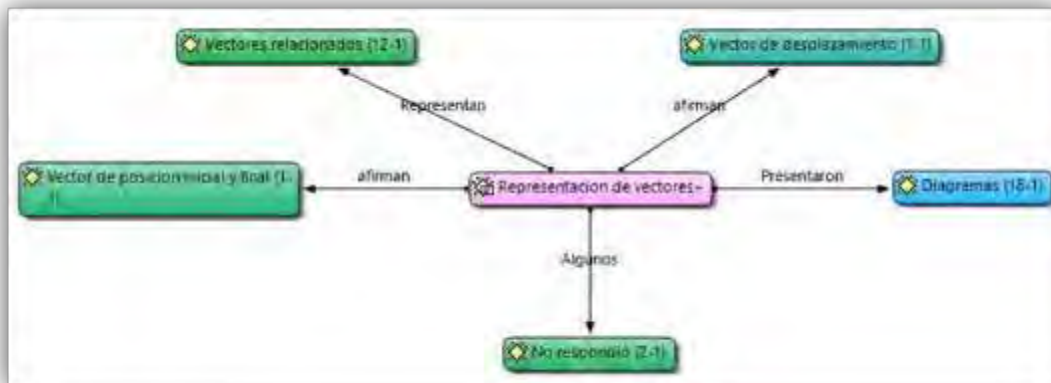


Figura 5.35. Red semántica grupo 4. Representa vectores en trayectorias de móviles

En esta situación se reconoce la importancia que tiene la descripción vectorial para lograr una mejor comprensión del desplazamiento de los vehículos. Para ello 12 estudiantes del grupo 4 relacionan los vectores en la situación planteada, 16 lo hacen diagramas y 2 no respondieron. Nuevamente es importante rescatar el hecho de que 16 estudiantes realicen diagramas o modelos gráficos, que en concordancia con Greca & Moreira (1998, p, 116) quien manifiesta que son importantes en la comprensión de los fenómenos físicos, y en la adquisición de nuevos conocimientos, la no representación gráfica puede significar el desarrollo de estructuras mentales, consecuentes a la temática de los vectores y su aplicación en la descripción de fenómenos físicos.

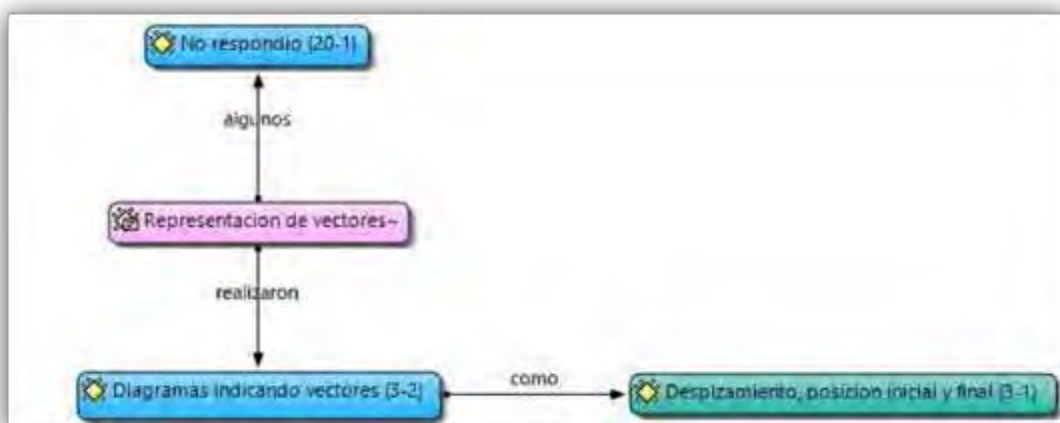


Figura 5.36. Red semántica grupo 6. Representa vectores en trayectorias de móviles

En el caso de los estudiantes del grupo de 6 de Matemáticas en comparación con el grupo 4 de Ciencias, se encontró que la ubicación de los vectores se les hizo demasiado complejo.

Para los del grupo 6, la mayoría no respondió esta pregunta y solo algunos se acercaron gráficamente a lo solicitado en la misma. A pesar de que anteriormente se planteó la claridad conceptual respecto a cantidades físicas y escalares este grupo presenta aun dificultades en la aplicación de este concepto a situaciones graficas reales, esto puede tener explicación en el hecho de que los vectores son representaciones graficas que permiten modelar algunas particularidades físicas (Serway & Jewett 2008, p. 357), sin embargo dichas representaciones son imaginarias y pueden resultar abstractas para los estudiantes lo que causa “una mayor dificultad en el aprendizaje” (Yagüe 1993, p. 164) de las mismas.



Figura 5.37. Estudiantes grupo 4 realizando análisis gráficos.

5.1.5. ¿Cómo se estudian algunos movimientos particulares?

Las actividades propuestas en la misión 4, permitieron analizar los aspectos básicos del movimiento rectilíneo uniforme, al respecto se propusieron actividades como el análisis de gráficos, como el que se presenta a continuación:

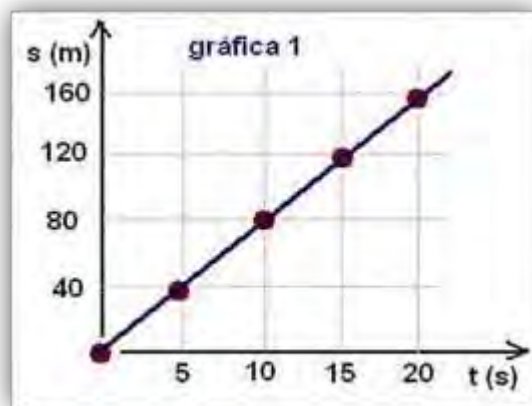


Figura 5.38. Representación de la abscisa (horizontal) y la ordenada (vertical)



Figura 5.39. Red Semántica grupo 4. Representa variables en el grafico

En el análisis de los gráficos se destaca la apropiación de los estudiantes del grupo 4 en comprender y analizar los diferentes movimientos particulares y la interpretación de los gráficos. 18 estudiantes realizaron gráficos, 10 describen el movimiento rectilíneo uniforme, y 18 relacional el tiempo y la distancia apoyando la hipótesis de Islas & Pesa (2003, p. 128) de que algunos gráficos y modelos son comunes en la ciencia y llevando a consecución su planteamiento acerca de la necesidad de propiciar el análisis gráfico y de modelos en las aulas de clase, permitiendo de este modo la relación de conceptos que a su vez posibilita la inducción a nuevos conceptos dependientes de los anteriores.

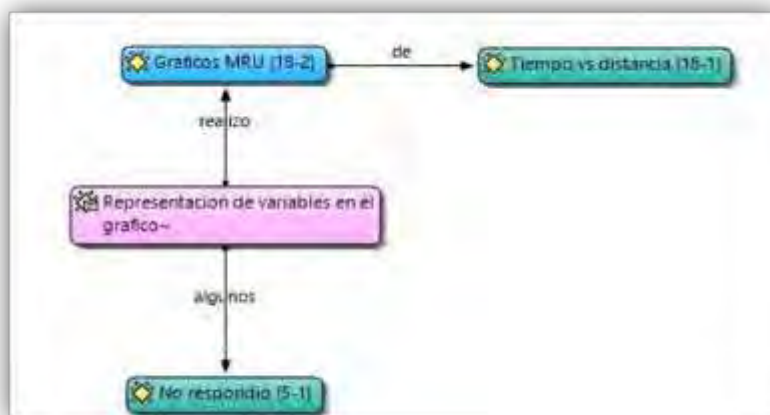


Figura 5.40. Red semántica grupo 6. Representa variables en el grafico

Para el grupo 6 y 4 se reconocen, apropian y establecen relaciones graficas claras, entre diferentes variables, particulares de tipos de movimientos específicos, en este caso el movimiento rectilíneo uniforme, se identifican las dependencias y se manejan las relaciones conceptuales. Esto reafirma la postura de Téllez & Osorio (2010, p. 325) acerca de la utilidad de las relaciones graficas en la comprensión de las proporcionalidades que vinculan variables en este caso producto de análisis de fenómenos mecánicos como el movimiento, la comprensión grafica de un fenómeno de acuerdo con el mismo autor desarrolla competencias de análisis para otros eventos de relación de variables es decir que se asume que los estudiantes luego de apropiar esta competencia van a poder entender otras relaciones útiles en el área de las ciencias.

5.1.6. Relación de valores sobre una gráfica.

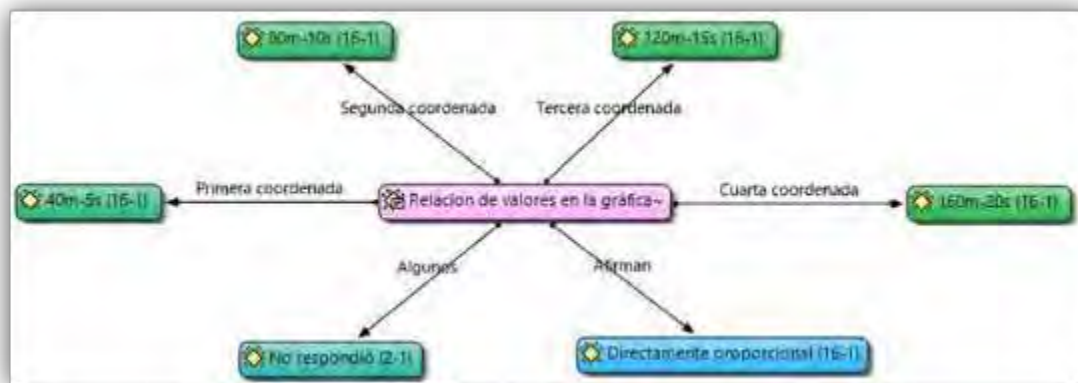


Figura 5.41. Red semántica grupo 4. Relaciona valores con respecto a cada uno de los ejes.

La figura anterior, pone de manifiesto la importancia que tiene la relación de variables en el gráfico y como esto permite encontrar las constantes asociadas al movimiento. Así 16 estudiantes para el grupo 4, establecen de manera correcta dicha asociación y solo 2 no respondieron de manera correcta esto comprueba lo tratado anteriormente pues la comprensión y lo que plantean Flores, Chávez, Luna, González, González, Hernández (2015, p. 29) acerca de las cantidades numéricas (matemáticas) con la descripción de los fenómenos físicos. Solo mediante la relación de la parte gráfica y geométrica con las magnitudes física se puede establecer una teoría, principio, hipótesis o demás explicación a un fenómeno, las cuales generalmente se dan en forma de ecuación matemática.



Figura 5.42. Red semántica grupo 6. Relaciona cada pareja de valores con respecto a cada uno de los dos ejes.

En el grupo 6, a partir del análisis se establecen relaciones de proporcionalidad, directa, relacionan parejas de valores correspondientes a datos de una y otra variable, los ubican en el plano cartesiano, formando pares ordenados de relación distancia tiempo, para el grupo 4 se estableció el mismo análisis. Esto de acuerdo con Shigley, Uicker, Pérez, & De Contín, (2011, p. 74) es importante en la medida de que comprendiendo las proporcionalidades se pueden realizar diseños mecánicos, y comprender estructuras o mecanismos de herramientas industriales, esto se relaciona con la capacidad que adquieren los alumnos

para crear e innovar tecnológicamente en diferentes campos, contando ya con la comprensión teórica de las variables que se vinculan a esos diseños.

En preguntas relacionadas con la cuantificación de la velocidad; es decir dar el valor exacto de la velocidad en un punto del tiempo a partir de la gráfica, se observó que 16 estudiantes del grupo 4 realizaron un proceso que les permitió cuantificar el valor de la velocidad para el caso propuesto y así lograr establecer la relación que existe en el movimiento rectilíneo uniforme con la condición de velocidad constante y solo 2 estudiantes no respondieron.



Figura 5.43. Red semántica grupo 4. Cuantifica la velocidad

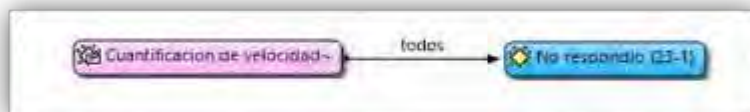


Figura 5.44. Red semántica grupo 6. Cuantifica la velocidad

En el caso del grupo de matemáticas (Grupo 6) se encontró que a pesar de establecer relaciones gráficas entre distancia y tiempo, a la hora de obtener la pendiente, el valor de la velocidad, los estudiantes ignoran el procedimiento, cotidiano para ellos, además no proponen análisis para lograr la obtención del valor y se rinden simplemente dejando la pregunta en blanco. Esta dificultad de aprendizaje puede haberse generado a raíz de una confusión entre las características de un movimiento y otro lo que replantea el análisis de Moreno & Azcarate (1997, p. 18) acerca de la imposibilidad de aplicar las ecuaciones en fenómenos biológicos y químicos manteniendo vacíos conceptuales en el abordaje de la situación, esta misma conclusión se podría traer a este caso, los estudiantes no determinaron la velocidad debido a que aún no comprenden con claridad el movimiento rectilíneo. En la cuantificación de la velocidad el grupo 4 presenta una notoria mejoría en el análisis y cálculo en comparación del grupo 6.

5.1.7. Ejemplos de Movimiento rectilíneo uniforme.

De acuerdo con la teoría el movimiento es rectilíneo uniforme cuando un objeto describe una trayectoria recta respecto a un observador, y es uniforme cuando su velocidad es constante en el tiempo, dado que su aceleración es nula. (Montiel, 2000, p. 6). De acuerdo con ello los estudiantes proponen:

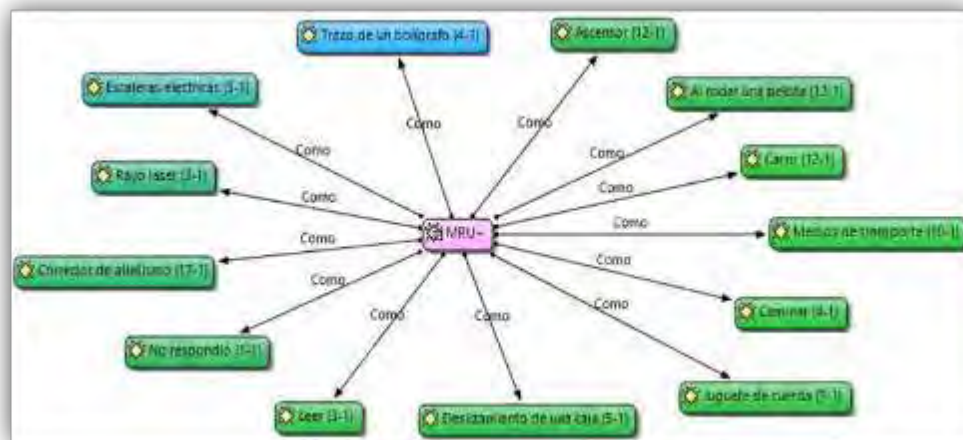


Figura 5.45. Red semántica grupo 4. Ejemplos con M.R.U.

En esta misión se logra relacionar el movimiento rectilíneo uniforme a muchas situaciones de la vida cotidiana, entre ellas se destaca que 12 estudiantes del grupo 4, lo hacen con ejemplos tales como un ascensor, el rodar una pelota, el movimiento de un carro, 7 lo asocian a un juguete de cuerda, 17 lo hacen en competencias deportivas como un corredor de atletismo, aquí se pone en evidencia que existe una óptima relación entre el movimiento analizado con los fenómenos propios de la vida común

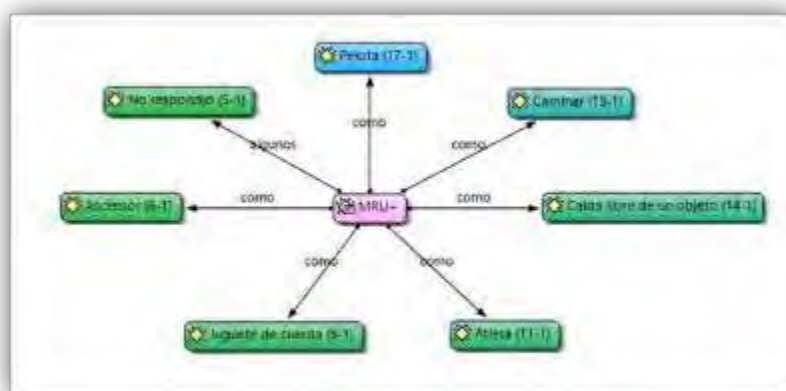


Figura 5.46. Red semántica grupo 6. Ejemplos con M.R.U

El grupo 6 se establecen relaciones contextuales entre el concepto físico de movimiento rectilíneo uniforme con diferentes ejemplos correctos y cercanos a la realidad como lo es la caída libre, el movimiento de un atleta, corriendo el riesgo de confundir el modelaje de fenómenos de la física con la realidad, de esta forma se puede reconocer una apropiación social, muy importante. En actividades de este tipo se busca fortalecer la apropiación conceptual de la que se hablaba en preguntas anteriores, el estudiante es capaz de establecer relaciones entre la física y su vida cotidiana, objetivo que de acuerdo con lo planteado en otros apartados de esta tesis corresponden al enfoque CTS.

Se propuso al análisis del movimiento de un vehículo con un simulador, para esto se utilizó una herramienta que representaba a medida que avanzaba el vehículo gráfico de las diferentes condiciones físicas asociadas.



Figura 5.47. Red semántica grupo 4. Usando el Apple de simulación.

El análisis del movimiento para el grupo 4 logra en 14 estudiantes asociar a diferentes factores como la modificación de variables y la utilización de gráficos e imágenes, 4 establecen variación de la posición, y 12 avances en la tecnología entre otros. Esto muestra que se logra una excelente comprensión de la situación y que se identifica a la tecnología como la principal causante de que hoy en día tengamos vehículos más seguros, afirmaciones que coinciden con Santos, Otero, & Fanaro, (2000, p. 53) quienes postulan a los simuladores como grandes alternativas didácticas para experimentar con seguridad, autonomía y empoderamiento por parte del alumno, y que garantizan la comprensión de las temáticas.

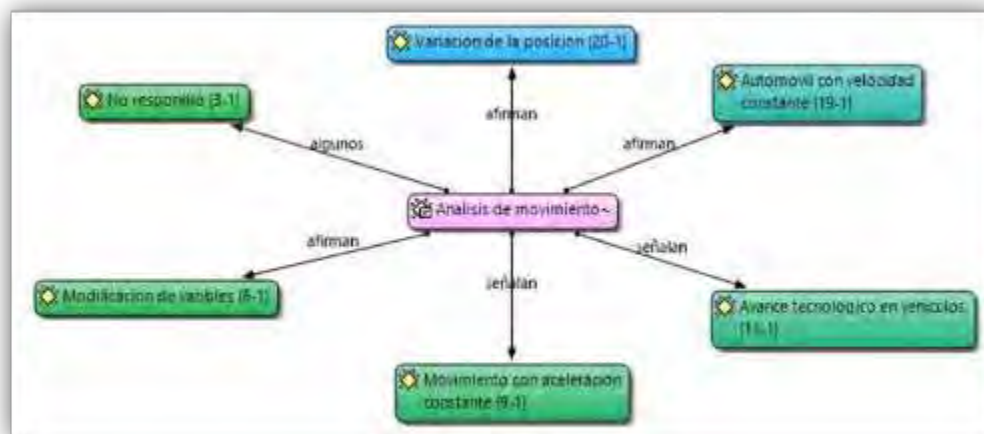


Figura 5.48. Red semántica grupo 6. Usando el Apple de simulación.

Para el grupo de matemáticas 19 estudiantes describen el movimiento del vehículo con velocidad constante, 20 con respecto a la variación de la posición con esto, se expresan relaciones de

correspondencia entre el análisis de movimiento y actividades o fenómenos de la vida cotidiana sin desconocer la realidad y acercamiento conceptual físico necesario para su comprensión y apropiación esto es importante en la física, ya esta se vale de diferentes modelos que permiten simplificar el fenómeno para generar predicciones acerca de sus comportamientos y para esto se vale de la matemática y las relaciones algorítmicas (Pietrocola, 2002, 112).

Es necesario entonces comprender la misma desde el punto de vista teórico sin perder de vista el enfoque práctico y su aplicación al contexto social en el que el alumno se desenvuelve. Por otro lado, en caso de que el alumno requiera analizar un fenómeno empírico y no pueda generar o replicar las condiciones físicas de ese fenómeno el mismo se puede valer de simuladores, y algoritmos virtuales, tal y como se realiza en esta unidad didáctica. Además, es importante resaltar que los grupos 4 y 6 reconocen la importancia de la tecnología como factor determinante para contar hoy en día con vehículos más seguros.

5.1.8 Sistemas de seguridad hoy en día en un vehículo.

La siguiente figura presenta la consulta de los estudiantes frente a los sistemas de seguridad que hoy en día permiten a un vehículo mantener su trayectoria a fin de evitar salidas de la carretera. Ejemplo: DCS (DynamicStability Control).



Figura 5.49. Red semántica grupo 4. Sistemas de seguridad

En las respuestas se percibe que se tiene un buen conocimiento de los sistemas de seguridad en los vehículos y que esto se ha logrado gracias al avance en la investigación que se hace desde la física y la comprensión de la mecánica. Se destacan en las respuestas del grupo 4 el cinturón de seguridad con 17 estudiantes que lo manifiestan, 18 al sistema de frenos ABS, 3 a los controles de estabilidad, y 16 a las bolsas de aire, también se analiza que existe un buen conocimiento de los sistemas de seguridad tanto activa como pasiva en un vehículo y como esto contribuye de manera positiva a la seguridad de los automotores. Este conocimiento influenciará a futuro la toma de decisiones frente a los aspectos de seguridad a la hora de adquirir un vehículo, uno de los retos que plantea Monereo & Pozo (2007, p. 16) para la educación y la vida del siglo XXI, además de proyectar la capacidad de innovación tecnológica en cuanto a la temática de sistemas de seguridad.



Figura 5.50. Red semántica grupo 6. Sistemas de seguridad

Para el grupo 6, se reconocen los principales elementos de seguridad en vehículos, estableciendo relaciones entre el desarrollo científico, y el avance tecnológico que interviene en elementos sociales comunes, y de interés general, identifican el cinturón de seguridad como el elemento más común de seguridad en vehículos, pero van más allá y relacionan elementos de tecnologías más sofisticadas y menos ordinarias como por ejemplo el sistema de alerta de ángulo muerto, dirección asistida, frenada autónoma del coche entre otras. Es de resaltar que los dos grupos reconocen y explican de la mejor manera los sistemas actuales de seguridad en los vehículos notando un avance significativo en la intervención realizada.

Los avances en la construcción de los vehículos han ido de la mano de la ciencia haciendo hoy en día más segura la conducción, en la pregunta se buscaba indagar sobre el uso de la tecnología en los vehículos y si esta ha contribuido a disminuir los accidentes de tránsito.

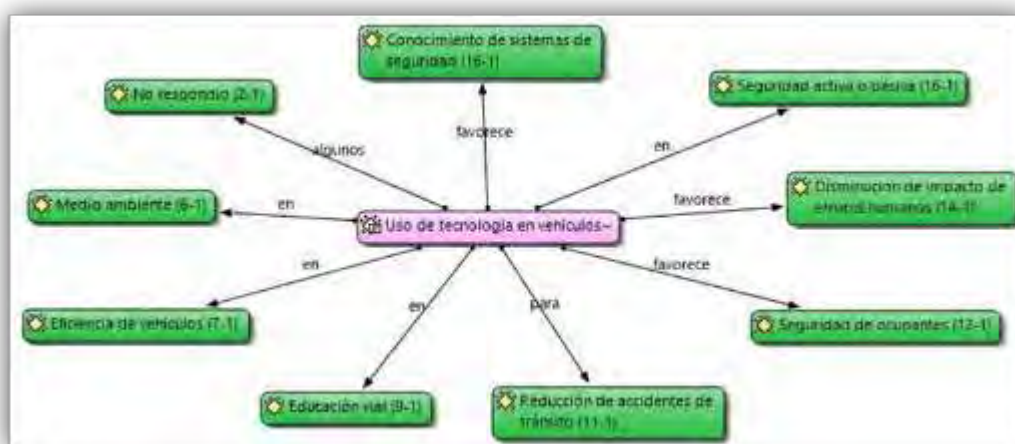


Figura 5.51. Red semántica grupo 4. Uso de la tecnología en los vehículos

En el uso de la tecnología los participantes del grupo 4, reconocen la importancia que tiene esta en la seguridad de los vehículos, 16 identifican sistemas de seguridad activa y pasiva, 14 manifiestan que esta seguridad ayuda a la disminución del impacto causado por errores humanos y 12 que mejora la seguridad de los ocupantes, cabe destacar que 9 asocian el uso de la tecnología en los vehículos como una forma de poder generar una cultura vial. Lo encontrado en el análisis de esta red semántica apoya la postura manifestada por Quistberg, Miranda, & Ebel, (2010, p. 249) quienes mencionan, que la reducción de los accidentes de tránsito, analizada desde el factor vehículo y vías se debe al avance tecnológico que sobre estos componentes se realizan, como se mencionó anteriormente la tecnología es consecuencia de una mejor comprensión de las leyes físicas por lo que nuevamente en este contexto se fortalece la relación CTS.

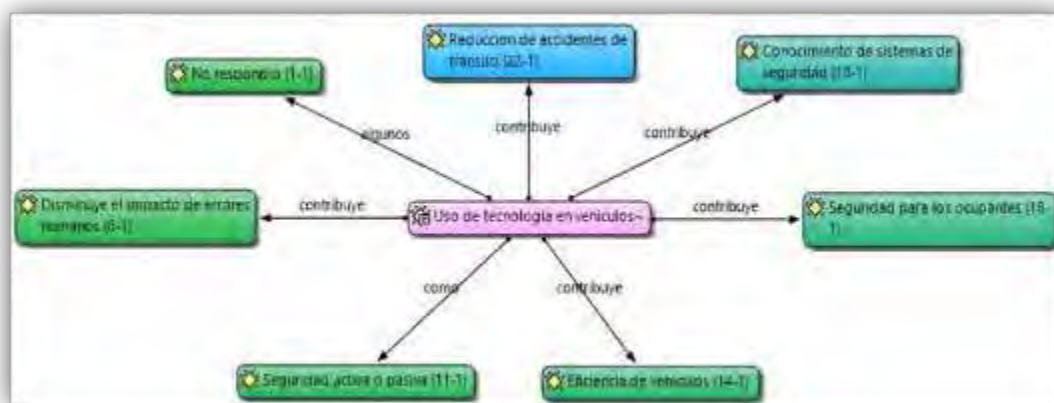


Figura 5.52. Red semántica grupo 6. Uso de la tecnología en los vehículos

El grupo de matemáticas expone los aportes que ha realizado la tecnología a la sociedad, en la solución de problemas particulares como la reducción de accidentes de tránsito, el desarrollo de nuevos sistemas de seguridad, en vehículos, y la eficiencia, energética, en seguridad, en comodidad y demás de vehículos, un tema muy cercano a la realidad del estudiante, pero con poca profundización en sus áreas de formación ordinarias las relaciones establecidas con el grupo 4 son igualmente significativas y de alguna forma son similares, reconocen los mismos conceptos con la misma importancia para la convivencia social y el desarrollo tecnológico planteado en el anterior análisis.

Para esta actividad se usó una simulación del movimiento de un hombre a fin de determinar la posición la velocidad y la aceleración.

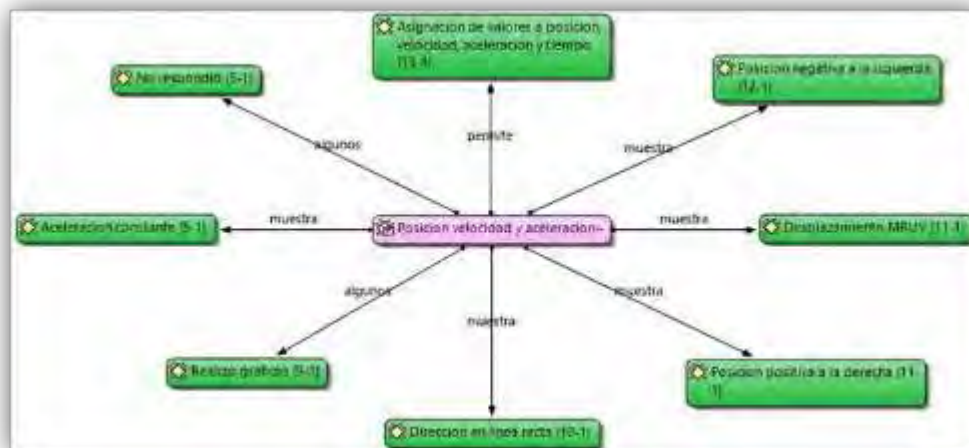


Figura 5.53. Red semántica grupo 4. Uso de simulaciones para comprender el cambio de posición, velocidad y aceleración.

En la situación planteada se encuentra que los principales conceptos cinemáticos se apropian de buena manera posición, aceleración y el tiempo en coherencia con lo definido por Giménez (1991, p. 125), para el grupo de ciencias 13 estudiantes le asignaron valores (posición, velocidad y aceleración), 12 marcan la posición negativa a la izquierda, 8 que el movimiento es rectilíneo uniformemente variado, 11 la posición positiva a la derecha, 10 que la dirección es en línea recta, 9 realizaron gráficos y tan solo 8 no respondieron.

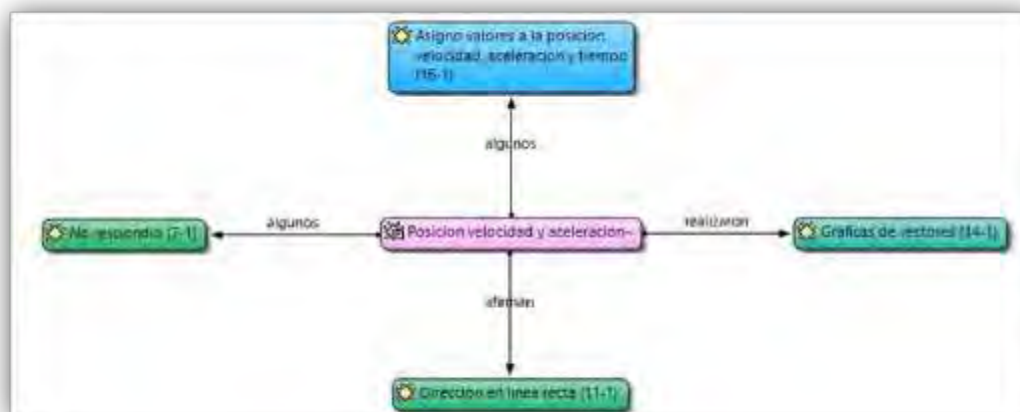


Figura 5.54. Red semántica grupo 6. Uso de simulaciones para comprender el cambio de posición, velocidad y aceleración.

La mayoría relaciona numéricamente, y vectorialmente la posición, velocidad y la aceleración, hay quienes las calculan mediante dichas relaciones, otros simplemente usan el modelismo gráfico aceptado también en la física para representar los fenómenos en cuestión, de las variables que de por sí son vectoriales. Esto coincide en cierta medida con lo planteado por el grupo 4, esta relación es clave en la mecánica debido a que son conceptos aplicados a varias situaciones de movimiento y modernizados de

acuerdo a las variables necesarias para el análisis de cada contexto, esto contribuye en la mejora de la competencia científica de identificación y relación de variables para encontrar otras que dependan de estas dándose en cierta medida lo planteado por Zea (1999, 132), que propone que en la visión moderna de la enseñanza de las ciencias se debe procurar la asociación de conceptos por parte de los estudiantes para construir o descubrir a partir de estos conceptos más complejos dependientes de los iniciales.

Mediante un problema Físico se busca reconocer los aspectos básicos del movimiento uniformemente variado y su comportamiento gráfico, y se plantea la situación así: Un auto sube el viaducto en Tunja en dirección hacia el centro de la ciudad con una rapidez de 54 km/h, la que mantiene constante mientras recorre el Puente. En el mismo instante otro auto ingresa lentamente al puente con una rapidez inicial de 10,8 km/h hacia Unicentro, acelerando a 1 m/s^2 . Si la longitud del puente es de 1838 m.

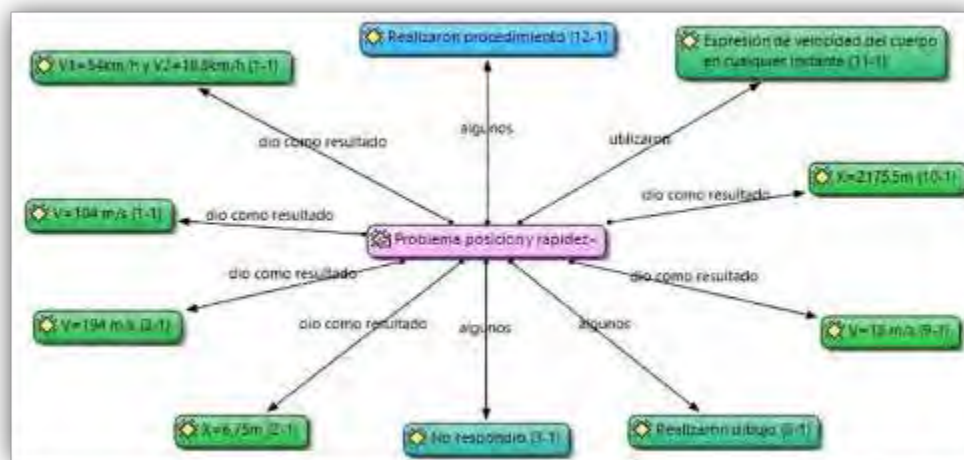


Figura 5.55. Red semántica grupo 4. Ejercicios de cálculo.

La grafica anterior representa las soluciones frente al siguiente ejercicio: Calcular: la posición donde se cruzan, la rapidez del auto que sube hacia el centro en el instante en que se cruzan, ¿qué comentario puede hacer de este resultado?

Los estudiantes del grupo de ciencias, obtuvieron resultados donde relacionaron los conceptos de manera adecuada y les permitió un cálculo matemático de la situación física. 12 realizaron un procedimiento, 11 apropiaron una expresión de la velocidad del cuerpo en cualquier instante, 8 realizaron un dibujo y tan solo 3 no respondieron. Esta actividad es interesante por su aplicación a un contexto mucho más real, conocido por los estudiantes e intrínseco a su contexto sociocultural, esto genero gran motivación en los estudiantes de los dos grupos y llevo a buenos resultados en este grupo, relacionando de manera coherente las variables, aplicando ecuaciones matemáticas, que como se trató en análisis anteriores permiten la comprensión o descripción teórica del fenómeno, además de predecir algunas características del mismo, algunos estudiantes llegaron a analizar incluso con el gráfico, lo que indica que han adquirido la competencia científica de generar modelos, y construir esquemas para el abordaje de situaciones problemas tal como se ha presentado en la teoría anteriormente referenciada.

Para el grupo de matemáticas, existen dificultades en la resolución de problemas, al parecer los conceptos están muy claros, pero a la hora de explicarlos matemáticamente, cambia totalmente el panorama, en este caso la tendencia fue ignorar la pregunta.

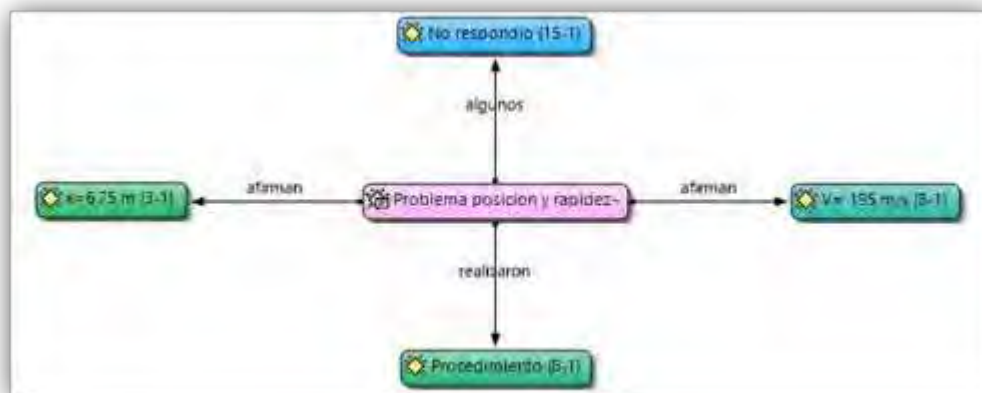


Figura 5.56. Red semántica grupo 6. Ejercicios de cálculo

El perfil de acción de este grupo difiere sobre el de ciencias, en cuanto este grupo plantea análisis matemáticos inmediatos, dejando de lado un poco la comprensión del fenómeno, acá no hay análisis gráfico, lo que permite ver la necesidad de generar e impulsar el uso de gráficos de apoyo, de modelos esquemáticos que permitan entender en pocas palabras lo que está sucediendo, de manera que se generen estructuras mentales conforme con lo sugerido por Gutiérrez (2016, p. 215), estructuras que facilitan el reconocimiento de las variables que se deben vincular y la proposición o planteamiento de la ecuación matemática para su abordaje, este proceso no fue tan exitoso en el grupo 6, se cree lo anterior a paradigmas cognitivos derivados posiblemente de experiencias desde la secundaria. Existen factores asociados al movimiento de un vehículo acá se intentaba indagar los factores que influyen en la aceleración de un vehículo.

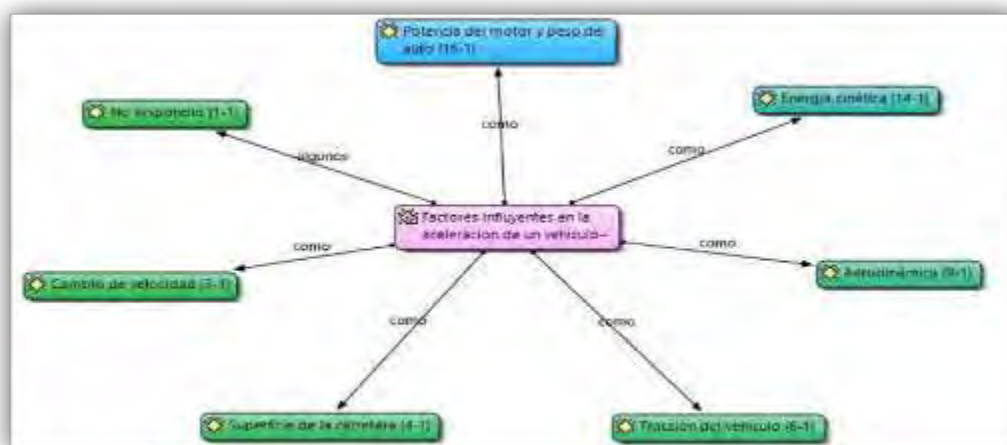


Figura 5.57. Red semántica grupo 4. Factores que influyen en la aceleración de un vehículo

La figura 5.57 representa las respuestas de la actividad que solicitaba: Investigar qué factores influyen en la aceleración de un vehículo, y determinar si existe alguna relación con el número de accidentes de tránsito. Justifica la respuesta.

Al respecto se puede observar que los factores dominantes en la aceleración de un vehículo se analiza que en su mayoría los participantes del grupo 4, responden que están ligados a la potencia del motor que es un poco la relación planteada por Wildi, (2007, p. 53) respecto a la relación de maquina con potencia del motor, esto es acertado hasta cierto punto, si el enfoque que se le da a la pregunta es el análisis mecánico aplicado, un enfoque tomado por cerca de 16 estudiantes, si la situación se aborda desde una visión de la física teórica ya se contemplan conceptos como el cambio en la velocidad 3, a la energía cinética 14, 6 a la tracción del vehículo y a la aerodinámica en general un total de 9. Aquí se observa que existe optimo conocimiento de múltiples condiciones físicas que pueden incidir en la aceleración de un automotor esto es importante porque evidencia un enfoque inductivo en el aprendizaje, en el que de conceptos anteriores se van obteniendo conceptos un poco más elaborados en cuanto los mismos dependen de conceptos planteados anteriormente, nuevamente el análisis en este caso es en su mayoría conceptual para este grupo

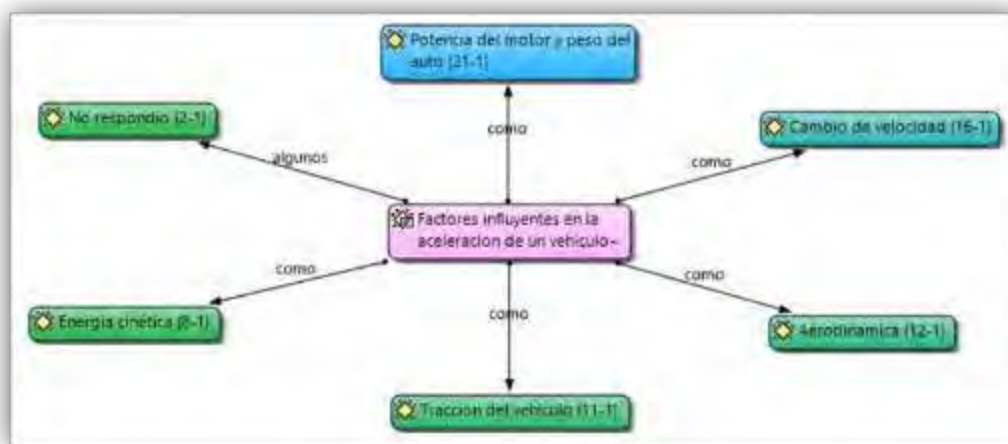


Figura 5.58. Red semántica grupo 6. Factores que influyen en la aceleración de un vehículo.

Los estudiantes del grupo 6 comprenden la relación entre la potencia y el movimiento del auto, así como las diferentes fuerzas que intervienen sobre el mismo, y que ocasionan un cambio o variación en la velocidad, plantean unas características de los autos que les permiten ser más veloces, como el diseño aerodinámico. Estas relaciones de a algún modo coinciden con el enfoque teórico conceptual del grupo 4, avance importante ya que se esperaba un abordaje más matemático y modelizado por parte del grupo 6 que como ha evidenciado en anteriores redes, tiene la tendencia a este abordaje, esto puede indicar una apropiación conceptual intrínseca al desarrollo de la unidad, y un cambio paradigmático en la forma de abordar las preguntas.

Para esta pregunta se buscaba colocar a los estudiantes frente a una situación real que sucede a diario en las vías, el cruce de un peatón y desde ahí establecer las condiciones cinemáticas en la conducción.

La siguiente figura representa la actividad: En situaciones propias de la conducción de vehículos se hace importante las condiciones cinemáticas presentes a fin de evitar colisiones, analiza el siguiente problema y explica tus conclusiones de las situaciones físicas que pueden surgir del mismo: un conductor atento observa a una distancia un anciano cruzando la vía. ¿Qué espacio probable tendría para poder frenar y para no atropellarlo?

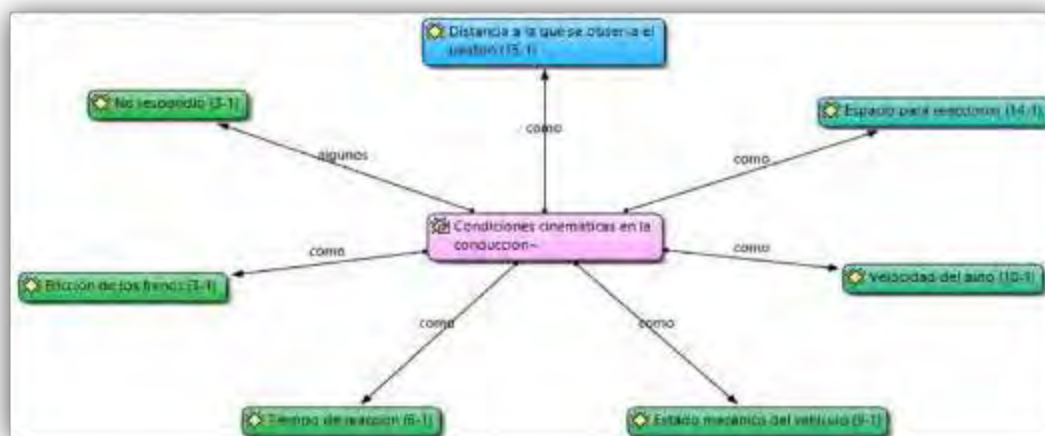


Figura 5.59. Red semántica grupo 4. Situaciones propias de la conducción de vehículos

Las condiciones cinemáticas en la conducción los estudiantes del grupo 4 encuentran que la distancia, la fricción, el espacio y el tiempo son preponderantes. Estas variables también son contempladas en la literatura por Norza, Granados, Useche, Romero, & Moreno, (2014, p. 162)), es importante esta relación en cuanto los conceptos vinculados son partes importantes estudiadas por la mecánica clásica, es decir se establece la aplicación de los mismo en el contexto particular de los accidentes de tránsito, los demás conceptos coinciden con los de Norza et al (2014, p. 168); sin embargo mantienen su enfoque con más ahínco en el factor humano; 14 lo atribuyen al espacio para reaccionar, 15 a la distancia a la que se debe observar un peatón cuando cruza la calle, 9 al estado mecánico del vehículo y 8 a los tiempos de reacción. Acá se puede visualizar que se logran vincular las condiciones cinemáticas con los tres factores preponderantes en un accidente de tránsito, la vía, el hombre y el vehículo.

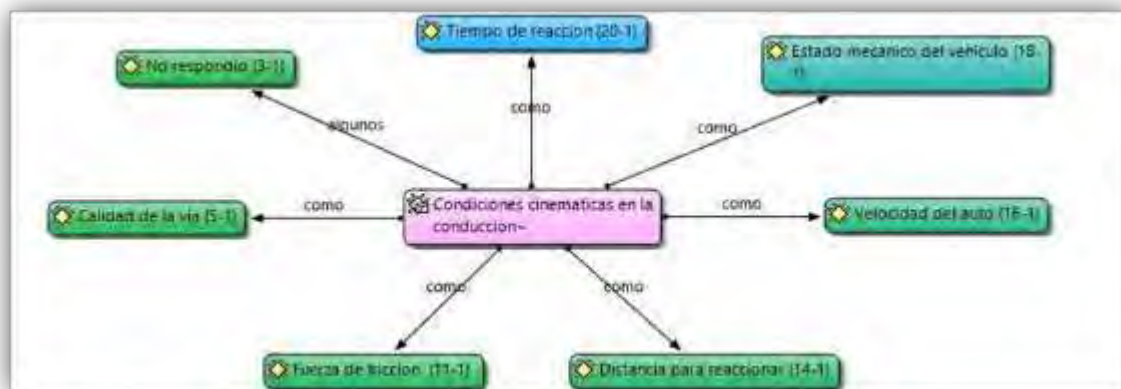


Figura 5.60. Red semántica grupo 6. Situaciones propias de la conducción de vehículos

Los estudiantes de matemáticas plantean condiciones cinemáticas importantes, siendo la más relevante para el caso de la conducción el tiempo de reacción, el estado mecánico que posibilita la eficiencia en la velocidad del mismo, el estado de la vía, y ligado a ello reconocen fuerzas presentes tales como las de fricción, y hablan de la necesidad de la pericia del conductor en el planteamiento de la capacidad de reacción. Este grupo al igual que el 4 también se enfoca en los tres factores importantes en la comprensión y análisis de los accidentes de tránsito, la vía, el vehículo y el factor humano, todos introducidos en un contexto particular, con unas condiciones específicas, que influirán de acuerdo a como lo plantea la teoría y los estudiantes en consecución de la misma, destacando que los grupos tienen pleno progreso en comprender los actores principales a la hora de investigar un accidente de tránsito.

En la Reconstrucción de un accidente de tránsito el perito debe identificar los aspectos relevantes con el fin de poder aplicarlos en modelos matemáticos y físicos tales como: la huella de frenado, el tiempo de reacción y el coeficiente de fricción. Es así como se preguntó a los estudiantes el que se entiende por huella de frenado.

La huella de frenado del vehículo para 12 estudiantes del grupo 4 manifiestan se origina como transferencia de energía entre las llantas y la vía, 4 establecen que es importante para determinar la velocidad, su análisis físico como un fenómeno de transferencia de energía 2 estudiantes afirman lo anterior diciendo que la huella se produce por calentamiento y fricción de los neumáticos. Las relaciones acá planteadas demuestran de forma intrínseca la apropiación de los conceptos de energía, y la ley de la conservación de la energía, que se plantea en cualquier texto de física de manera abstracta (Flores et al, 2015, p. 36) acá con la diferencia que lo apropian desde un contexto particular, casi que por redescubrimiento del concepto, obviamente se deben considerar conocimientos previos del estudiante respecto a las fuerzas de fricción pero las implicaciones de la relación teórica conceptual con el contexto real son muy valiosas en el aprendizaje de la física.

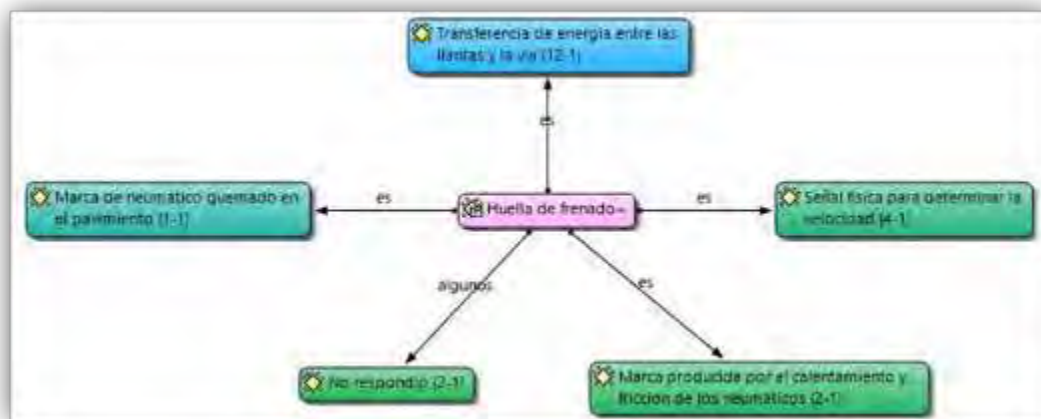


Figura 5.61. Red semántica grupo 4. ¿Qué entiende los estudiantes por huella de frenado?

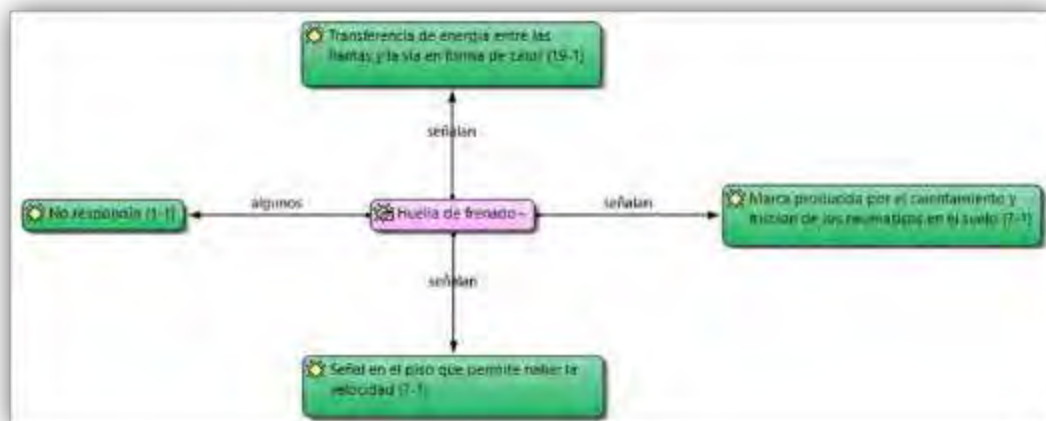


Figura 5.62. Red semántica grupo 6. ¿Qué entienden los estudiantes por huella de frenado?

Se reconoce la huella de frenado como un efecto de la transformación de la energía, una relación a priori muy técnica y física, además de aclarar que mediante esta marca dejada en la vía, se puede calcular la velocidad de un vehículo, cualquiera que la hubiese provocado. El grupo 6 también plantea conocimientos de la física en el entendimiento o comprensión de la huella de frenado, citando relaciones con la transferencia de energía, e incluso plantean la posibilidad de que exista un modelo que permita vincular otras variables desconocidas a partir de las ya conocidas de fricción, y transferencia de energía, plantean que es posible calcular la velocidad del vehículo a partir del análisis y comprensión de la huella de frenado la que está muy de acuerdo con la teoría y este resultado determina un logro en la aplicación de esta unidad casi que por inducción.

Un parámetro determinante y alisado en casi todos los modelos de cálculos de velocidades en accidentes de tránsito es el origen y determinación del coeficiente de fricción parámetro derivado de condiciones de la vía y el vehículo.



Figura 5.63. Red semántica grupo 4. Coeficientes de fricción

En la actividad: Investiga el origen y como se determinan los coeficientes de fricción, en el grupo de ciencias 14 estudiantes encuentran que se debe a la oposición al deslizamiento en una superficie en coherencia con la tercera ley de Newton. Las fuerzas de fricción son de origen electromagnético y su valor depende del coeficiente de rozamiento y de la fuerza normal. 12 utilizan ecuaciones para explicarlo como lo plantea Pietrocola, (2002, p. 113) surgen de la comprensión física del fenómeno, y que permiten la generalización para el abordaje del mismo en diferentes contextos, el llegar a formular o colocar ecuaciones, si estas son debidamente comprendidas quiere decir que existe un avance en la comprensión matemática del concepto, este grupo se ha caracterizado por su apropiación conceptual y en este nivel de la unidad empiezan a proponer análisis un poco más matemáticos, lo que demuestra una evolución entre sus planteamientos iniciales y los posteriores en obediencia a la utilidad de la unidad didáctica. 11 afirman que es debido a características propias de los materiales y 16 que dependen de la naturaleza de la superficie en contacto, es decir los estudiantes comprenden de manera general la dependencia efectiva de los coeficientes de fricción con las áreas en contacto y los tipos de materiales.



Figura 5.64. Red semántica grupo 6. Investiga Coeficientes de fricción

Para el grupo 6 estos relacionan el coeficiente de fricción con las características particulares de materiales en contacto y en movimiento relativo entre ellos. En el caso del movimiento de vehículos, con las características de la vía el estado de los neumáticos, y su peso. Dicha fuerza se opone al movimiento, es decir que pueden de alguna manera identificar algunas fuerzas importantes que actúan sobre un móvil

interactúan, además establecen el concepto desde la visión newtoniana del análisis de fuerzas como se oponen al movimiento debido a la interacción de las partículas.

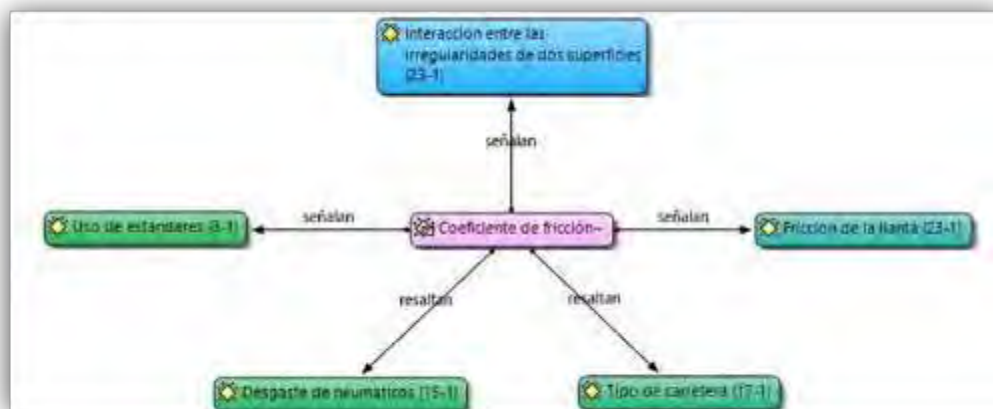


Figura 5.67. Red semántica grupo 6. Determinación de los coeficientes de fricción en vehículos.

El grupo de matemáticas plantea relaciones específicas para el coeficiente de fricción de un automóvil, reconociendo que el mismo se da entre dos superficies con particularidades y características, ocasionando una fricción sobre la llanta, dependiendo del tipo de carretera, y el desgaste de los neumáticos. El enfoque que proponen los dos grupos es coherente e importante en la comprensión de la física en cuanto relacionan las principales leyes de la física newtoniana de manera aplicada a un contexto particular, consecuencia de esto resultara más fácil la comprensión de otros fenómenos y propiedades físicas de los sistemas a futuro.

Retomando el caso anterior se busca analizar las fuerzas que intervienen en una frenada. En los resultados se puede destacar que los participantes del grupo 4 identifican el peso 16 estudiantes, 15 la fuerza normal, 14 realizaron dibujos para entender la situación, 11 escribió ecuaciones, 10 a la fuerza de fricción, como las principales fuerzas que actúa en la frenada del vehículo otros asocian conceptos como la energía cinética y el trabajo con un total de 9, solo 2 no respondieron la pregunta. Se planteó anteriormente que los estudiantes relacionaban principios físicos relacionados con las fuerzas en la aplicación al contexto de frenado, en este ítem los estudiantes demuestran esa apropiación conceptual, vinculándola con el análisis gráfico de diagramas de fuerzas, la ubicación de las fuerzas y de una forma más clara definen las fuerzas que efectivamente se vinculan al proceso de frenado de un vehículo.



Figura 5.68. Red semántica grupo 4. Factores que intervienen en la frenada de un vehículo



Figura 5.69. Red semántica grupo 6. Factores que intervienen en la frenada de un vehículo

Los participantes del grupo de matemáticas proporcionan información acerca de las fuerzas que intervienen en la frenada, relacionando las mismas por medio de esquemas y explicación textual, incluyendo la fricción, el peso del vehículo, y la fuerza normal. Aplican además ecuaciones sencillas de la física para describir el diagrama de fuerzas y la obtención de las mismas. Las respuestas de los dos grupos coinciden en gran medida con el agregado de que el grupo seis postula modelos gráficos que no había planteado en otras situaciones, esto refleja un progreso en el abordaje de las preguntas contextuales, y la aplicación de modelos gráficos como postulan Greca & Moreira (1998, p. 119), el cual contribuye a una mejor comprensión física del movimiento, así como la claridad mental respecto a las variables incluidas en su análisis. Un factor importante en un vehículo es el sistema de frenos acá se buscaba indagar acerca de la influencia del sistema de frenos.

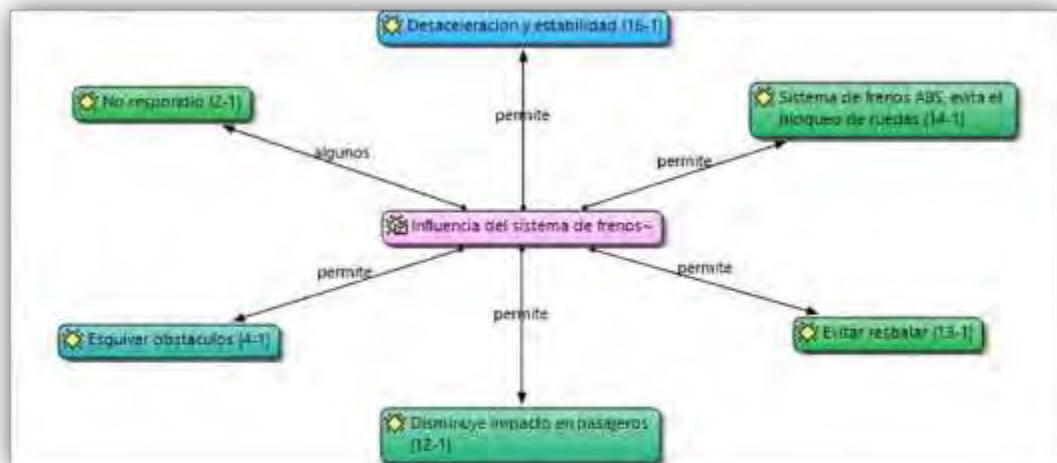


Figura 5.70. Red semántica grupo 4. El sistema de frenos.

En la influencia del sistema de frenos los estudiantes del grupo de ciencias en su gran mayoría lo asocian a mejorar las condiciones de estabilidad y desaceleración y reconocen sistemas como los ABS 14 estudiantes lo manifestaron, permiten una frenada más segura y efectiva y una desaceleración y estabilidad 16 estudiantes, 13 manifiestan que es estos sistemas evitan resbalar el vehículo y 4 a esquivar obstáculos.

Lo anterior denota que los estudiantes reconocen el avance tecnológico en los sistemas de frenado, y su relación con la seguridad humana, es decir ven la aplicación de la ciencia en este caso la comprensión de las leyes de la física para el desarrollo tecnológico, que impacta de manera positiva a la sociedad, además de reconocer que la comprensión científica de un fenómeno o situación problema ayuda a resolverlo, un poco lo que propone el enfoque didáctico CTS.



Figura 5.71. Red semántica grupo 6. El sistema de frenos.

Para el grupo de matemáticas estos teorizan la influencia de los frenos, planteando que impiden el movimiento, reconocen tipos de frenos, como los ABS, que evitan el bloqueo de las ruedas, la maniobrabilidad, su impacto sobre los pasajeros y la seguridad que dependen de ellos. Los estudiantes

del grupo seis logran el nivel de relación conceptual entre los factores de ciencia y comprensión del fenómeno desde un punto de vista empírico para el desarrollo de innovaciones tecnológicas que permitan repercutir de manera positiva con la sociedad, en concordancia con lo que el grupo 4 logra también desarrollar.

Uno de los movimientos que podemos asociar con una gran cantidad de fenómenos en nuestro entorno es el Movimiento Circular, acá se buscaba que los estudiantes reconocieran las características y consideraciones para este movimiento.

Frente al desarrollo de un ejercicio de movimiento circular.

Un vehículo con unas ruedas de 30 cm de radio acelera desde 0 km/h a 100 km/h en 5 segundos.



Figura 5.72. Red semántica grupo 4. Calcular: a) las vueltas que da en ese tiempo cada rueda b). El módulo de la velocidad angular para un tiempo de 3 segundos). c) El módulo de la aceleración normal para el tiempo de 5 segundos.

Para esta situación el análisis del movimiento circular, los participantes de ciencias ante la situación planteada en su mayoría realizan el procedimiento adecuado con un total de 10 estudiantes, 8 realizaron cálculos numéricos, para solucionar el problema y obtienen los resultados. Es relevante mencionar el avance que los estudiantes están teniendo en el abordaje de las situaciones problema, en este caso los mismos dan solución vinculando cada uno de los componentes que se han mencionado y referenciado con anterioridad, el análisis gráfico, conceptual y matemático.



Figura 5.73. Red semántica grupo 6. Calcular: a) las vueltas que da en ese tiempo cada rueda b). El módulo de la velocidad angular para un tiempo de 3 segundos). c) El módulo de la aceleración normal para el tiempo de 5 segundos.

Ante los ejercicios del movimiento circular, los alumnos de matemáticas presentan dificultades para su resolución, la temática puede estar comprendida, sin embargo, les es difícil, aplicar modelismos matemáticos que les permitan el abordaje y solución de dichas situaciones problema. Sorprendentemente el grupo seis está mejorando en cuanto a la comprensión y abordaje conceptual de las temáticas sin embargo parece ser que a este nivel descuidaron la comprensión matemática, es decir que a diferencia del grupo 4 el grupo seis aún no ha encontrado el equilibrio entre el abordaje, gráfico, conceptual y matemático.

Para esta pregunta se buscaba establecer las condiciones de un movimiento circular colocando un ejemplo de un vehículo en movimiento y su relación con otros movimientos.

Las condiciones que rigen el movimiento circular uniforme lo describen de muy buena forma los participantes del grupo 4, se destacan las respuestas como velocidad tangencial con un total de 12 y la velocidad angular, 10 lo atribuyen a la fuerza centrífuga, 11 realizaron gráficos y 5 marcan los vectores en el movimiento, esto demuestra un avance en la comprensión gráfica y la realización de modelos gráficos para el análisis físico, además de la apropiación conceptual que los estudiantes manejan respecto a algunas variables vinculadas en este tipo de movimiento estas coinciden en gran medida con las postuladas por libros de texto comúnmente utilizados como el de Serway & Jewett (2008, p. 421), lo que indica una buena relación entre el modelismo y el avance conceptual en la comprensión de este tipo de movimiento.

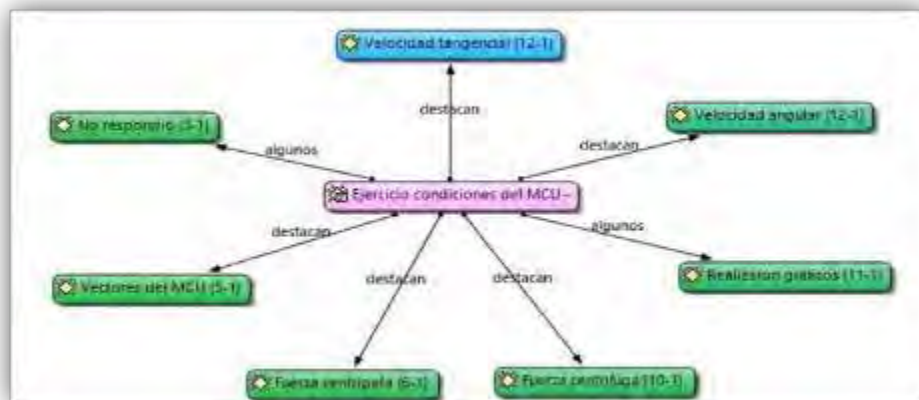


Figura 5.74. Red semántica grupo 4. Representación del movimiento circular uniforme.

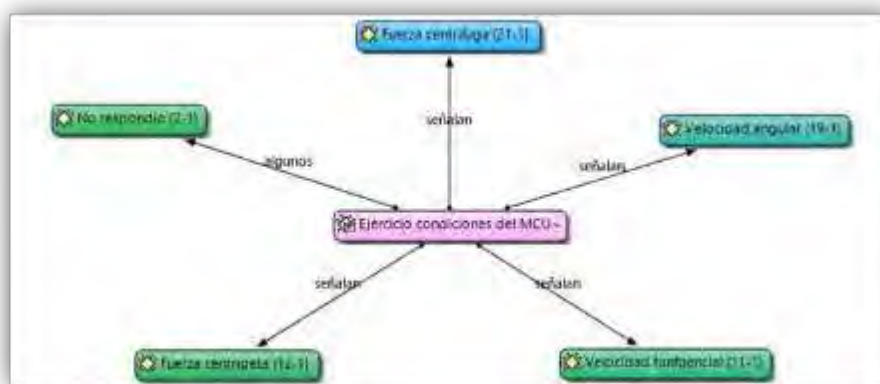


Figura 5.75. Red semántica grupo 6. Representación del movimiento circular uniforme.

La mayoría de los estudiantes del grupo 6 asocian conceptos como la fuerza centrífuga, en el ejercicio, además de la velocidad angular y la fuerza centrífuga, y en menor cantidad la velocidad tangencial, esto muestra además un conocimiento específico de las principales características analizables en un sistema como el propuesto relacionado con el movimiento circular uniforme. En este caso los dos grupos demuestran un consenso frente a las variables que intervienen en el fenómeno planteado, el grupo seis mejoras respecto a su representación esquemática o gráfica para la comprensión de fenómenos físicos, esto es importante porque les permitirá un avance significativo en cuanto a la metodología para abordar las situaciones problema una competencia científica que se puede extrapolar a otros contextos de su vida profesional.

Para las características de diseño y circulación de una vía se hace muy importante conocer aspectos como el peralte de una vía, en esta preguntaba se pretendía que se hiciera por parte de los participantes una investigación acerca del concepto de peralte y si este influía en la ocurrencia de un hecho de tránsito.

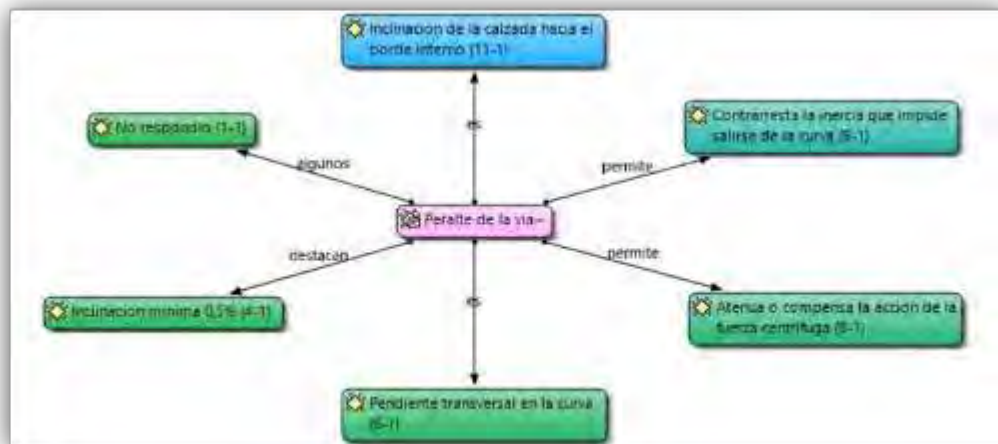


Figura 5.76. Red semántica grupo 4. peralte de una vía y accidentalidad

Para la descripción del peralte de la vía y su importancia un número de 11 estudiantes de ciencias afirman que es la inclinación de la calzada hacia el borde interno, mientras que otros se inclinan a deducir que es una condición propia de la vía para que el vehículo por acción de la inercia lo hacen afirmando que esto impide que no se salgan de los vehículos que atenúa o compensa la acción de la fuerza centrífuga.

Es de resaltar de que a pesar que falta relacionar una mayor cantidad de componentes del peralte vial indicados entre otros autores por Grisales (2015, p. 60), se mencionan los aspectos físicos más relevantes en el análisis de los mismos, se rescata que se realizan algunas precisiones al parecer hipotéticas sobre las variables que contrarresta el peralte de la vía, se vinculan nuevamente conceptos de velocidades propias del movimiento circular con el contexto de uno de los factores que debe analizar un perito físico, la vía y en particular las curvas que la misma presenta.



Figura 5.77. Red semántica grupo 6. Peralte de una vía y accidentalidad

La mayoría de los estudiantes de matemáticas reconocen el peralte de la vía como la inclinación que la misma debe tener para compensar y contrarrestar la aceleración centrífuga que adquiere un vehículo al tomar una curva, características físicas que se relacionan con el movimiento circular uniforme

esto es consistente para los dos grupos. Importante, que de allí UE le encuentren sentido a los avances y conjeturas científicas que de alguna forma ya están en el contexto, pero sobre las cuales no se tienen razones claras ni argumentación científica.

Para esta pregunta se utilizó una simulación tomada de la página de Walter-fenda, para determinar condiciones de movimiento circular uniforme.



Figura 5.78. Red semántica grupo 4 condiciones físicas en el movimiento circular uniforme.

Las condiciones físicas que influyen en el movimiento circular uniforme en gran medida son descritas por los estudiantes de ciencias, algunos lo hacen con representaciones graficas de los vectores con un total de 5, para 6 estudiantes lo hacen en representaciones de variables en función del tiempo, 8 establecen las condiciones del MRU y 10 estudiantes se les presentan dificultades para fijar las condiciones propias del movimiento descrito en este nivel los estudiantes identifican componentes significativos del movimiento circular uniforme, es posible que consecuencia del ítem anterior a los estudiantes se les facilite el análisis gráfico, vectorial y matemático del mismo y que una vez visto este movimiento en contexto de la física forense relacionen las variables que intervienen en este fenómeno más fácilmente.

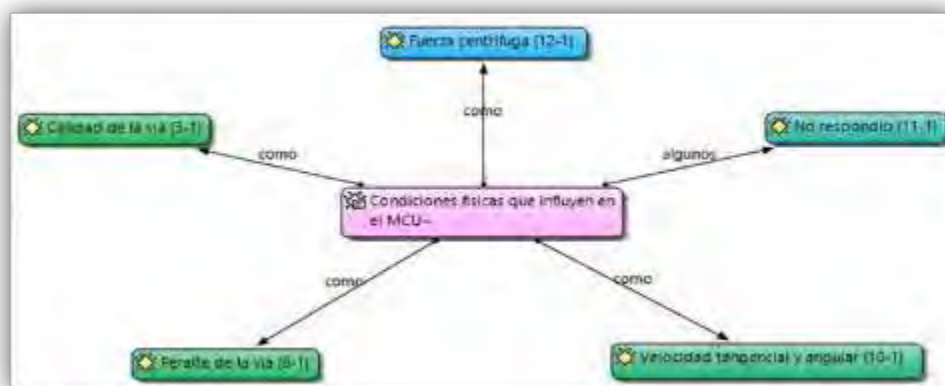


Figura 5.79. Red semántica grupo 6. condiciones físicas en el movimiento circular uniforme.

Ante la física del movimiento circular uniforme la mayoría de los estudiantes del grupo de matemáticas asocian conceptos como la fuerza centrífuga, además de la velocidad angular y la fuerza centrípeta, y en menor cantidad la velocidad tangencial, esto muestra además un conocimiento específico, aunque también un alto número de estudiantes no plantean ninguna condición al respecto de dicho movimiento, otros traen acotación elementos un poco más específicos que tienen que ver con el peraltaje de la vía y la calidad de la misma.

Para esta situación se buscaba que los participantes reconocieran los conceptos de fuerza y como se aplican a través de las leyes de la mecánica a situaciones cotidianas, interpretando una afirmación dada y así plantear la siguiente pregunta. ¿Cómo utilizamos las leyes de Newton en la reconstrucción de accidentes de tránsito?



Figura 5.80. Red semántica grupo 4. Relación de fuerzas y movimiento

La mayoría de estudiantes para el grupo 4 reconocen las fuerzas que intervienen en el movimiento y coinciden 17 en afirmar que es la primera ley de Newton la que se destaca en la situación planteada. 9 a que la fuerza mayor de fricción, 5 a la inercia y los marcos de referencia y 4 a la acción de una fuerza para alterar su estado.

En las respuestas anteriores se puede afirmar que si bien los estudiantes identifican las posibles fuerzas que actúan en un movimiento, estas no permiten ubicar su efecto en las diferentes situaciones de estados de movimiento.

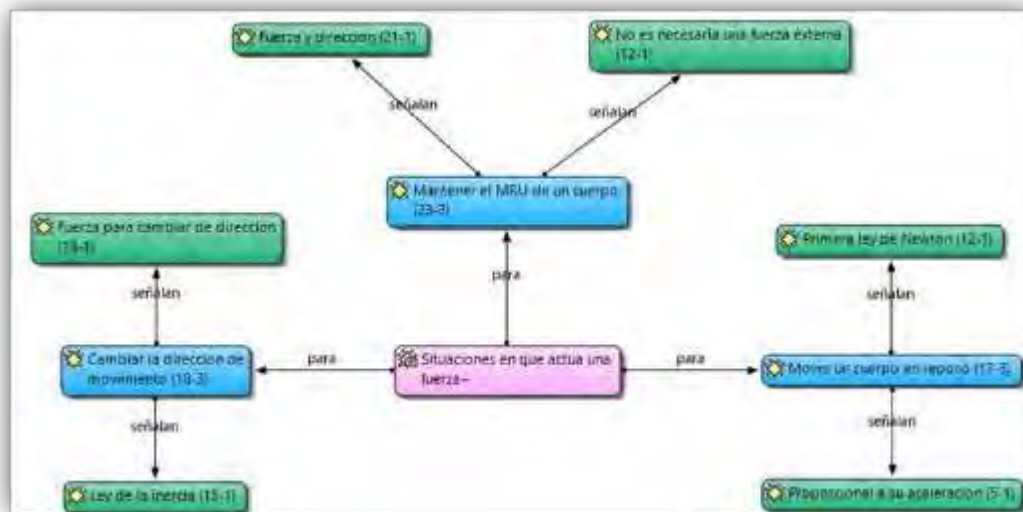


Figura 5.83. Red semántica grupo 6. Dinámica del movimiento

Los estudiantes de matemáticas plantean una serie de situaciones en las cuales intervienen fuerzas la más significativa la relacionada con el movimiento rectilíneo uniforme, en el que las fuerza y la dirección están planteados desde la no necesidad de una fuerza externa para estar en movimiento, en menor medida en lo particular al cambio direccional del movimiento relacionado con la ley de inercia y la fuerza como necesidad para el cambio de dirección y también para iniciar el movimiento de un sistema en reposo. Es importante resaltar como los estudiantes vinculan en cierta medida la interacción de las fuerzas con un contexto un poco más lejano como el envío de una nave al espacio, situación que de pronto únicamente se ha acotado desde las publicaciones que hacen los medios de comunicación. Esto indica que los estudiantes son capaces de extrapolar conocimientos que han adquirido en el contexto particular de la física forense a situaciones un poco más complejas y lejanas que también tienen que ver con el desarrollo tecnológico de la humanidad.

Los participantes del grupo 4 en gran número logran identificar las principales fuerzas que intervienen en la situación física algunas de ellas como la normal 18 estudiantes, la fricción 18 estudiantes, la tensión 17 estudiantes, la gravedad 16 estudiantes, elástica 14 estudiantes, el peso 16 estudiantes, fuerzas elásticas 14 estudiantes, fuerza eléctrica 12 estudiantes y otros los asociaron al cuerpo humano, 4 a la fuerza muscular entre otras. En este apartado se aprecia como las principales fuerzas que se relacionan son las propias de la mecánica newtoniana, sin embargo, se dejan de lado fuerzas como la nuclear débil y fuerte, es decir que por parte de los contextos de la física mecánica son varias las fuerzas que se identifican, producto quizás del avance en la comprensión de los fenómenos ocurridos en la física forense.

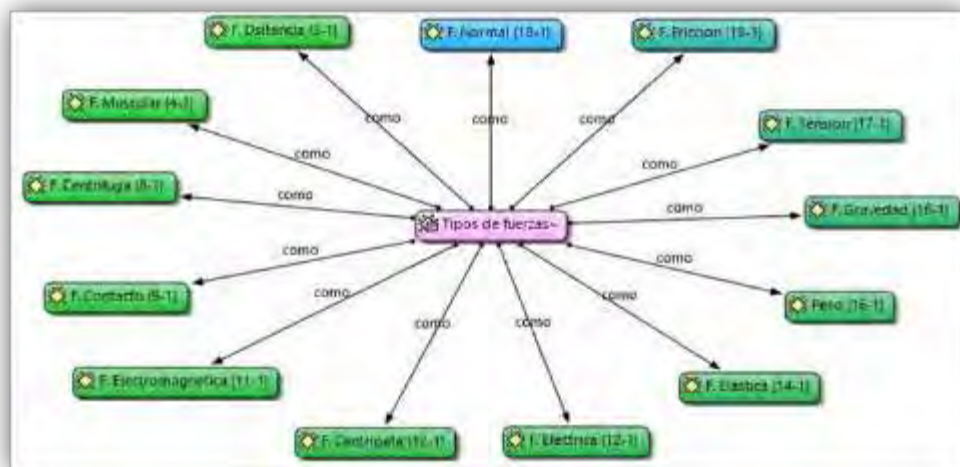


Figura 5.84. Red semántica grupo 4. Cita los tipos de fuerza que conozcas.

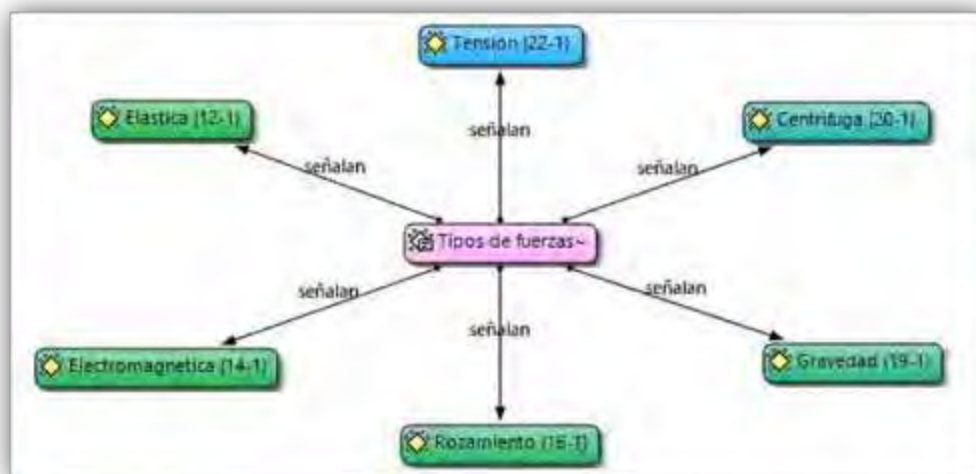


Figura 5.85. Red semántica grupo 6. Cita los tipos de fuerza que conozcas.

Los estudiantes del grupo 6 identifican las posibles fuerzas que actúan en un sistema, manteniendo una relación preferencial por la tensión, referenciando además otras fuerzas ya analizadas anteriormente como la centrífuga y el rozamiento, evidencian además conocer tipos de fuerzas como la de rozamiento, la electromagnética y la elástica, algunos estudiantes plantean la gravedad como una fuerza, evidentemente se refieren a la fuerza de atracción gravitacional que depende de la masa. La relación de conceptos no varía de manera significativa entre el grupo seis y el grupo 4 esto indica que de alguna manera ellos relacionan los conceptos de fuerzas de la mecánica clásica producto quizás como se mencionó anteriormente del avance en la unidad didáctica de física forense.

5.1.9 Proposición del concepto de fuerza más apropiado.

Para este apartado se propone lo siguiente: La definición aristotélica de fuerza puede resumirse diciendo: «La fuerza es la causa del movimiento, de la velocidad que tiene un cuerpo». Propone una definición más adecuada a partir de las experiencias de Galileo.



Figura 5.86. Red semántica grupo 4. Definición de fuerzas.

Se encontró que los participantes de ciencias apropian la situación por la cual los cuerpos cambian su estado de movimiento que es debido a la acción de una fuerza, e intentan asociarlo a alguna ley de la dinámica, en este caso 12 a la ley de la inercia, 14 a la causa que modifica el movimiento de un cuerpo, y 5 a la acción que hace que se altere el estado de un cuerpo.

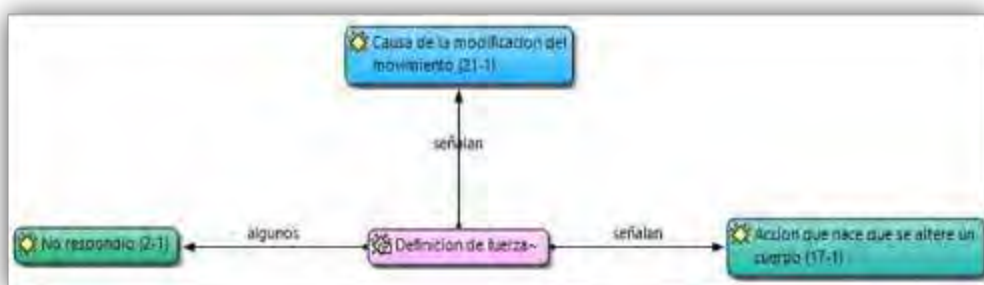


Figura 5.87. Red semántica grupo 6. Definición de fuerzas

Para definir la fuerza, acuden al movimiento y como este se modifica con 21 estudiantes de matemáticas y la plantean en función de este concepto relacionando que es la causa de modificación del mismo, o es la acción que altera un cuerpo con un total de 17, observándose como resultado de parte del grupo de ciencias una mejor definición de la fuerza en comparación con el grupo de matemáticas.

5.1.10. Explicación de hecho de la vida cotidiana.



Figura 5.88. Red semántica grupo 4. Explicación de hechos de la vida cotidiana.

Pregunta 5.

A partir de la nueva definición de fuerza, trata de explicar algún hecho de la vida cotidiana que parece poner en cuestión el primer principio, como el hecho de que sea necesario que un caballo estire de un carro con una fuerza constante para desplazarse con un movimiento rectilíneo y uniforme.

Los participantes del grupo 4 plantean ejemplos de la vida cotidiana donde se pueda evidenciar la acción de una fuerza algunas son el tirar la rienda de un caballo con 13 estudiantes, montar en bicicleta 12 estudiantes, 7 al ejerció muscular y 4 a empujar un carro.



Figura 5.89. Red semántica grupo 6. Explicación de hechos de la vida cotidiana.

En este punto los estudiantes del grupo 6 relacionan elementos de la vida cotidiana, con el movimiento y las fuerzas actuantes sobre los mismos, la mayoría tienen que ver con medios de transporte

y en general casi todos relacionan un tipo de movimiento específico, para ambos grupos demuestran que tienen una excelente contextualización y asociación del concepto de fuerza a situaciones del mundo que los rodea.

Pregunta 6.

Deduce cuánto debe valer la resultante de varias fuerzas aplicadas a un cuerpo para que se mantenga en equilibrio. Deducción del equilibrio de un cuerpo

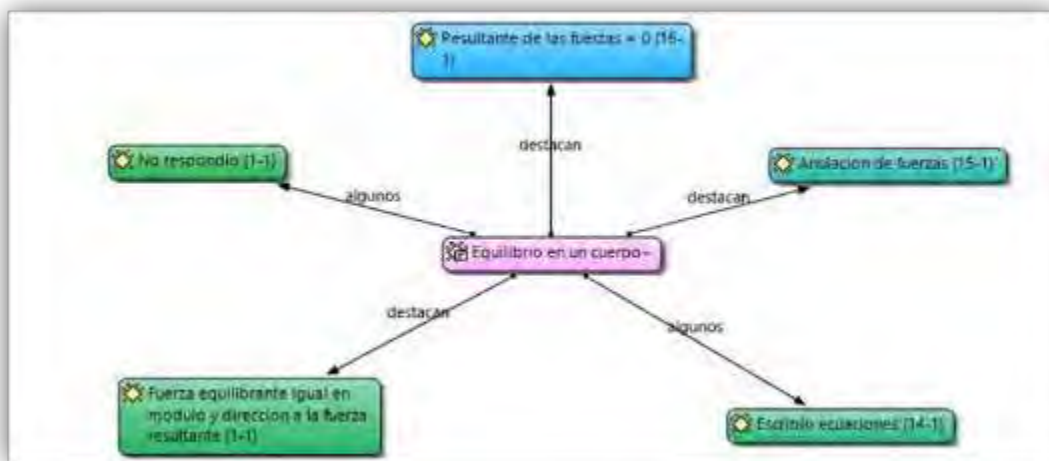


Figura 5.90 Red semántica grupo 4. Deducción del equilibrio de un cuerpo.

La condición de equilibrio de los cuerpos es bien reconocida y entendida en la medida que se muestra que es debido a la resultante nula de las fuerzas en un sistema 16 estudiantes de ciencias lo manifestaron, 14 escribió ecuaciones, acá de muestra una tendencia a intentar explicar varios fenómenos con modelos matemáticos.



Figura 5.91. Red semántica grupo 6. Deducción del equilibrio de un cuerpo

La mayoría relacionan el equilibrio de un cuerpo con un estado de reposo en el que se anulan las fuerzas entre sí, también hablan de equilibrio ante la igualación de las fuerzas. Por otro lado, es significativo el hecho de que asocian matemáticas a las explicaciones, ecuaciones de sumatorias de fuerzas que dan cero, que es una alternativa numérica a la explicación de la anulación de las fuerzas. Ambos grupos 4 y 6 establecen de manera adecuada la relación de equilibrio para la restante de varias fuerzas mejorada lograda con el avance de la unidad didáctica.

Pregunta 7.

¿Crees que puede ser de alguna utilidad el estudio de la estática? ¿Por qué? Pon algún ejemplo.

Utilidad del estudio de la estática



Figura 5.92. Red semántica grupo 4. Utilidad del estudio de la estática

Para el estudio de la estática un importante número de estudiantes de ciencias la considera como aquella que estudia el equilibrio de fuerzas en los sistemas físicos 15 en total, y otro grupo establece que la estática determina la fuerza resultante de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos 9 estudiantes, algunos lo entienden con las variables que hacen que un cuerpo esté en reposo.



Figura 5.93. Red semántica grupo 6. Utilidad del estudio de la estática

El grupo de matemáticas reconoce el papel de la estática en el estudio de los cuerpos en equilibrio o aquellos cuerpos sobre los cuales no actúan fuerzas o las que actúan se anulan entre sí, además la relacionan como una parte de la mecánica newtoniana ya que a su vez plantean la ausencia de movimiento, una relación importante entre fuerzas y movimiento que da cuenta de la comprensión de las leyes de Newton y los avances significativos utilizando la unidad didáctica.

Misión 11. Identifica el concepto cuantitativo de fuerza en el segundo principio de la dinámica.

Pregunta 1.

Unidad de fuerza del Sistema Internacional



Figura 5.94. Red semántica grupo 4. Unidad de fuerza y origen de la misma

En esta pregunta para la expresión cuantitativa de la fuerza, el total del grupo de ciencias tuvo inconveniente en definirla. Entre las posibles causas están el no recordar la unidad puesto que en el desarrollo del tema siempre se hizo hincapié en reconocer las diferentes unidades del sistema internacional y en particular de la fuerza.



Figura 5.95. Red semántica grupo 6. Unidad de fuerza y origen de la misma

El grupo de Matemáticas relaciona matemáticamente la ecuación newtoniana para expresar la fuerza, además textualmente, evidenciando que esta ecuación les permite encontrar la magnitud de la fuerza, o la cantidad de fuerza presente en un cuerpo con determinada aceleración. Comprendiendo además la proporcionalidad entre estas magnitudes físicas, a diferencia con el grupo 4 de ciencias que no respondió de manera acertada.

De lo anterior se deduce que la contextualización impartida a los dos grupos, no fue completa ya que la segunda ley de Newton se fundamenta en la variación de la cantidad de movimiento lineal con el tiempo, y para cuerpos que se mueven con masa constante se llega al resultado tradicional de masa por la aceleración.

5.2 Proposición de un modelo experimental para comprobar la segunda ley de Newton

Pregunta 2. De qué crees que dependerá que la aceleración producida por una misma fuerza sobre los cuerpos sea mayor o menor.

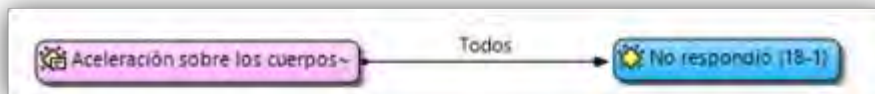


Figura 5.96. Red semántica grupo 4. Relación aceleración y fuerzas

En esta pregunta en la aceleración sobre los cuerpos el total del grupo de ciencias tuvo inconveniente en poder describir la aceleración y proponer algún tipo de diseño experimental.



Figura 5.97. Red semántica grupo 6. Modelo experimental para la segunda Ley de Newton.

Relacionan los estudiantes del grupo 6 la aceleración de los cuerpos como dependiente de la masa del mismo, una relación mecánica coherente, además que la ligan con el peso, teniendo en cuenta en esta relación la interacción gravitacional, por otro lado algunos la relacionan desde el punto de vista cinemático asociándola a la velocidad lo cual de ninguna manera es incorrecto simplemente es un punto de análisis. Para este caso es notoria la apropiación del grupo 6 versus el 4 en donde ningún estudiante planteó un diseño experimental a fin de comprobar la segunda ley de movimiento.

Pregunta 3.

Definición de Newton.



Figura 5.98. Red semántica grupo 4. Deducción de la unidad de fuerza

En la definición de la unidad newton, se encuentra que mayoritariamente 14 estudiantes se aproximan a su definición relacionando la masa y la aceleración, pero no es completa. 16 estudiantes lo hacen tratando de emplear la ecuación de la segunda ley de Newton, pero también el resultado no es satisfactorio. Los demás estudiantes están alejados del concepto de la unidad newton.

No solo en la definición de la unidad fundamental de fuerza en el sistema internacional se evidencia la falta de estrategias didácticas para que los estudiantes las comprendan y las asocien con la vida cotidiana.



Figura 5.99. Red semántica grupo 6. Deducción de la unidad de fuerza

En el grupo 6, 22 estudiantes expresan el concepto de la unidad de fuerza relacionándolo con la cantidad de fuerza que se aplica a una masa de un kilogramo en un segundo. 20 escriben la relación matemática apropiada para definirla, 15 lo ven desde una relación entre la masa y la aceleración. En definitiva, ninguno de los estudiantes logra definir con claridad el concepto fundamental de fuerza.

Analizando los dos grupos, estos no realizan una formalización de la unidad de fuerza en el sistema internacional.

Pregunta 4.

Segunda ley de Newton.



Figura 5.100. Red semántica grupo 4. Diseño experimental para la segunda ley de Newton.

Para poder plantear la segunda ley de Newton los estudiantes plantean la ecuación que relaciona la masa y la aceleración, y otros participantes intentan con la descripción de un ejemplo como la caída libre. Otros realizan una explicación a través del movimiento de objetos. Para el grupo de ciencias se evidencia una riqueza en ejemplos que permiten explicar la segunda ley del movimiento.



Figura 5.101. Red semántica grupo 6. Diseño experimental para la segunda ley de Newton

En el grupo 6 los estudiantes describen la segunda ley de Newton desde una postura matemática relacionando la sumatoria de fuerzas, además aplican el concepto a ejemplos cotidianos como estrategia definitoria, es decir que pueden identificar la aplicación de las leyes de Newton en contextos tecnológicos cotidianos, estableciendo así relaciones entre ciencia y tecnología. El ejemplo está en relacionar la segunda ley a las carreras de automóviles donde el uso de adelantos científicos y tecnológicos marca la diferencia, y así las aplicaciones desarrolladas a lo largo de esta unidad didáctica empoderan a los estudiantes en el uso y comprensión de todos los avances que hoy en día han evolucionado la industria automovilista.

Pregunta 5.

Análisis de resultados de la experiencia.



Figura 5.102. Red semántica grupo 4. Resultados de experiencia

En la experiencia planteada los estudiantes asumen que se debe comprobar la ecuación de la segunda ley de Newton, buscan problematizar en las diferentes situaciones que conllevan la situación física y desde ahí tomar datos y poder analizarlos, ante lo planteado se puede observar que se recurre a la modelación matemática a fin de dar respuesta a la situación planteada.



Figura 5.103. Red semántica grupo 6. Resultados de experiencia

Ante los resultados de la experiencia, la mayoría de participantes del grupo 6 no evidenció la aplicación de la teoría en la práctica, unos pocos comprobaron la relación de la ecuación fuerza igual a

masa por aceleración y más pocos realizan un análisis a partir de los datos, esto muestra dificultades en el desarrollo de aplicaciones experienciales.

Para este grupo se analiza la dificultad en poder establecer análisis de resultados obtenidos de las experiencias muchas veces porque se logran valores numéricos al final de una situación, pero no se hace un análisis desde el punto de vista de la física, posiblemente esto venga acuñado desde la formación de otros niveles de formación pero que en el trabajo con la unidad didáctica se recalcó siempre la importancia de la interpretación física de los resultados numéricos.

Pregunta 6.

Magnitudes en los diferentes tipos de movimiento.

- ✓ A partir de la ecuación fundamental de la Dinámica y de la clasificación de movimientos realizada en el tema anterior, completa la siguiente tabla e indica si las magnitudes son nulas, constantes o variables.

Movimiento	Velocidad	Aceleración	Fuerza Resultante
Uniforme			
Uniformemente Acelerado			
Variado			

Figura 5.104. Actividad sobre tipos de movimiento

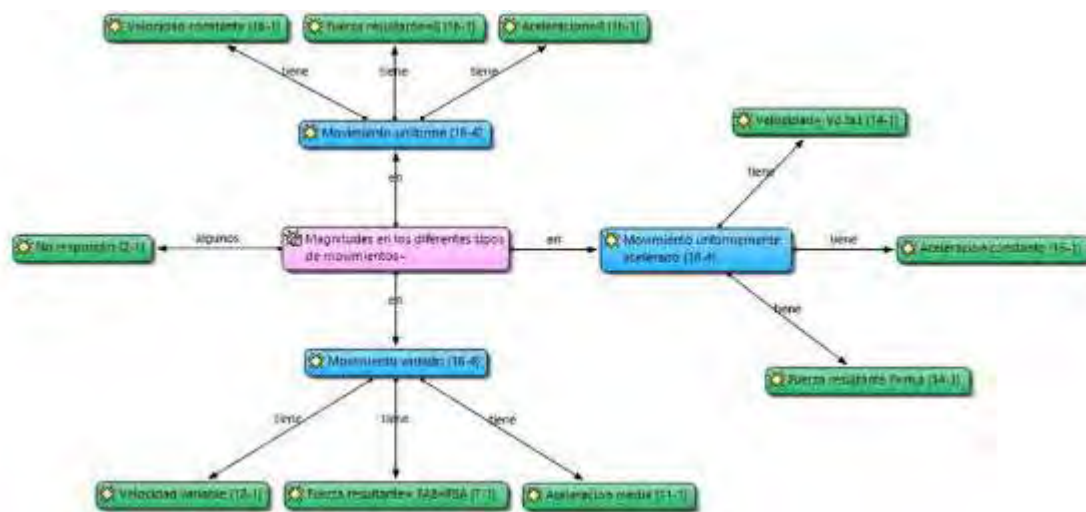


Figura 5.105. Red semántica grupo 4. Análisis de magnitudes en los movimientos.

En la pregunta donde se busca describir las principales magnitudes involucradas en los diferentes tipos de movimientos los participantes enumeran en su gran mayoría a la aceleración, la velocidad, y la fuerza como las más predominantes. Es decir, para el grupo de ciencias se establecen las variables

predominantes para comprender la ecuación fundamental de la dinámica. Notando mejoría y avance en el desarrollo de la unidad didáctica.

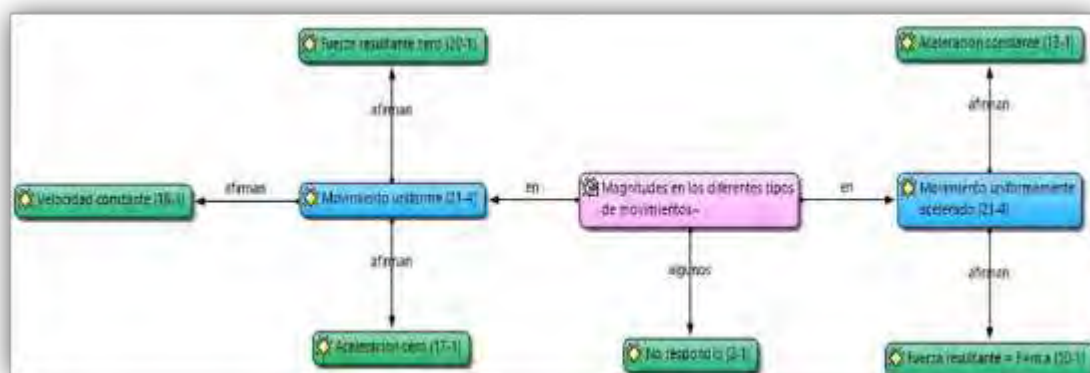


Figura 5.106. Red semántica grupo 6. Análisis de magnitudes en los movimientos.

Ante las magnitudes de los diferentes tipos de movimiento en igual proporción los estudiantes de matemáticas, relacionan para el movimiento uniforme la fuerza resultante igual a cero, la característica particular de la aceleración nula, y la velocidad constante, para el caso del uniformemente acelerado plantean la ecuación fuerza igual a masa por aceleración y la característica de aceleración constante. Es decir, que los dos grupos realizan de forma óptima la actividad y reconocen el sentido de las magnitudes y la relación derivada de ellas. Notándose logros importantes en el avance las actividades propias para la unidad.

Pregunta 7.

Fuerzas resultantes.

Para el grupo 4 se tiene que algunos explican que en las fuerzas resultantes se destacan en los resultados ejemplo la fuerza de fricción, el cuerpo que cambia en su dirección en el movimiento y algunos estudiantes buscan con un gráfico explicar la situación. Es de resaltar, que el grupo utiliza una serie de recursos a fin de explicar de forma acertada las fuerzas resultantes.

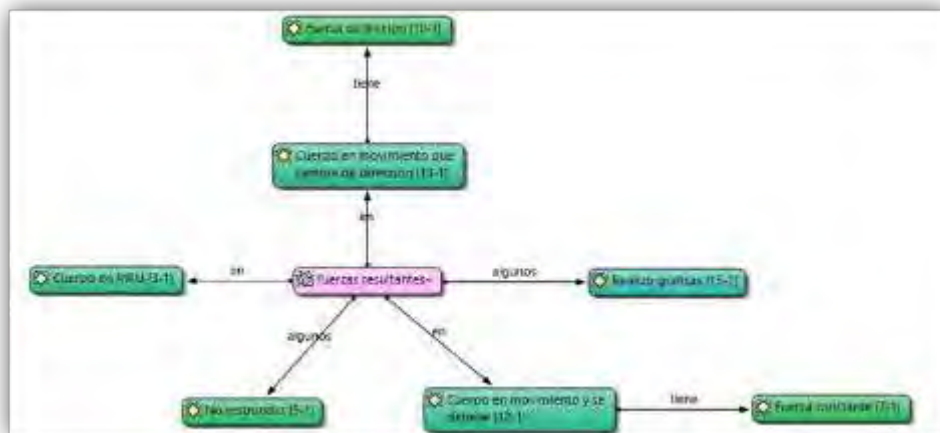


Figura 5.107. Red semántica grupo 4. Dibuja las fuerzas resultantes

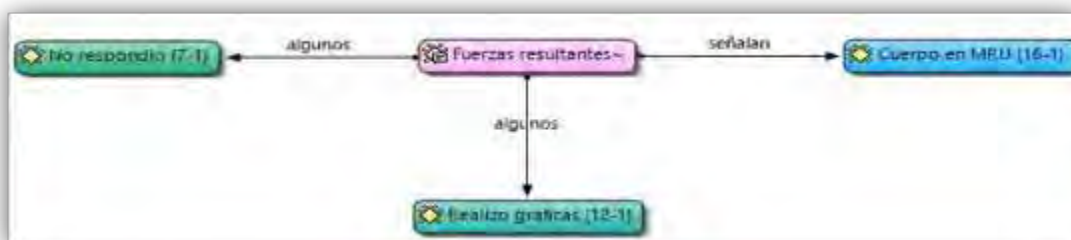


Figura 5.108. Red semántica grupo 6. Dibuja las fuerzas resultantes

Ante el análisis de las fuerzas resultantes, los estudiantes relacionan el movimiento rectilíneo uniforme, una gran proporción asimilan dicho conocimiento y lo expresan por medio de gráficas, sin embargo, también es significativo el número que no comprendió dicho análisis mecánico. En este grupo de matemáticas se tuvo un mayor grado de dificultad a la hora de dibujar las fuerzas presentes en la situación a diferencia del grupo de ciencias que apelo a varias formas de ilustrar las fuerzas, acá es notorio un mayor grado de apropiación del grupo de ciencias.

Pregunta 8.

Problema de análisis de fuerzas resultantes.

- ✓ Calcula la fuerza resultante en cada uno de los casos que a continuación se plantean, con la ayuda de un esquema donde aparezcan dichas fuerzas y la resultante:

- Dos personas empujan un armario para trasladarlo de lugar y aplican cada uno una fuerza de 220 N y 190 N respectivamente; el rozamiento del armario con el suelo es de 310 N.
- Una pelota está subiendo después de haber sido lanzada. Su peso vale 4 N y podemos considerar prácticamente despreciable el rozamiento con el aire.
- Un coche se desplaza con un movimiento uniforme de velocidad constante de 100 km / h por un tramo recto de una autopista.

Figura 5.109. Problema de análisis sobre fuerzas resultantes.

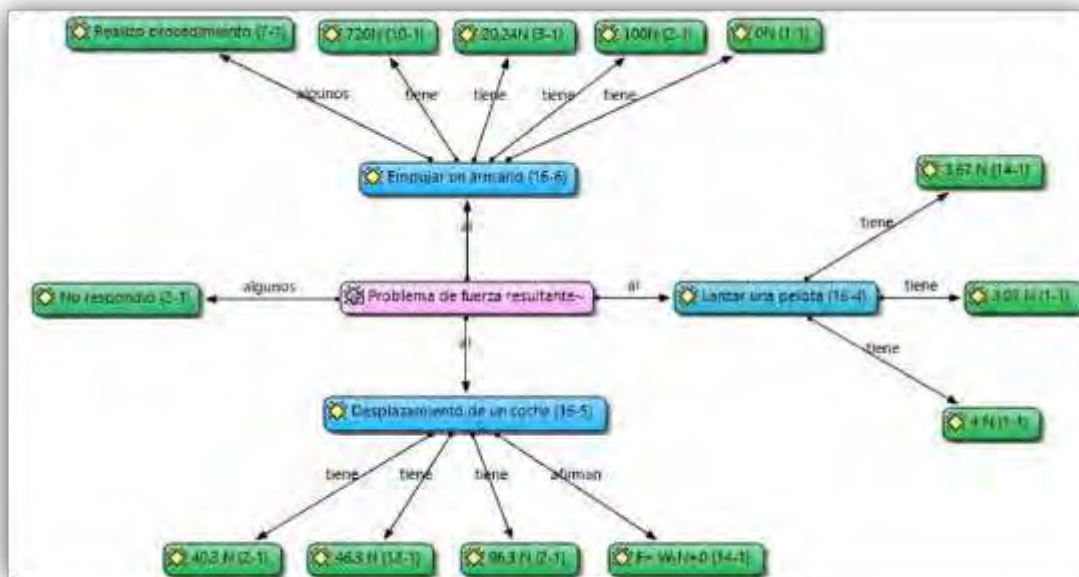


Figura 5.110. Red semántica grupo 4. Calcula la fuerza resultante en los casos que se plantean.

A los problemas planteados los estudiantes realizan los cálculos matemáticos y lo asocian los conceptos de la fuerza resultante.

Ante el problema de fuerza resultante para diferentes casos de la vida real todos respondieron el problema con análisis en algunos casos diferentes, sin embargo, respecto a anteriores problemas que vinculaban cálculos matemáticos acá respondieron todos y correctamente la mayoría. Es decir, el grupo de ciencias mantiene lo mostrado en los numerales anteriores y avances en el desarrollo de modelos matemáticos a fin de expresar un resultado y su análisis físico.

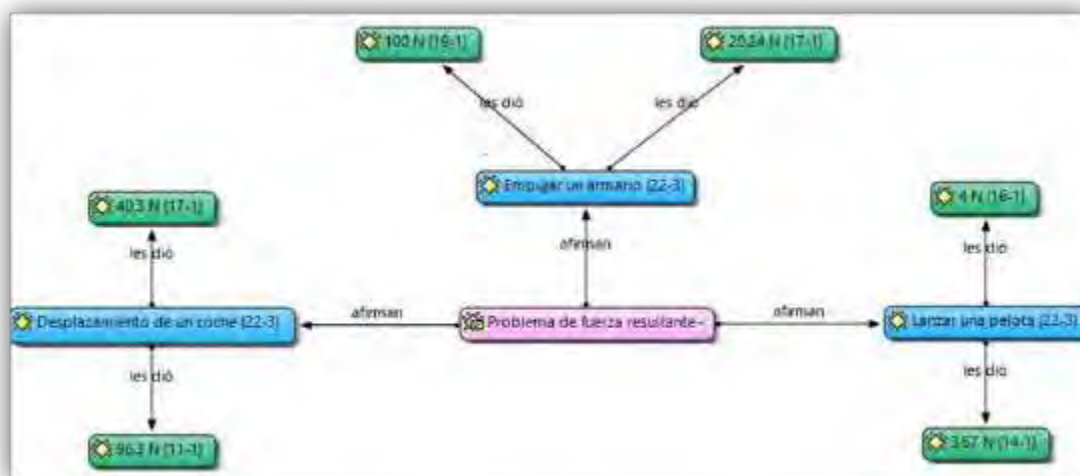


Figura 5.111. Red semántica grupo 6. Calcula la fuerza resultante en los casos que se plantean.

Para el grupo de matemáticas todos realizan cálculos para obtener las respuestas, la mayoría correctamente, que haciendo una comparación con el grupo de ciencias los dos de forma similar se acercan al resultado numérico, notándose una constante mejora en el desarrollo de cálculos matemáticos derivados de situaciones mostrados a lo largo de la intervención didáctica.

Pregunta 9.

Problema de fuerza resultante.

Una bicicleta de 25 kg sale del reposo y alcanza una velocidad de 10 m / s en 10 s. Sabiendo que la masa del ciclista es de 62 kg. ¿Cuánto es el valor de la fuerza aplicada para lograrlo?



Figura 5.112. Red semántica grupo 4. Calcula la aceleración media y fuerza resultante

En esta situación de igual forma que en la anterior para el grupo 4 se logra realizar un cálculo matemático en los valores para la aceleración media, como en la fuerza, pero no se obtiene la respuesta correcta.



Figura 5.113. Red semántica grupo 6. Calcula la aceleración media y fuerza resultante

Los estudiantes del grupo de matemáticas no comprenden la relación entre aceleración media y fuerza resultante, derivado de esta situación no hacen ningún cálculo matemático. Es posible que no se hubiese entendido el sentido del problema y que los estudiantes no lograron asociar los conceptos físicos

planteados a diferencia del grupo de ciencias donde sí se hizo de mejor manera el desarrollo del ejercicio propuesto, pero como se explicó anteriormente no se llega a la respuesta numérica correcta.

Misión 12. Identifica la fuerza como intensidad de las interacciones en el tercer principio de la dinámica.

Pregunta 1.

Ejemplos de interacción de los cuerpos. Considera estos ejemplos sencillos donde interaccionan dos cuerpos:

1. Dos bolas de billar cuando chocan.
2. Dos imanes que se encuentran cercanos con sus polos diferentes enfrentados.
3. Un fusil de feria que dispara un balón.

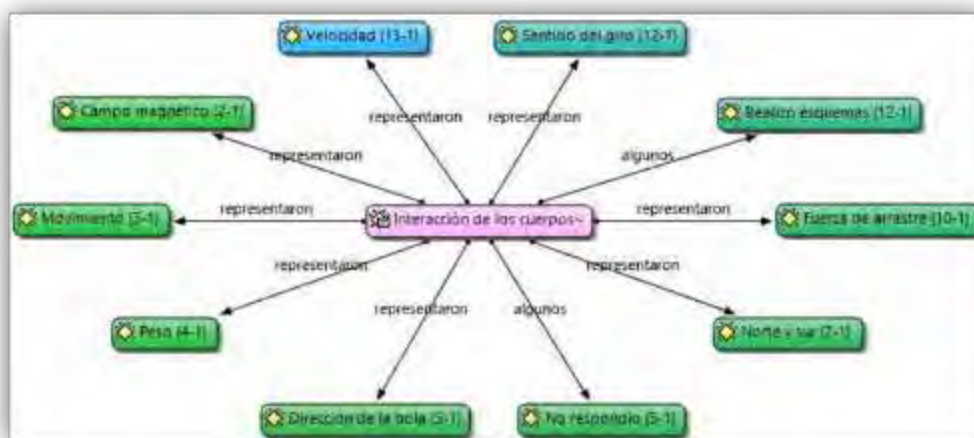


Figura 5.114. Red semántica grupo 4. Representación de las fuerzas de interacción

En la interacción de los cuerpos algunos estudiantes del grupo 4 hicieron representaciones mediante esquemas, otros representan a la velocidad y al sentido en el giro de la situación física para poder entender dicha interacción. Otros relacionan el peso, la dirección de la bola, el norte y el sur, el campo magnético, fuerza de arrastre.

Para esta pregunta se establece de la mejor manera la asociación de las fuerzas que actúan en ambos cuerpos propuestos para la actividad y mediados con ejemplos de la vida diaria, esto permite afirmar que el grupo establece el principio fundamental de la tercera ley de movimiento que es la acción y reacción que se forma en un par de fuerzas, esto es importante toda vez que los resultados muestran una evolución en los conceptos de la dinámica.

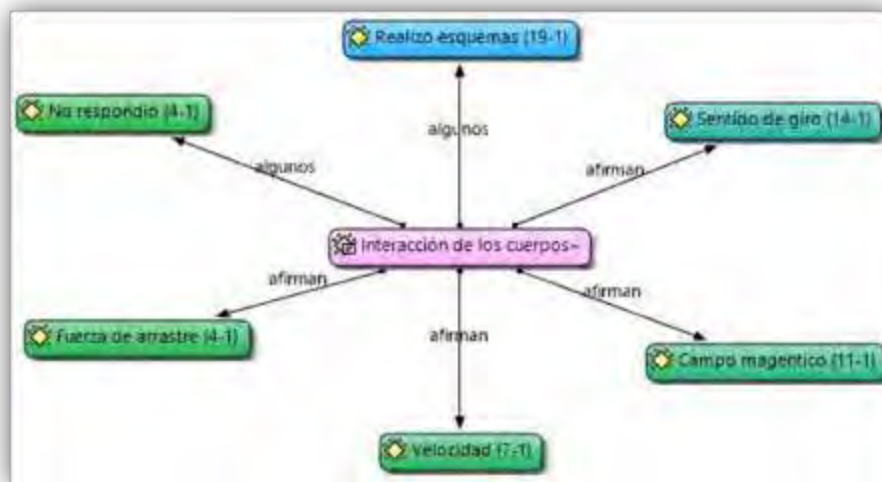


Figura 5.115. Red semántica grupo 6. Representación de las fuerzas de interacción

Ante la interacción de los cuerpos los estudiantes del grupo 6 presentan una gran asimilación que representan gráficamente, asociando además elementos importantes como el sentido de giro, la fuerza de arrastre, la velocidad, y en términos más avanzados la presencia de campos electromagnéticos como ocurrencia de interacción. En este grupo se puede afirmar el sentido de asociar las fuerzas con la interacción resultante al movimiento y de igual forma explicar la naturaleza de las fuerzas inmersas en cada uno de los fenómenos planteados, logrando un avance significativo para ambos grupos en la apropiación conceptual y su aplicación a situaciones reales.

Pregunta 2.

Tercer principio de la dinámica.



Figura 5.116. Red semántica grupo 4. Reflexión en torno a la atracción gravitacional

Para el tercer principio de la dinámica en su mayoría el grupo de ciencias plantea como la fuerza de acción y la reacción como la principal causante de esta ley, un número de 15 estudiantes considera que las fuerzas aisladas no pueden existir, y 8 estudiantes manifiestan que la fuerza igual de la misma

dirección y sentido contrario es la causante de la interacción de la tierra con el cuerpo y viceversa. Acá podemos observar como este grupo determina y asocia el tercer principio de la dinámica en su mayoría y avanzando en su conceptualización.



Figura 5.117. Red semántica grupo 6. Reflexión en torno a la atracción gravitacional

Ante el tercer principio de la dinámica los estudiantes de matemáticas relacionan teóricamente la reacción como efecto de la acción, plantean el análisis vectorial de las fuerzas para las cuales varía el sentido, pero mantienen la dirección y la magnitud es igual para la fuerza de acción como la de reacción. Para esta situación en ambos grupos se presenta una fuerte apropiación de la tercera ley de la dinámica y un entendimiento en gran parte de los participantes producto del trabajo con la unidad didáctica.

Pregunta 3.

Fuerzas de acción y reacción.

Considera estos ejemplos de sistemas donde hay cuerpos que interaccionan y haz un esquema de los mismos, representando las fuerzas que actúan sobre cada cuerpo o parte del sistema y las fuerzas de reacción correspondientes:

1. Un libro apoyado sobre una mesa.
2. Un cuerpo que cuelga de un muelle del techo.
3. Un cuerpo sobre una superficie horizontal que la arrastra una cuerda.
4. Un cuerpo que resbala hacia abajo por un plano inclinado.

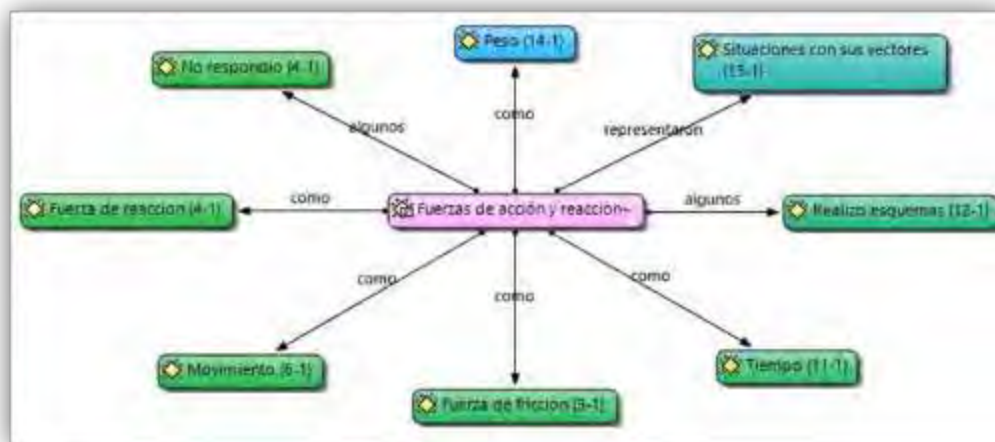


Figura 518. Red semántica grupo 4. Representación de fuerzas de acción y reacción

En la situación presentada los estudiantes del grupo 4 identifican al peso como la fuerza que se suscita en la tercera ley de la dinámica, y se intenta explicar esto en forma vectorial, 12 realizan esquemas, 9 hablan de la fricción, 6 del movimiento, y 11 hablan del tiempo.

Resulta curioso que, en esta última respuesta aparezca el tiempo como explicación a la actividad planteada, puesto que en todo el desarrollo de la unidad didáctica y puntualmente en las leyes de la mecánica no se habló del tiempo como fuerza, llegando a pensarse que existió una confusión por algunos de los estudiantes.

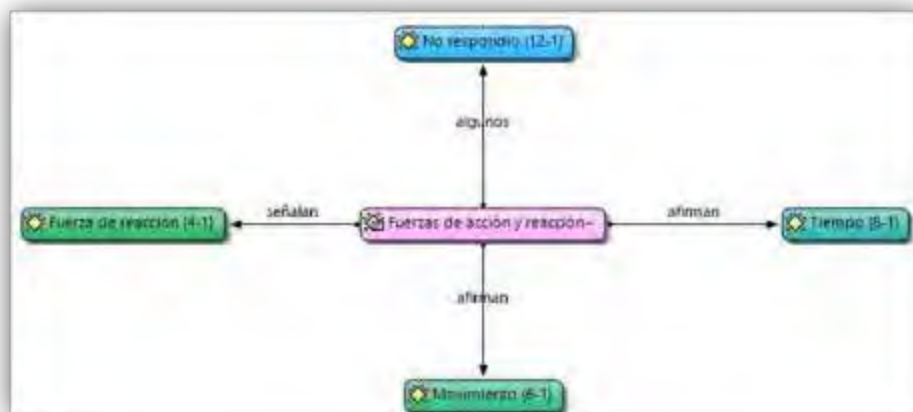


Figura 5.119. Red semántica grupo 6. Representación de fuerzas de acción y reacción

Para el grupo 6, ante la fuerza de reacción los estudiantes no comprenden el planteamiento 6 no respondieron, sin embargo, algunos coinciden en que tiene algo que ver con el tiempo 8 estudiantes y el movimiento 6 estudiantes, es decir, no describen los pares acción - reacción presentes en la situación planteada y al igual que el grupo 4, asocian al tiempo como una fuerza que ya es conocido no corresponde a la realidad.

Pregunta 4.

Crítica a una afirmación de la acción y la reacción.



Figura 5.120. Red semántica grupo 4. Crítica frente afirmaciones de acción y reacción

Para el análisis de las fuerzas de acción y reacción los participantes del grupo de ciencias muestran que si las fuerzas se anulan no existe movimiento y que al interactuar los objetos estos cambian su aceleración, sin embargo, un número de estudiantes no respondió la pregunta. En esta pregunta posiblemente exista una asociación de la formación de los pares acción-reacción a las condiciones de equilibrio entre los cuerpos, acá se nota una mejoría leve porque solo un grupo de estudiantes manifiesta de manera correcta que ante esta situación no ocurría aceleración alguna.

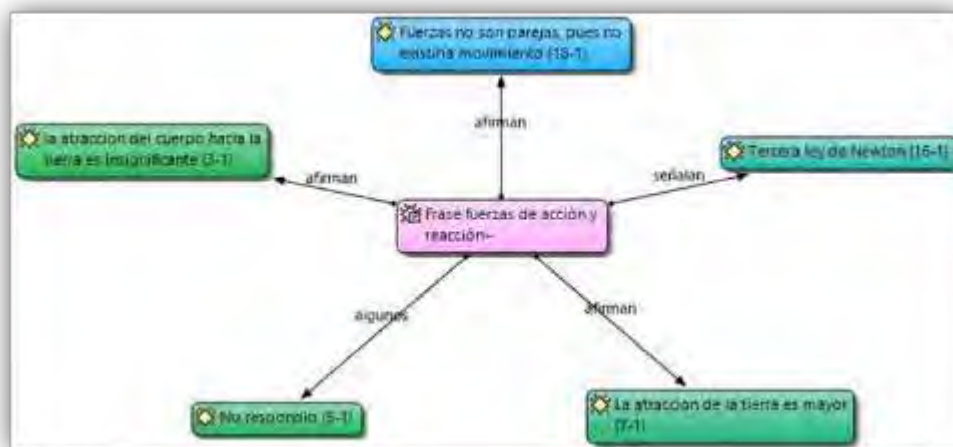


Figura 5.121. Red semántica grupo 6. Crítica frente afirmaciones de acción y reacción

Ante la acción y reacción los estudiantes del grupo 6, desconocen la proporcionalidad entre las mismas, pero la reconocen como la tercera Ley de Newton y mantienen la coherencia con sistemas en

movimiento, desconociendo que este puede darse en sentido contrario, plantean que la atracción hacia la tierra es insignificante para el caso de la interacción reacción acción. El resultado muestra que los estudiantes centran el análisis de la frase en la explicación de la tercera ley de la dinámica, pero en la segunda parte de la pregunta manifiestan que si las fuerzas no son parejas no existiría movimiento, en este sentido parece darse como resultado por el grupo una mala interpretación a la pregunta puesto que en el planteamiento de la misma inducía a pensar en la formación de fuerzas en parejas.

Las respuestas para los dos grupos indican que no hay una adecuada interpretación del sentido de la pregunta el cual era el de identificar la existencia de la aceleración en el sentido de la fuerza resultante.

Pregunta 5.

Aplicaciones de las leyes de movimiento.

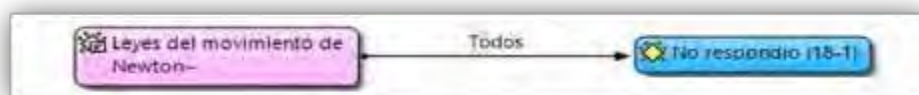


Figura 5.122. Red semántica grupo 4. Leyes de newton vistas en un video.

En esta pregunta el grupo 4 no logro la claridad necesaria para poder responder acerca de las leyes de Newton y sus diferentes aplicaciones.

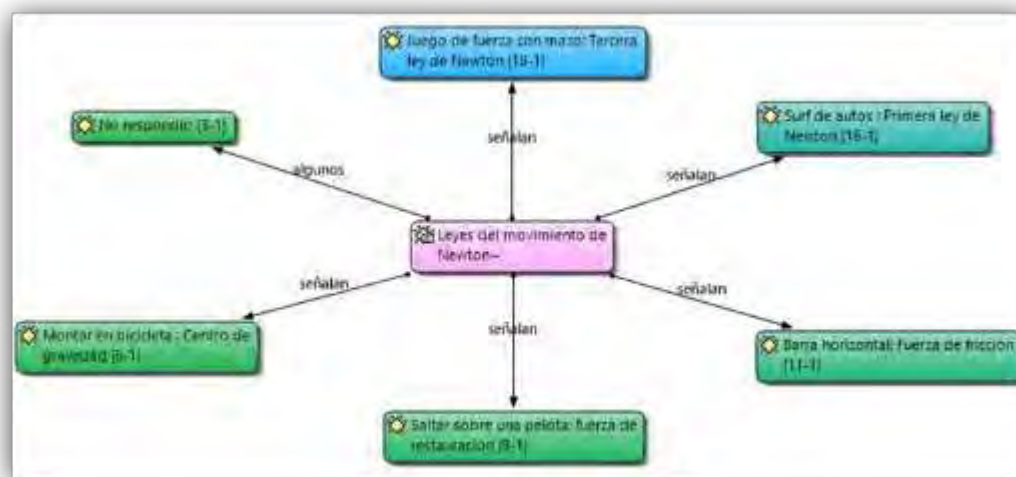


Figura 5.123. Red semántica grupo 6. Leyes de newton vistas en un video.

Los estudiantes del grupo 6 relacionan las leyes de newton con actividades cotidianas como saltar sobre una pelota y fenómenos contextuales montar en bicicleta, en los que es necesaria la mecánica para su comprensión establecen relaciones implícitas entre ciencia, tecnología y sociedad. Para esta pregunta es evidente que el grupo 6 avanza mucho mejor que el grupo 4, y que ponen de manifiesto para el grupo 6 mejor entendimiento y análisis a la actividad desarrollada.

Pregunta 6.

Análisis de una simulación sobre el uso del cinturón de seguridad.

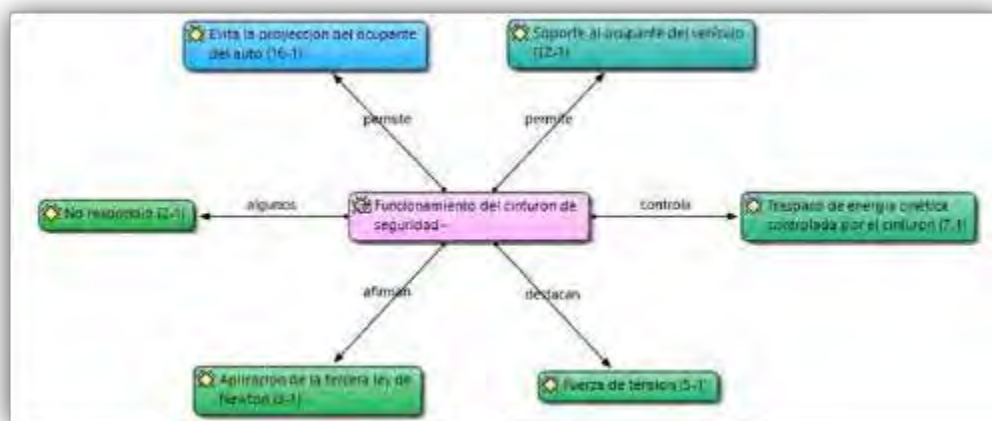


Figura 5.124. Red semántica grupo 4. Funcionamiento dinámico del cinturón de seguridad.

Para el funcionamiento del cinturón de seguridad usando una simulación esta permitió que los estudiantes del grupo de ciencias afirmaran que este evita la proyección de los ocupantes del vehículo, otra parte reconoce que es un soporte a las personas en el interior de un automóvil, también que se suscita un traspaso de energía cinética, y un grupo menor destacan las fuerzas que se compensan con el uso de este elemento de seguridad. En las respuestas observamos explicaciones validas acerca del uso y aplicaciones físicas del cinturón de seguridad también logrando apropiar relaciones CTS.

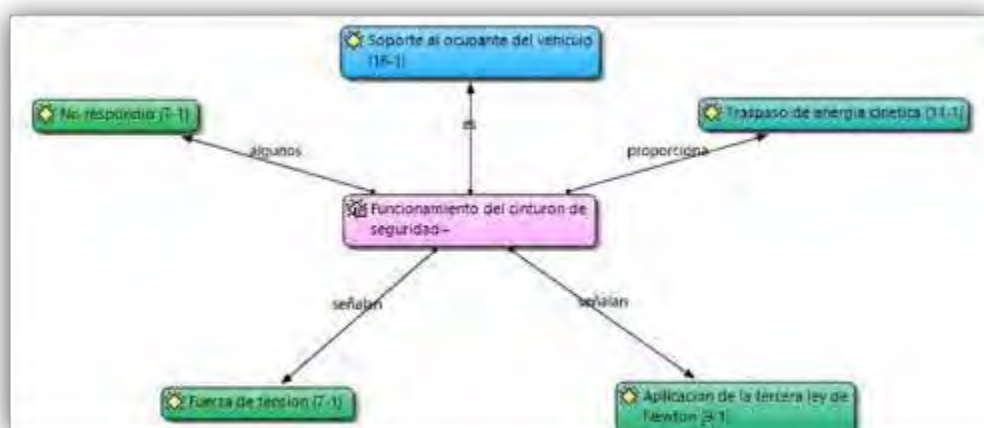


Figura 5.125. Red semántica grupo 6. Funcionamiento dinámico del cinturón de seguridad.

Los estudiantes del grupo 6 afirman que el cinturón sirve de soporte al ocupante de un vehículo, otros lo atribuyen al traspaso de energía, algunos a la aplicación de la tercera Ley de Newton, otros a la fuerza de tensión, sobre el funcionamiento del cinturón de seguridad, se plantean por los participantes de este grupo principios y relaciones físicas en el análisis del mismo lo que ayuda a reafirmar su

importancia, y la relación entre la física y la tecnología de los autos al indirectamente asociar el uso de este elemento de seguridad con el movimiento de los ocupantes en un automotor. Para los dos grupos es notable el avance en la comprensión y asociación de la física con elementos de seguridad aplicados a los vehículos.



Figura 5.126. Estudiante del grupo 6 explicando el funcionamiento del cinturón de seguridad.

¿Cómo estudiar las situaciones dinámicas en casos reales de accidentes de tránsito?

Misión 13. Analiza el papel de la fricción producida por los neumáticos en una frenada de un automóvil.

Pregunta 1.

Actividad de clasificación de huellas. Realiza grupos de 4 estudiantes, y establecer una ruta sobre diferentes tipos de vías tanto al interior y en la periferia de la universidad. Teniendo en cuenta la utilización de elementos de seguridad como chalecos y conos para demarcación de las zonas donde ubicaras diferentes tipos de huellas en distintas superficies. Y clasifícalas en un cuadro explicativo.

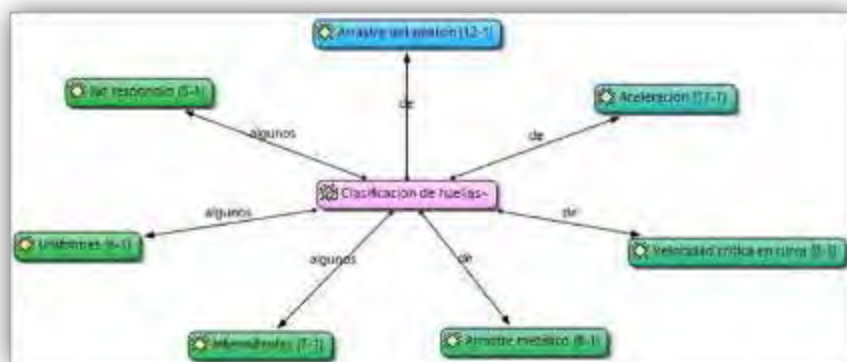


Figura 5.127. Red semántica grupo 4. Huellas de frenado y su clasificación

En la situación dinámica que permite establecer la clasificación de las huellas de frenado los participantes de ciencias las asocian en gran número a situaciones de arrastre del peatón sobre la vía, velocidad crítica, aceleración, o arrastre metálico, producto de la frenada del vehículo. Para el grupo se logra el objetivo de clasificar los diferentes tipos de huellas evidenciando la mejor comprensión en la unidad didáctica.

Para el análisis del proceso de frenado y los aspectos físicos involucrados los estudiantes del grupo de ciencias identifican que el uso del ABS en comparación con los sistemas convencionales de frenado, hacen que en menor probabilidad suceda un accidente logrando una conducción más segura, en relación con aspectos de la física le dan significado al rozamiento, la distancia, y la pericia del conductor. Para esta pregunta se destaca en el grupo el grado de conocimiento de los sistemas de frenos y como estos operan en particular el ABS y como esta tecnología ha contribuido a disminuir en número de accidentes.

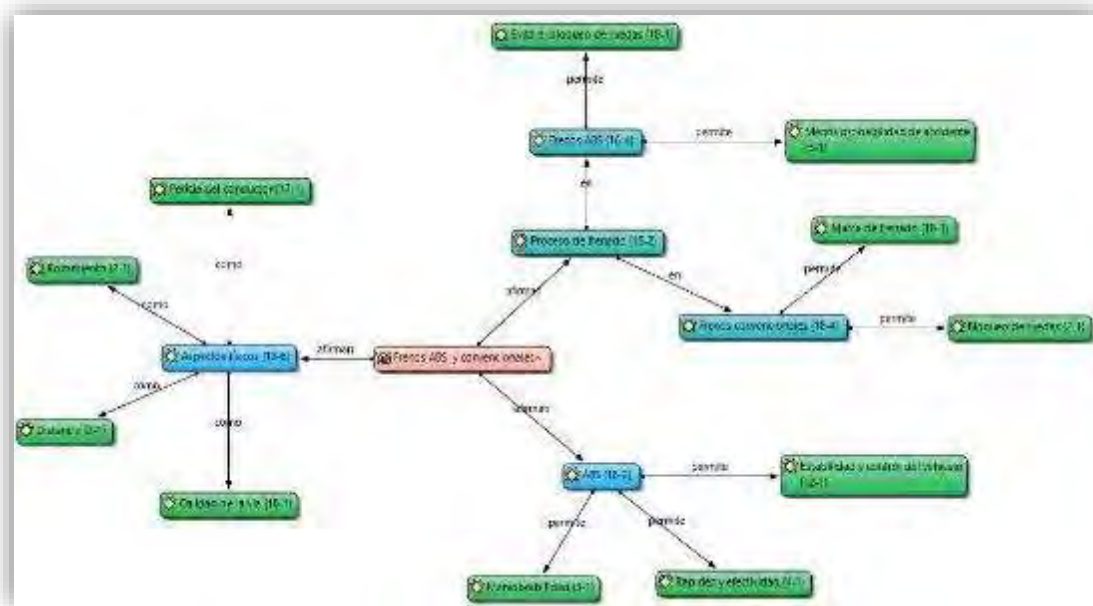


Figura 5.130. Red semántica grupo 6. Razonamiento sobre el Proceso de frenado en varios contextos

Los estudiantes de matemáticas producen comparaciones apropiadas entre posibles sistemas de frenos, comparándolos desde la física, desde la efectividad de los mismos, establecen ya relaciones particulares que solo pueden ser determinadas desde el análisis físico de los mismos, entienden la relación de dependencia entre el desarrollo científico, con la tecnología y a su vez como explícitamente esta relación genera un impacto en la sociedad. Es decir, los dos grupos avanzan con la intervención en reconocer la importancia de los elementos y desarrollos aportados desde los avances de las ciencias y su impacto en problemas de la sociedad mediados por la tecnología.

Pregunta 3.

Aspectos técnicos de las huellas en la vía. Una vez se ubican las vías donde se encuentran las huellas determinar los siguientes aspectos de las mismas y elaborar un cuadro donde se presenten las siguientes características:

1. Posible trayectoria del vehículo de acuerdo a la dirección de la huella de frenado
2. Posible área de impacto
3. Tipo de huella
4. Material de la vía

5. Longitud de la huella
6. Descripción del labrado de la llanta sobre la vía
7. De acuerdo a las tablas determinar el intervalo de coeficiente de fricción
8. Estado del tiempo de la vía.



Figura 5.131. Red semántica grupo 4. Presentar las características de las vías.

Los aspectos técnicos de las huellas en la vía no fueron respondidos, por los participantes. Para esta pregunta el grupo 4 no realizó el análisis correspondiente, es posible que los participantes no hayan comprendido la actividad que debían ejecutar.

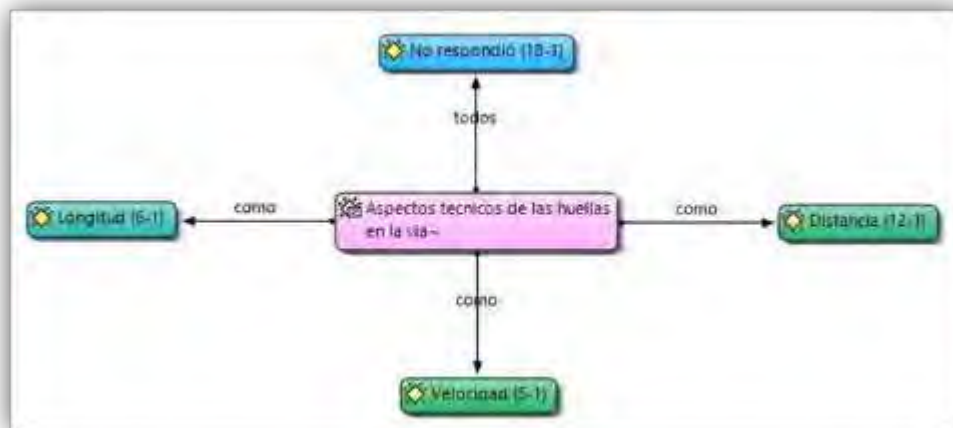


Figura 5.132. Red semántica grupo 6. Presentar las características de las vías.

Los estudiantes relacionan aspectos técnicos que involucran las huellas de frenado, aspectos tales como la distancia la velocidad y la magnitud, de esta forma pueden analizar una huella desde estos aspectos para sacar hipótesis acerca de la naturaleza de la misma. Sin embargo, la mayoría de estudiantes del grupo 6 no respondió la pregunta. Para esta situación para ambos grupos se presentan dificultades para identificar los parámetros fijados para describir condiciones necesarias para un perito poder iniciar un proceso de investigación.

hacen parte de la velocidad de un vehículo, pero no encuentran la manera de asociarlas a fin de generar un modelo particular.



Figura 5.136. Red semántica grupo 6. Planteamiento de modelo matemático para cálculo de la velocidad

A la hora de establecer un modelo matemático para la velocidad, los estudiantes de matemáticas relacionan la posición y le tiempo mediante ecuaciones básicas de la mecánica newtoniana, no solo de forma matemática sino también verbalmente, a algunos estudiantes se les dificulta, la relación entre las variables que constituyen la velocidad.

Para los dos grupos se encuentra que la relacionan para estimar la velocidad del vehículo se realiza en los participantes con las variables distancia y tiempo que es una forma de poder estimarla, pero se están dejando de lado otras condiciones a tener en cuenta a la hora de hallar la velocidad, por ejemplo, la aceleración de la gravedad y el coeficiente de fricción. En este caso el grupo 6 presenta un mayor avance con respecto al 4.

Pregunta 2.

Coefficientes de fricción

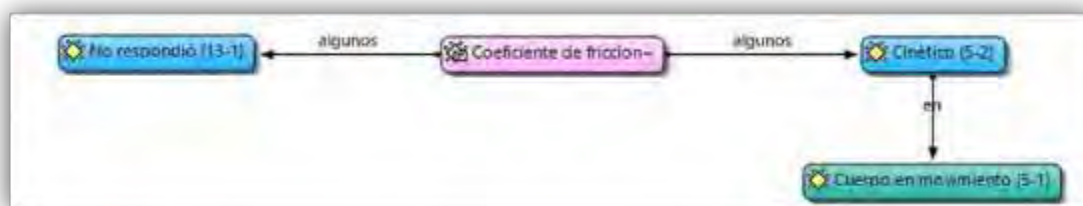


Figura 5.137. Red semántica grupo 4. El coeficiente de fricción

En la relación del coeficiente de fricción en el cálculo de la velocidad solo un pequeño número de estudiantes del grupo 4 identifica al coeficiente cinético como aquel que en mayor medida interviene en el cálculo de la velocidad. Un grupo significativo de participantes lo asocia al cuerpo en movimiento.



Figura 5.138. Red semántica grupo 6. El coeficiente de fricción

Respecto al coeficiente de fricción, los estudiantes del grupo 6 relacionan que existen dos tipos, uno para cuerpos en movimiento, y otros para cuerpos en reposo, vinculan la relación teórica de forma correcta. Es decir, asocian las condiciones de fricción al estado del cuerpo. Situación que para los dos grupos resulta importante destacar toda vez que tiene una comprensión de qué tipo de creciente actúa de acuerdo a las situaciones planteadas a lo largo del desarrollo del tema, indicando buena apropiación de los conceptos inmersos en la unidad didáctica.

Pregunta 3.

Presentación del caso real.



Figura 5.139. Red semántica grupo 4. Presentación de un caso.

Para el caso planteado los estudiantes del grupo 4 no lograron plantear una forma de presentación del mismo. En el desarrollo de esta actividad el grupo 4 no logro asumir los roles propios del proceso de investigación en algunos casos por desconocimiento del papel que jugaría cada uno en el desarrollo del proceso de reconstrucción del accidente y aspectos de orden jurídico que intervienen en el mismo.



Figura 5.140. Red semántica grupo 6. Presentación de un caso.

Ante el caso presentado los estudiantes de matemáticas relacionan modelos matemáticos, con su respectiva explicación teórica y de forma gráfica mediante esquemas explicativos, que constituyen herramientas fundamentales en el abordaje y solución del caso. También al igual que el grupo 4 se les dificultó asumir los roles propios planteados en la situación, haciendo falta conocer e investigar más en detalle acerca del papel que desempeñan jueces, fiscales etc. en un proceso de accidente de tránsito.

Misión 15. Analiza las implicaciones de los conceptos de rozamiento y peralte.

Pregunta 1.

Limitaciones de velocidad en curvas.

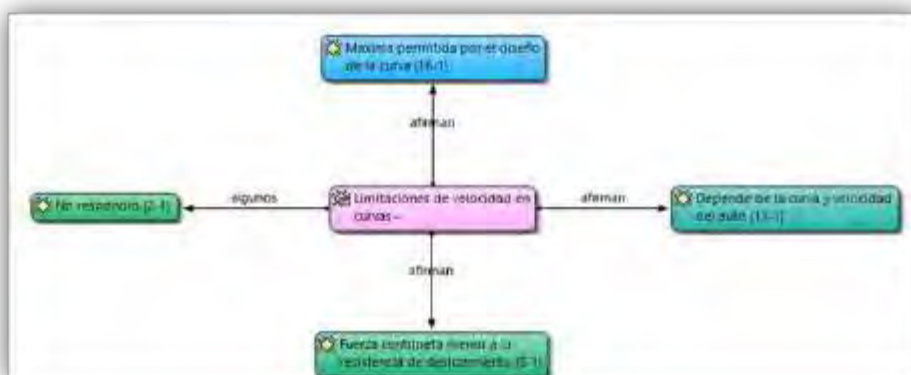


Figura 5.141. Red semántica grupo 4. ¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura?

Ante esta situación los estudiantes de ciencias entienden que es la máxima velocidad en curva la condición física que limita la velocidad de un automóvil para hacer un desplazamiento en forma segura al igual que el diseño de la vía. También identifican la fuerza centrípeta que interviene en esta situación es decir el grupo conoce y comprende la relación entre la velocidad y la manera segura de tomar la curva.

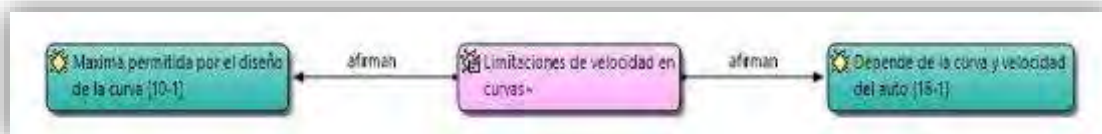


Figura 5.142. Red semántica grupo 6. ¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura?

Los estudiantes relacionan, los límites de velocidad en curvas con las características físicas asociadas y comprenden los límites de velocidad que hacen tomar de forma segura una curva, esto constituye un avance en la comprensión de los fenómenos, aplicando los conceptos a situaciones reales esta afirmación cabe para los dos grupos, donde se logra comprender y mejorar en el análisis de una situación real donde se aplican conceptos de la física.

Pregunta 2.

Situaciones al tomar una curva. Explica físicamente que pasaría en las siguientes situaciones tomando una curva en un vehículo:

1. Sin peralte y sin rozamiento
2. Sin peralte y con rozamiento
3. Con peralte y sin rozamiento
4. Con peralte y con rozamiento

Para las diferentes situaciones físicas que se presentan en una curva con peralte y con rozamiento, se ubicaron esquemas señalando las fuerzas por los estudiantes del grupo 4, para un tránsito adecuado. Sin peralte y sin rozamiento se expresa que el movimiento sería tangencial y radial y que se incrementaría el riesgo de colisión. Finalmente, en la situación sin peralte y con rozamiento se piensa que el móvil sale de la vía y que las fuerzas se manifiestan en direcciones distintas.

Los resultados muestran un desconocimiento del efecto físico del peralte en una vía para transitar con seguridad y no mencionan o identifican la componente de la fuerza normal hacia el centro de la curva.

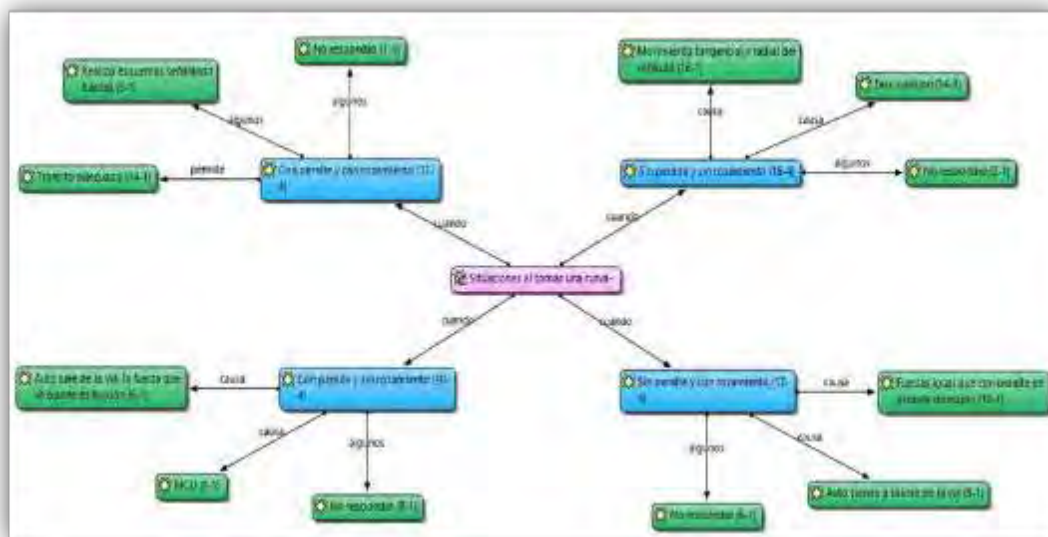


Figura 5.143. Red semántica grupo 4. Situaciones posibles al tomar curvas

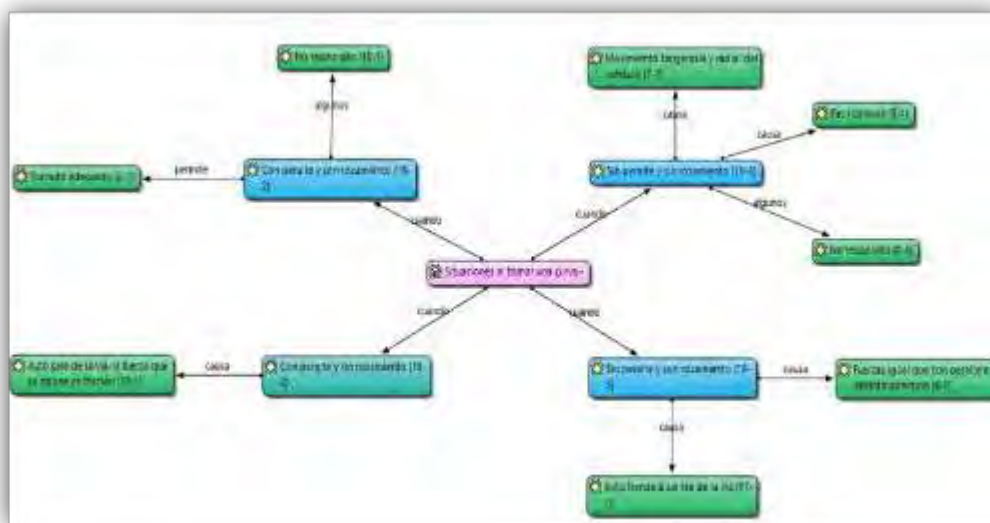


Figura 5.144. Red semántica grupo 6. Situaciones posibles al tomar curvas

Respecto a las situaciones relacionadas al tomar una curva, los participantes del grupo 6 plantean el peraltaje con rozamiento como una solución para el tránsito adecuado en una curva, cuando no hay peraltaje y no hay rozamiento, se presentan mayor cantidad de colisiones. En comparación con el grupo 4 desarrolla un análisis más amplio del caso en contexto y profundiza en las explicaciones físicas de contar o no con el peralte y asociarlo a características de rozamiento o no rozamiento.

Los dos grupos, aunque no son muy precisos en los análisis físicos, identifican la importancia de que las curvas de una vía cuenten con coeficientes de rozamiento apropiado, peraltaje o ambas cosas para transitarlas en forma segura.

Pregunta 3.

Diagramas de fuerzas para situaciones en curvas.



Figura 5.145. Red semántica grupo 4. Diagrama de fuerzas para las situaciones y plantea ecuaciones dinámicas.

Los estudiantes de ciencias plantearon diagramas de fuerzas en la situación en curva, la mayoría los realizó 12 estudiantes, algunos planteando ecuaciones 10 y describiendo algunas fuerzas como la centrípeta 7 y la fricción 9. En esta pregunta a pesar de existir claridad en realizar un diagrama de fuerzas algunos estudiantes acuden a señalar ecuaciones que expliquen la situación abordada. Problema que comúnmente se lleva desde la formación de base donde el estudiante más que comprender la situación física intenta abordarla directamente con ecuaciones que arrojan valores numéricos muchas veces sin el análisis que la física debe brindar en un problema.



Figura 5.146. Red semántica grupo 6. Diagrama de fuerzas para las situaciones y plantea ecuaciones dinámicas.

Al establecer diagramas de fuerzas para un vehículo al tomar una curva, la mayoría de los estudiantes de matemáticas relacionan gráficamente las fuerzas que intervienen, vinculan en gran manera la fuerza centrípeta como parte de este sistema de fuerzas, y a su vez consolidan modelismos matemáticos definidos previamente, para la interpretación del fenómeno en el contexto referido. Para este grupo se logra en comparación con el de ciencias una mejor captura y nivel de análisis que permitió ilustrar de mejor manera la situación sugerida.



Figura 5.147. Estudiantes del grupo de LCN estableciendo un diagrama de fuerzas.

Pregunta 4.

Dinámica del movimiento circular



Figura 5.148. Red semántica grupo 4. Establezca las condiciones físicas en un video

En la dinámica del movimiento circular se describen por parte del grupo 4, la aceleración angular, velocidad angular, momento de la fuerza y momento de inercia en su mayoría los estudiantes identifican las variables asociadas. Para este grupo se tiene una riqueza conceptual importante dada en el desarrollo de la intervención que le permite ante la pregunta responder de forma oportuna y acertada.



Figura 5.149. Red semántica grupo 6. Establezca las condiciones físicas en un video

Con respecto a la dinámica de movimiento circular, los estudiantes del grupo 6 reconocen conceptos que intervienen o que constituyen la misma, siendo relevante la velocidad angular, el momento de fuerza y la aceleración angular, sin embargo 10 estudiantes no responden ante este fenómeno, lo que podría constituir un obstáculo en la comprensión de los conceptos. Haciendo un paralelo para esta pregunta el grupo 4 aporta de mejor forma explicaciones físicas a la situación a diferencia del grupo 6 donde un número significativo de participantes no responden la pregunta.

Misión 16. Reconoce los conceptos cualitativos de trabajo y energía

Pregunta 1.

Observación de un video y análisis. Observa el video y responde las siguientes preguntas;

¿Qué relación existe en el concepto de trabajo y energía? ¿Consideras que la potencia de un vehículo influye o no en un accidente? justifica tu respuesta.



Figura 5.150. Red semántica grupo 4. Relaciones entre trabajo y energía

En relación con el trabajo y la energía existe tendencia en los estudiantes de ciencias a relacionarlo con el concepto de potencia, un número pequeño manifiesta que es la capacidad para realizar

un trabajo y que tiene de manera evidente una relación con la energía. Es decir, se logra con el grupo establecer las relaciones necesarias para asociar el trabajo, la energía y la potencia, y como la potencia se asocia a las condiciones de movimiento de un vehículo.

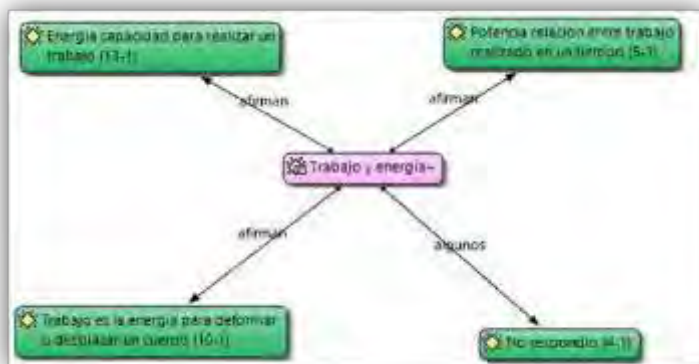


Figura 5.151. Red semántica grupo 6. Relaciones entre trabajo y energía

Respecto al concepto de trabajo y energía, los estudiantes de matemáticas en su mayoría relacionan el concepto básico de energía, como capacidad para realizar un trabajo, otros avanzan un poco más y relacionan la potencia en función del trabajo y el tiempo, el trabajo entendido como la energía, para deformar o movilizar un cuerpo. En estos resultados los dos grupos presentan un nivel de comprensión y asociación de los conceptos inmersos en el fenómeno, permitiendo comprobar el avance que ha tenido la intervención didáctica.

Pregunta 2.

Unidades de la potencia.



Figura 5.152. Red semántica grupo 4. Explica las principales unidades de la potencia y su origen

Para las unidades de la potencia en su mayoría los participantes del grupo de ciencias las conocen y citan autores tales como James Watt y la unidad de potencia del sistema inglés que es el *horse power*, es decir, caballos de fuerza muy utilizada en motores. El grupo no reconoce la unidad de potencia sino

también comprende el desarrollo histórico del concepto hablando del creador de la máquina de vapor James Watt, aspecto a destacar toda vez que se ha potencializado su cultura científica y esto hace más efectivo la comprensión del concepto gracias al desarrollo de la unidad didáctica.

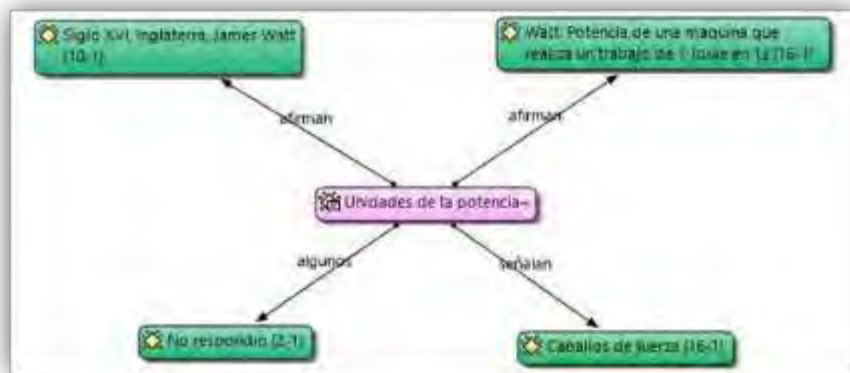


Figura 5.153. Red semántica grupo 6. Explica las principales unidades de la potencia y su origen

Los estudiantes del grupo de matemáticas identifican el watt y dan una explicación del concepto asociado a dicha unidad también hablan del caballo de fuerza, a la vez que relacionan la epistemología e historia acerca del origen y surgimiento de dicha unidad.

Situación que para los dos grupos de la intervención se resalta en la medida de conocer el cambio sufrido por la humanidad al sustituir la fuerza de los animales por máquinas y como esto impacto en la forma de movilidad de la humanidad.

Misión 17. Identifica y aplica el concepto de energía en diferentes situaciones.

Pregunta 1.

Observación de un video y análisis. Observa el video la ciencia del choque, y responde:

1. Elabora una línea de tiempo que explique cómo ha sido la evolución en la seguridad en los vehículos.
2. ¿Cuáles son los elementos de seguridad activa y pasiva en un vehículo? Explicarlos
3. ¿Cuáles son los diferentes tipos de energía que intervienen en una colisión?
4. ¿Explicar la utilidad de muñecos de prueba en colisiones controladas?



Figura 5.154. Red semántica grupo 4. Evolución de seguridad en vehículos

La observación de un documental sobre la ciencia del choque permitió que la mayoría de estudiantes del grupo 4 identifiquen factores asociados a la historia en el desarrollo de mejores sistemas de seguridad donde se efectúan previamente simulaciones controladas realizadas por los fabricantes de autos y de ahí elementos tales como, los cinturones de seguridad, bolsas de aire etc. En cuanto a la construcción de los vehículos se identifican la mejora en las materias a fin de que puedan absorber de mejor forma la energía en las colisiones, finalmente se tiene conciencia por parte de los estudiantes de la importancia de respetar las señales de tránsito.

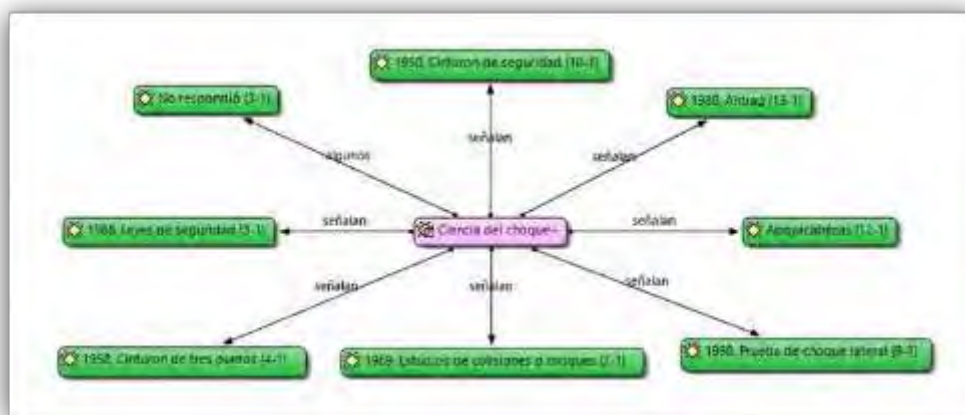


Figura 5.155. Red semántica grupo 6. Evolución de seguridad en vehículos

Con el uso del material audiovisual, los estudiantes del grupo 6 establecen el desarrollo histórico de los conceptos físicos aplicados a la tecnología por ejemplo el uso de pruebas controladas, sistemas de apoyacabezas y la evolución del cinturón de seguridad no solo para la comprensión de un problema determinado en este caso las colisiones de autos, sino también en el diseño apropiado para evitar este tipo de situaciones que afectan tanto la sociedad actual. Los dos grupos de la intervención alcanzan un importante desempeño en asociar las condiciones propias donde la ciencia la tecnología y la sociedad se

relacionan para la investigación de la ciencia del choque, conjugando también aspectos de la ingeniería, la medicina, las ciencias de los materiales entre otros. Esto muestra la efectividad que ha tenido la intervención en los grupos participantes.

Pregunta 2.

Colisiones elásticas e inelásticas.



Figura 5.156. Red semántica grupo 4. Condiciones de una colisión elástica e inelástica en simuladores

El grupo de ciencias manifiesta que Los diferentes tipos de colisiones están ligadas al concepto de energía donde no hay pérdida e intentan explicar estas situaciones con las deformaciones y aumento de temperatura en los cuerpos. Es decir que el grupo logro identificar las diferencias entre los dos tipos de colisiones.

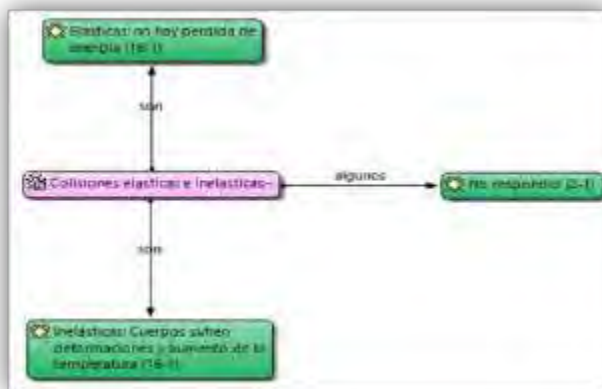


Figura 5.157. Red semántica grupo 6. Condiciones de una colisión elástica e inelástica en simuladores

Los estudiantes de matemáticas identifican los tipos de colisiones sus principios físicos y las características que las definen, la mayoría muestra una buena apropiación del tema y relacionan los choques inelásticos y elásticos con sus propiedades. Para esta pregunta ambos grupos alcanzan el objetivo

propuesto en la pregunta e identifican con toda claridad la diferencia entre estas dos colisiones, de igual manera ambos grupos agregan aspectos relacionados a conceptos de la termodinámica como lo es la Temperatura.

Misión 18. Reconoce las características y aplicaciones de la energía potencial y la energía cinética.

Pregunta 1.

Factores de dependencia de la energía potencial gravitatoria



Figura 5.158. Red semántica grupo 4. Factores de los cuales dependerá la energía potencial gravitatoria

En general los estudiantes del grupo 4, responden que la energía potencial gravitatoria depende de la altura a la cual se encuentre un objeto o también a la posición del mismo, de la fuerza de gravedad, del peso y la masa. Es decir, comprenden y asocian las variables físicas que pueden explicar la energía potencial gravitatoria.

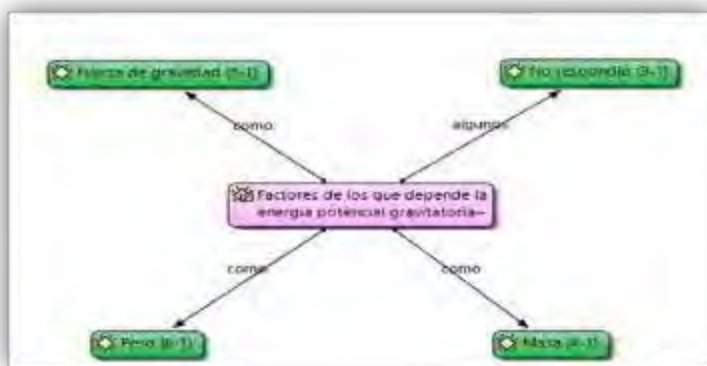


Figura 5.159. Red semántica grupo 6. Factores de los cuales dependerá la energía potencial gravitatoria

Lo estudiantes del grupo 6 reconocen los principales factores que intervienen en la conceptualización de la energía gravitacional, relacionan la fuerza de gravedad como parte de este fenómeno, el peso y la masa como componentes genéricos de este tipo de energía. Sin embargo, 9 estudiantes del grupo 6 no responden a la pregunta, notándose un mejor desempeño del grupo de ciencias donde tan solo 5 no respondieron. En general los participantes de la intervención explican y relacionan en su mayoría el concepto de energía potencial gravitatoria esto con el avance de la Unidad Didáctica.

Pregunta 2.

Magnitudes de las que depende la energía cinética de un cuerpo



Figura 5.160. Red semántica grupo 4. Magnitudes de la energía cinética de un cuerpo que se mueve con respecto a otros.

Las magnitudes de las que depende la energía cinética de un cuerpo el grupo de ciencias le da prioridad a la velocidad, al sistema de referencia y la trayectoria, en segunda instancia se involucran factores asociados al tiempo, posición inicial y final, aceleración, distancia y punto de referencia. En esta situación el grupo no identifica una variable como la masa y en cambio asocia al tiempo dentro de la energía cinética que como es conocido no está asociada a la energía.



Figura 5.161. Red semántica grupo 6. Magnitudes de la energía cinética de un cuerpo que se mueve con respecto a otros.

Los estudiantes de matemáticas reconocen algunos de los componentes de la energía cinética en un cuerpo, tales como la velocidad, el sistema de referencia, trayectoria, aceleración y demás, esto es importante en la conceptualización de este tipo de información y su posterior aplicación en situaciones problemas. Sin embargo, al igual que el grupo de ciencias olvidan identificar la masa como variable asociada a la energía cinética.

Para esta pregunta existe un buen nivel de relación en los grupos de ciencias y matemáticas en las variables propias de la energía cinética denotando avances significativos en la intervención.

Pregunta 3.

Cambios de energía cinética y potencial.

En la situación física de análisis para determinar los cambios de energía cinética y potencial se usó un simulador denominado *Energy /Skate-park-basics* donde se describe la trayectoria de un patinador utilizando el deporte del *Skate*, los estudiantes del grupo 4 afirman que la energía es cinética en el centro de la pista de patinaje y otros que es potencial en el extremo y que al inicio la energía potencial es alta y durante el recorrido esta se convierte en cinética. Es decir, el grupo entiende y comprende los conceptos de energía potencial y cinética.

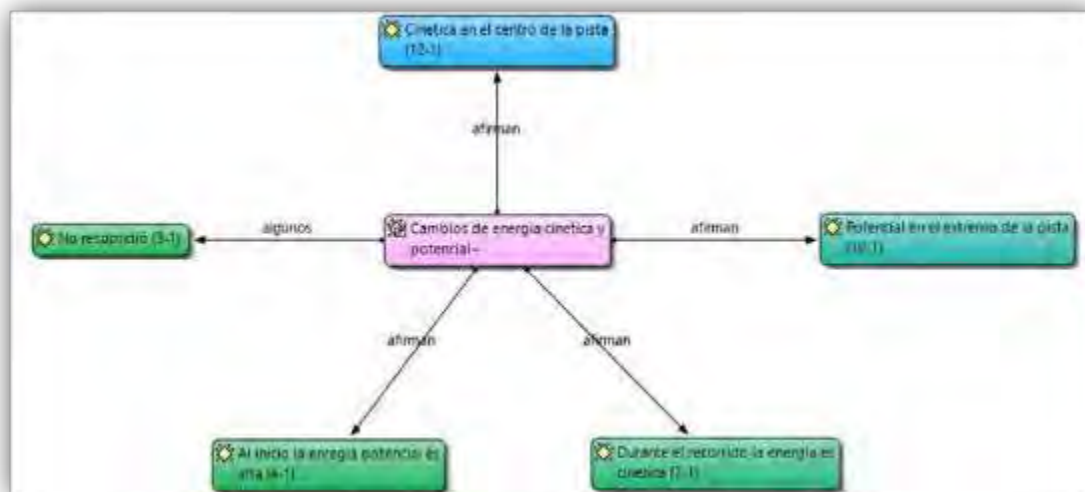


Figura 5.162. Red semántica grupo 4. Utilizando la simulación, describe los cambios de energía cinética y potencial.



Figura 5.163. Red semántica grupo 6. Utilizando la simulación, describe los cambios de energía cinética y potencial.

Los estudiantes del grupo 6 identifican los cambios que se dan cuando un sistema pasa de energía cinética a potencial, aplicados a un contexto específico, dan cuenta de la relación entre movimiento y energía cinética, y el reposo y energía potencial, que se da en el extremo de la pista puesta en la simulación particular. Para los grupos 4 y 6 resulta importante como la utilización de una simulación potencio de la mejor manera la comprensión y conceptualización de los diferentes tipos de energía y también permitió mediante el análisis de una situación cotidiana derivar una explicación física, resultado en toda la intervención presente cuando se presentan casos de común desarrollo en la vida diaria.

Pregunta 4.

Energía en las colisiones y determinación de la velocidad

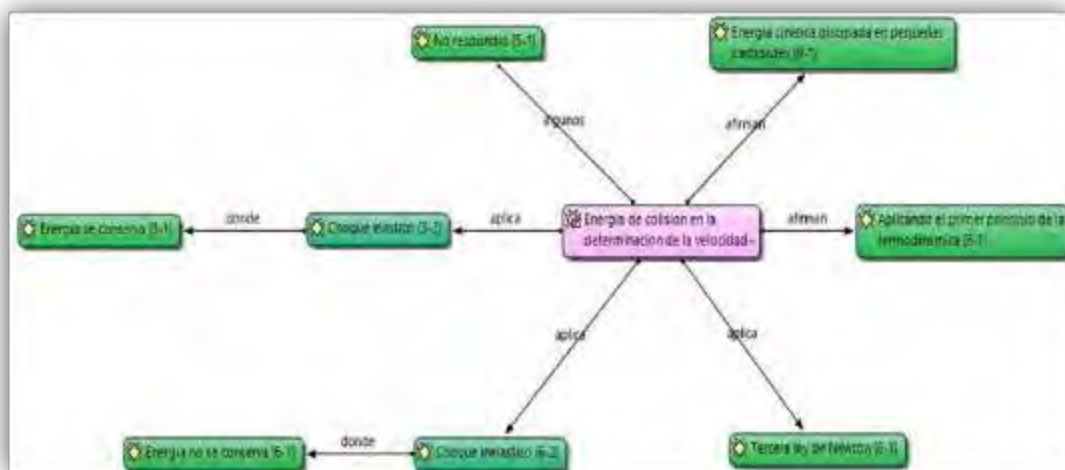


Figura 5.164. Red semántica grupo 4. Usar la energía en una colisión de autos, para estimar la velocidad de un vehículo.

En la determinación de la velocidad los estudiantes de ciencias asocian la energía de la colisión como aquella que se disipa en pequeñas cantidades aplicando el primer principio de la termodinámica y las leyes de Newton. Este grupo alcanza un buen nivel de desarrollo conceptual y de análisis de la situación planteada y como relacionar dichos conceptos a una mejor estimación de la velocidad de un auto.

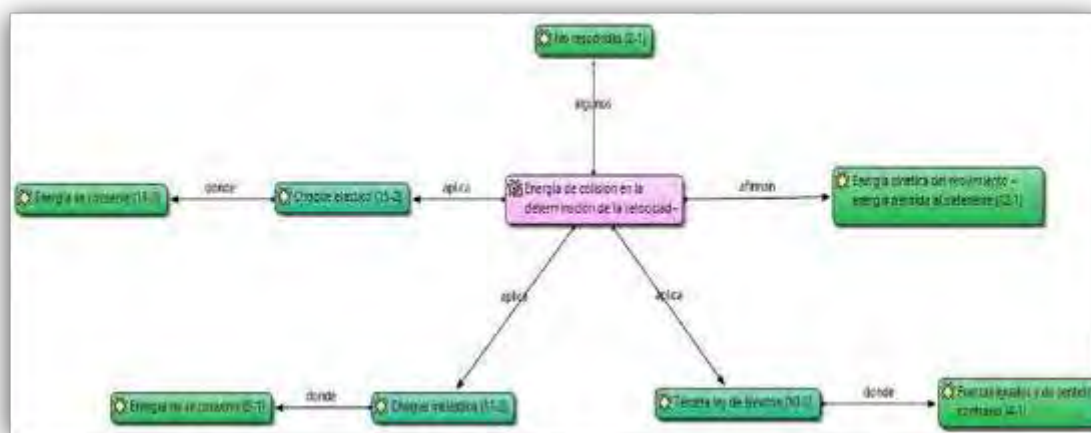


Figura 5.165. Red semántica grupo 6. Usar la energía en una colisión de autos, para estimar la velocidad de un vehículo.

Los estudiantes de matemáticas identifican los procesos de conservación y transformación de la energía en el contexto específico de las colisiones, aplican conceptos de las leyes de Newton y relacionan la ley de acción y reacción, en los dos tipos de colisiones planteadas. Los grupos de ciencias y matemáticas determinan con claridad como la energía en una colisión puede ser un factor importante a fin de estimar la velocidad de un vehículo. Demostrando mejoras importantes en el desarrollo de la intervención.

Misión 19. Analizar cómo se manifiesta la conservación de energía en los choques

Pregunta 1.

Problema de energía cinética y potencial

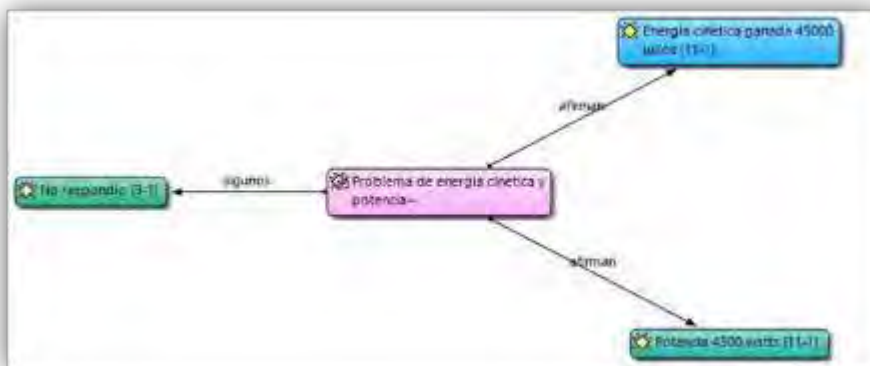


Figura 5.166. Red semántica grupo 4. Análisis de energías en un caso particular

Para el desarrollo del problema planteado se establece energía cinética y potencial con los resultados matemáticos y la identificación de las mismas, para esto el grupo 4 en su mayoría si bien es cierto no llega a la respuesta correcta si intenta realizar aproximaciones a la respuesta.



Figura 5.167. Red semántica grupo 6. Análisis de energías en un caso particular

A la hora de abordar problemas relacionados con la energía cinética y potencial, los estudiantes del grupo 6 utilizan diferentes sistemas de unidades, resuelven los ejercicios con respuestas muy cercanas, sin embargo, una gran mayoría no poseen la comprensión matemática del fenómeno y dejan sin responder la situación problema planteada. Este grupo alcanza en nivel bajo de análisis y no desarrollo del problema posiblemente por el olvido del modelo matemático que sirve para dar respuesta a la situación. En cambio, el grupo 4 si lo hace en un nivel medio de desarrollo de la situación, pero no llegando a la respuesta exacta.

Pregunta 2

Ley de conservación de la energía mecánica.



Figura 5.168. Red semántica grupo 4. Montaje experimental para contrastar la ley de conservación de la energía mecánica

Para la ley de conservación de la energía mecánica los estudiantes de ciencias plantean situaciones mediante montajes como un carro que se desplaza en una montaña rusa, o montajes con rieles y carros explicar cómo actúa esta ley física. Es importante observar como el grupo intenta recrear situaciones mostradas a lo largo de la unidad como ejemplos para comprender la ley de conservación de la energía.

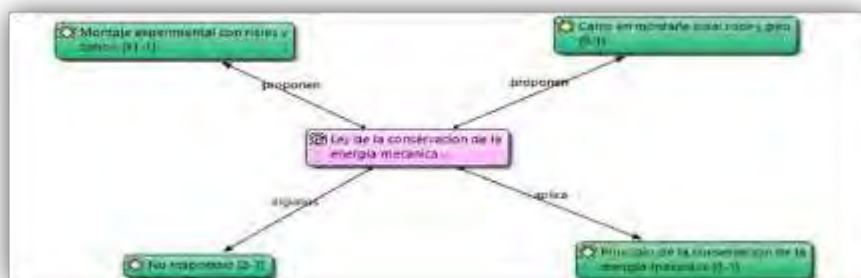


Figura 5.169. Red semántica grupo 6. Montaje experimental para contrastar la ley de conservación de la energía mecánica

Los estudiantes de matemáticas aplican los conceptos de conservación de la energía mecánica, en contextos básicos de la cotidianidad, el carro en montaña rusa, el montaje experimental, además vinculan los principios de conservación de la energía mecánica con gran apropiación del tema. Es claro para ambos grupos de la intervención que se alcanzó un excelente nivel de apropiación de la ley de la conservación de la energía mecánica y también los tipos de ejemplos mostrados por los dos grupos donde se pone de manifiesto relaciones de situaciones del contexto desde donde se puede explicar la física.

Pregunta 3.

Avances en tecnología y su relación con la conservación de la energía.



Figura 5.170. Red semántica grupo 4. Explicar cómo el avance de la tecnología hace los vehículos más seguros

Los estudiantes de ciencias plantean que los avances en la tecnología han mejorado significativamente la seguridad en los vehículos que si existe relación con la conservación de la energía se destaca el uso de prototipos para pruebas controladas, simulaciones virtuales y sistemas digitalizados, uso de *dummies* en pruebas controladas entre otros. Esto muestra como el grupo comprende que el avance en tecnología va relacionado en los avances de la ciencia y como estos hacen que mejore la seguridad en los autos, teniendo como consecuencia menor número de accidentes de tránsito.

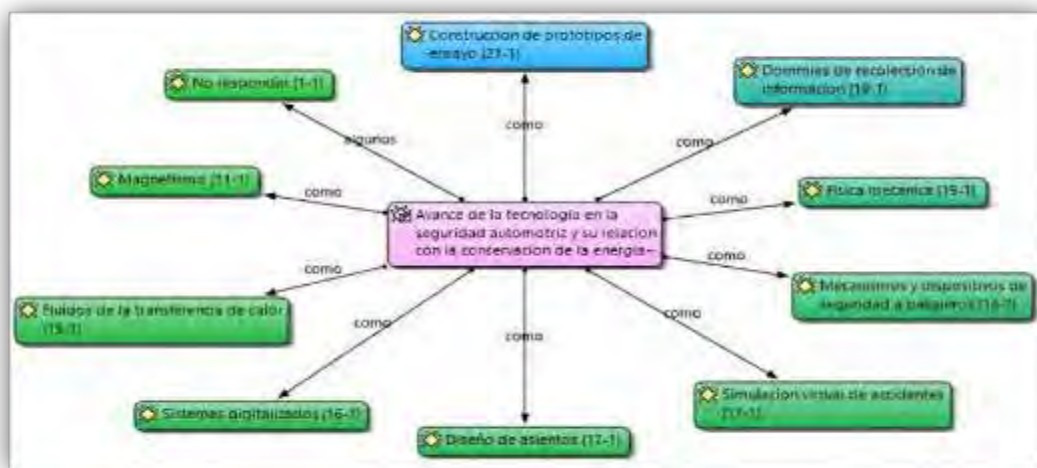


Figura 5.171. Red semántica grupo 6. Explicar cómo el avance de la tecnología hace los vehículos más seguros

Los estudiantes de matemáticas relacionan los conceptos físicos con los avances entre ciencia tecnología y sus implicaciones en la sociedad, dando cuenta de procesos propio del avance en la seguridad automotriz y aplicando el concepto de conservación de la energía, plantean prototipos de ensayo, y

relacionan conceptos como física mecánica, magnetismo, y transferencia de energía en función de modelos y diseños innovadores en los autos. Para los dos grupos resulta interesante el avance en analizar cómo se buscan asociar múltiples conceptos de la física para explicar la relación de la tecnología y como la comprensión de un principio fundamental de la naturaleza como la conservación de la energía ha logrado desarrollar no solo automóviles más seguros sino también diseñar vías más seguras con barreras que absorben energía en las colisiones.

Misión 20. Reconoce el calor como una transferencia de energía y sus manifestaciones.

Pregunta 1.

Factores de dependencia de la absorción o emisión de calor de un cuerpo.

Para los factores de los que depende la absorción o emisión de calor de un cuerpo los estudiantes del grupo 4 buscan asociar esto al concepto de temperatura, energía, electricidad, o a la resistencia del material, un pequeño grupo a la naturaleza del cuerpo y composición química. Acá de destaca como el grupo busca asociar los factores de dependencia o emisión de calor a conceptos de tipo termodinámico en particular a la temperatura.



Figura 5.172. Red semántica grupo 4. Identifica los factores de que depende la cantidad de calor que absorbe o emite un cuerpo.

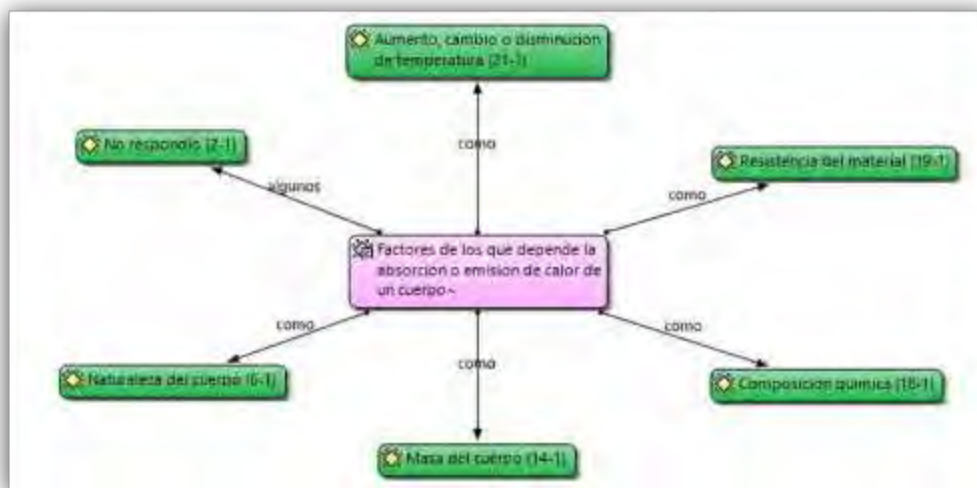


Figura 5.173. Red semántica grupo 6. Identifica los factores de que depende la cantidad de calor que absorbe o emite un cuerpo.

Los estudiantes del grupo 6 conocen los factores que permean la absorción o emisión de calor, relacionan composición química, masa del cuerpo, la resistencia del material y demás, dando una amplia evidencia de los ítems que intervienen en el proceso de intervención.

Para esta situación los dos grupos 4 y 6 demuestran entender y asociar en gran parte la relación planteada para comprender al calor como una forma de energía y como al variar la temperatura este fenómeno se ve afectado.

Pregunta 2.

Diferencia entre calor y temperatura.



Figura 5.174. Red semántica grupo 4. Establece las diferencias entre calor y temperatura

En la definición de calor los estudiantes de ciencias asocian el concepto con el aumento o disminución de la temperatura, otro grupo afirma que es la energía producida por el movimiento de las

partículas y en algunos intentan establecer dependencia del calor con la masa la longitud y el tiempo, para el caso de la temperatura solo se agregan conceptos a la dependencia de la energía cinética en comparación con la definición de calor para esta respuesta el grupo de ciencias en su gran mayoría establece las diferencias entre temperatura y calor .

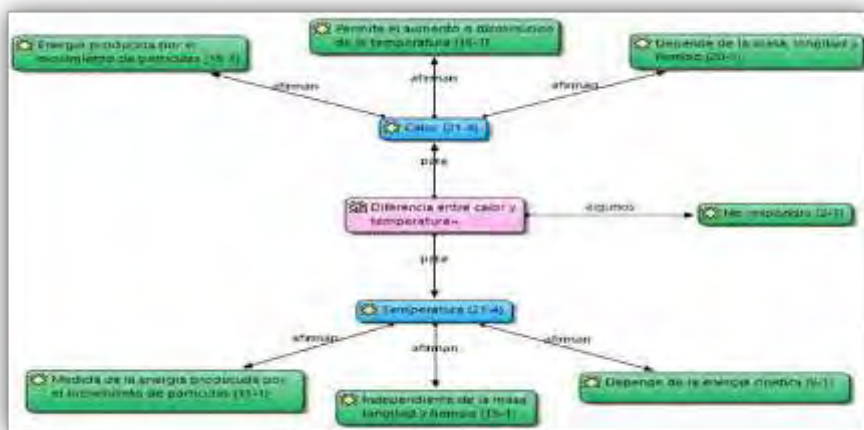


Figura 5.175. Red semántica grupo 6. Establece las diferencias entre calor y temperatura.

Los estudiantes de matemáticas diferencian claramente los conceptos de calor y temperatura, y plantean las principales características de ambos, en relación con la energía, y su medida. Cabe destacar como el grupo de ciencias y matemáticas en su gran conjunto diferencian los conceptos de calor y temperatura siendo una de las mayores confusiones presentes en el estudio de los fenómenos de la termodinámica. En este caso se nota el gran desempeño de los grupos de la intervención mediado por la unidad didáctica.

Pregunta 3.

Sistemas de frenos ABS.



Figura 5.176. Red semántica grupo 4. Explicar que es el sistema de frenos ABS (Antiblockiersystem).

En la utilización de sistemas antibloqueo como el ABS, los estudiantes de ciencias expresan que estos logran mayor maniobrabilidad, reducción en la presión de los sistemas hidráulicos y que de manera efectiva no se bloquean las llantas en maniobras de frenado de vehículos.

Las anteriores respuestas para el grupo 4 muestran una excelente comprensión del funcionamiento del sistema de frenos ABS y como este evita el bloqueo de los neumáticos haciendo una frenada más efectiva y sin marcaje de huella en la vía.

Los estudiantes del grupo 6 reconocen la utilidad de los frenos ABS en relación a la seguridad vial, y los conceptos físicos de hidráulica y transformación de la energía que le proporcionan características a de maniobrabilidad al automóvil.

Al igual que el grupo 4 el grupo 6 llega a comprender como una tecnología traída de los aviones a los autos hace muchos años permite que hoy en día las distancias de frenado disminuyan a fin de evitar las colisiones de autos, factor que ha sido determinante en la baja de accidentalidad. Para esta pregunta se sigue notando el avance de los participantes en la intervención en comprender y reflexionar acerca del uso de la tecnología y la ciencia en los vehículos para alcanzar niveles favorables de seguridad en la conducción.

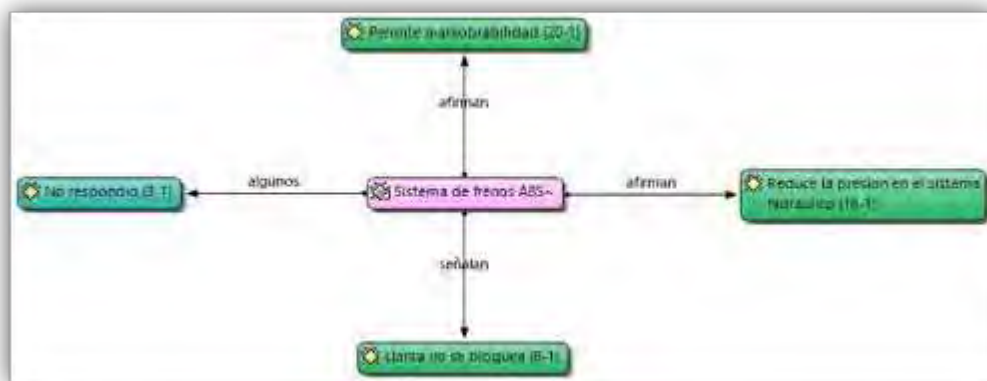


Figura 5.177. Red semántica grupo 6. Explicar que es el sistema de frenos ABS (Antiblockiersystem).

Misión 21. Identifica los tipos de choques y el principio de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento lineal

Pregunta 1.

Procesos que incumplen la ley de la conservación de la energía.



Figura 5.178. Red semántica grupo 4. Identificación de la ley de la conservación de la energía

Los participantes del grupo 4 plantean situaciones donde establecen que el movimiento es la base de la aplicación del principio de conservación u objetos que rebotan a una altura mayor. Para este caso el grupo 4 asocia características propias del movimiento estudiadas en la unidad didáctica y desde ahí busca analizar que procesos podrían incumplir la ley de conservación de la energía.

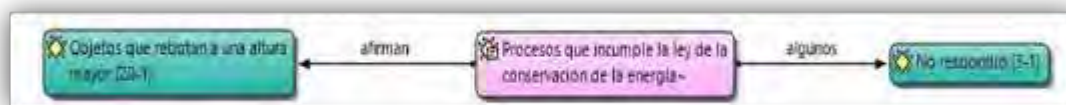


Figura 5.179. Red semántica grupo 6. Identificación de la ley de la conservación de la energía

Los estudiantes del grupo 6 identifican procesos en los cuales se incumple la ley de la conservación de la energía, algunos no reconocen los mismos, otros los dan en función de choques inelásticos, lo que puede determinar problemas de claridad en los conceptos y la definición de ley.

Para esta situación es claro que el grupo 4 identifica de la mejor manera las situaciones donde se podría incumplir la ley de conservación de la energía, el grupo 6 casi en su totalidad plantea el rebote de objetos, se destaca el nivel de análisis y apropiación de una mejor manera por parte del grupo 4.

Pregunta 2

Pruebas de choque en vehículos.

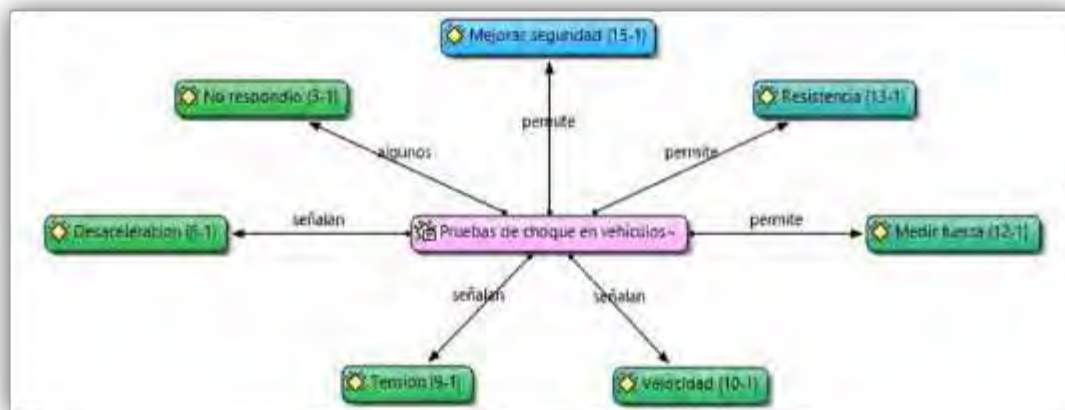


Figura 5.180. Red semántica grupo 4. Identifica a degradación de la energía en ejemplos cotidianos

Para la situación planteada donde se hacen pruebas de choques en vehículos los estudiantes manifiestan que estas permiten mejorar la seguridad, resistencia, tensión, desaceleración, medición de las fuerzas involucradas y velocidad en los vehículos. En general el grupo de ciencias explica la relación de degradación de energía aplicada en las pruebas de choque observadas en el video.

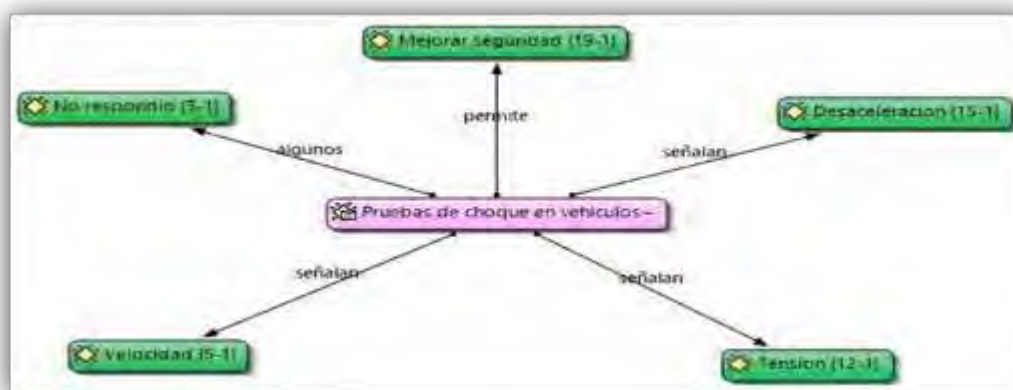


Figura 5.181. Red semántica grupo 6. Identifica a degradación de la energía en ejemplos cotidianos

El grupo de matemáticas reconoce la relación entre la física y el avance tecnológico que vincula además la experimentación y modelización, para la cual se requieren conceptos como la tensión, la velocidad entre otros. Se evidencia la apropiación de la temática y la metodología de experimentación necesarias para el avance en la materia.

Se destaca para el grupo de ciencias y matemáticas el alcanzar una excelente explicación a la degradación de la energía producto de las colisiones identificando las variables presentes en el video, mostrando el efecto que produjo la intervención didáctica.

Pregunta 3.

Tipos de choques.

Para los tipos de choques los estudiantes de ciencias diferencian entre elásticos e inelásticos algunos afirman la existencia de choques semielástico; la respuestas del grupo de ciencias mediada por la simulación logro mejorar y complementar el conocimiento y diferenciación de los tipos de colisiones.



Figura 5.182. Red semántica grupo 4. Establecer las diferencias entre los diferentes tipos de choques.

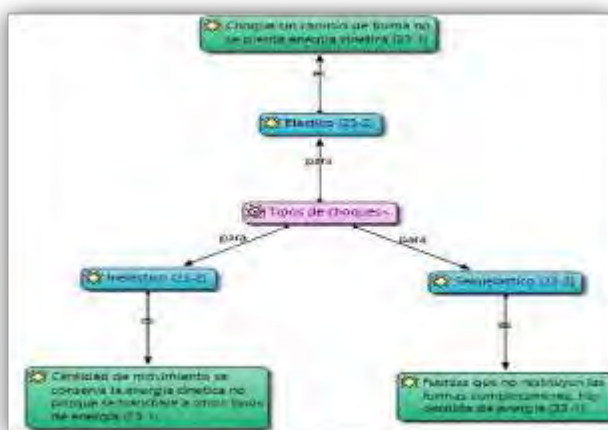


Figura 5.183. Red semántica grupo 6. Establecer las diferencias entre los diferentes tipos de choques.

Para el grupo de matemáticas estos diferencian los conceptos entre choques elásticos, inelásticos y Semielástico, conceptualizando acerca de la cantidad de movimiento que se conserva y se transfiere, además de las fuerzas que participan en este fenómeno. Para ambos grupos de la intervención se cumple con el objetivo de diferenciar entre los tipos de colisión y sus aplicaciones en la investigación y reconstrucción de un accidente de tránsito, demostrando la evolución alcanzada por la intervención didáctica.

Como cierre de este capítulo de Presentación y Discusión de resultados de la Intervención, se puede establecer que la intervención en cada grupo, tanto para el número 4 de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, como para el grupo 6 de la Licenciatura en Matemáticas, permitió realizar un análisis que contempla la realidad de los estudiantes de ambas carreras, lo que destaca que el

Curso de Mecánica en las dos carreras, lleva una temporalidad de varios años sin que los estudiantes trabajen con la física, por ejemplo para la Licenciatura en Ciencias Naturales, la materia de Mecánica se aborda en el 4° semestre académico, es decir, luego de 3 años desde la formación secundaria, es que se les dicta la cátedra de física; otro aspecto importante de resaltar, que es respuesta de la situación anterior, es la escasa conceptualización que tienen ambos grupos al momento de responder correctamente las preguntas relativas a la materia de física; por otra parte, se denota en los test, la intención de los estudiantes en llevar la mayoría de las respuestas a modelos matemáticos, sumado a esta situación las dificultades generales en el manejo matemático de los estudiantes.

No obstante, se resalta en ambos grupos, que se logró una excelente apropiación de los conceptos o de algunas situaciones planteadas, se observó en aquellas áreas donde el profesor, cuenta con una trayectoria como experto en el área de física aplicada a los accidentes de tránsito, brindando de una manera distinta la cátedra, contextualizando los temas desde el punto de vista de la física y sus relaciones con la tecnología, aspecto que tuvo gran aceptación en los estudiantes y que fortaleció el aprendizaje.

En conclusión, los resultados de manera muy general, acercaron a los estudiantes a observar de manera diferente y más real la aplicación de la física mecánica en el contexto de la vida, permitiéndoles cuestionarse y conocer como la ciencia se puede aplicar, con la ayuda de la tecnología, desde un problema sencillo de la vida cotidiana como en una situación grave de salud pública.

Capítulo VI

Presentación y análisis de resultado del impacto de la intervención en el test de conceptos

En este capítulo se presentan y se analizan los resultados obtenidos en diversas pruebas estadísticas aplicadas en el grupo sobre el que se ha realizado la intervención didáctica: Licenciatura en Ciencias naturales (formado por 18 estudiantes); Licenciatura en Matemáticas (formado por 23 estudiantes).

6.1 Cuestionario de Conceptos

Como se presentó en los aspectos metodológicos de esta tesis, el test consta de diez preguntas abiertas. Teniendo en cuenta las respuestas planteadas a cada una de las preguntas se clasificaron las respuestas de acuerdo a la proximidad con estas respuestas según las siguientes categorías:

Tabla 6.1. *Categorías de las respuestas del cuestionario de conceptos.*

Nombra de la categoría	Identificación
No responde	0
No tiene claridad del concepto	1
Se acerca al concepto	2
Tiene claridad del concepto	3

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

6.1.1. Comparación de los resultados globales obtenidos en el pre-test y en el post- test.

Para comparar la media global de los grupos pre-test y post-test se utiliza la prueba t de Student de muestras emparejadas y la de Wilcoxon. Lo anterior considerando las puntuaciones globales del pre-test dadas por el valor Kolmogorov-Smirnov.

Tamaño del efecto.

En la prueba t de Student de muestras emparejadas el tamaño del efecto se calcula utilizando el parámetro llamado eta cuadrado (η^2) definido así:

$\eta^2 =$	t^2
	$t^2 + N - 1$

Donde t es el estadístico obtenido en la prueba t de Student y N el número de elementos que componen el grupo pre-test (o post-test) pero no la suma de ambos. De acuerdo con Cohen (1988, p. 123), el tamaño del efecto se interpreta según el siguiente criterio:

Tabla 6.2. *Criterios para la interpretación del tamaño del efecto calculado con eta cuadrado.*

cuadrado	Interpretación
0,01	Pequeño
0,06	Medio
0,14	Grande

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

El tamaño del efecto de la prueba Wilcoxon se calcula con el parámetro r definido como:

$r =$	Z^2
	$V + N$

Donde Z es valor absoluto del estadístico calculado en la prueba de Wilcoxon y N el número, total de casos de las dos muestras que se comparan (Fritz, Morris y Richler, 2012, p. 12). De acuerdo con Cohen (1988, p. 128), el tamaño del efecto se interpreta según el siguiente criterio:

Tabla 6.3 *Criterios para la interpretación del efecto calculado con r*

R	Interpretación
0,10	Pequeño
0,30	Medio
0,50	Grande

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

A continuación, se presenta cada uno de los valores de los resultados globales del pre-test y del post-test de los grupos participantes en la intervención.

6.1.2. Comparación de resultados obtenidos, ítems pre-test y en el pos-test.

Teniendo en cuenta las características de las variables, se estudia si existen diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los ítems del pre-test y el post-test, para lo cual se utiliza la prueba de homogeneidad marginal.

De igual manera, como ya se comentó en el apartado anterior, es importante no limitarse solo a destacar si hay o no diferencias significativas, sino acompañar también a las mismas de un tamaño del

efecto. Dado que la prueba de homogeneidad marginal da un estadístico Chi cuadrado, es posible utilizar como tamaño del efecto la V de Cramer cuyo valor está comprendido entre 0 y 1 y que se calcula teniendo en cuenta:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \cdot df}}$$

Donde, N es el número total de observaciones, es decir, la suma del número de muestras de los dos grupos que se comparan y df, que son los grados de libertad, corresponde al número de filas menos uno o de columnas menos 1 de la tabla de contingencia, el que sea menor. En ese caso, se tienen tablas 4 x 4 y por tanto, df = 3.

De acuerdo con esos datos, el tamaño del efecto se interpreta siguiendo el criterio siguiente (Cohen, 1988; Gravetter y Wallnau, 2013):

Tabla 6.4 *Interpretación para la prueba de homogeneidad.*

V de Cramer Interpretación

0,06	Pequeño
0,17	Medio
0,29	Grande

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Los resultados de la prueba de homogeneidad marginal aplicada a cada ítem del cuestionario, así como el tamaño del efecto aparecen en la tabla 6.4.

6.1.3. Comparación pre y post del grupo de Mecánica de Lic. Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Tabla 6.5. *Resultados de la prueba de Wicoxon d y tamaño del efecto para el grupo de Lic. en Ciencias Naturales.*

Pre-test		Post-test		Sig. asint.bl.	Tamaño efecto	
Media	D.E.	Media	D.E.		R	Interpretación
18,17	1,618	25,67	1,495	0,000*	0,62	Grande

*Diferencia estadísticamente significativa

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Tabla 6.6. *Resultados de la prueba de homogeneidad marginal y del tamaño del efecto para cada uno de los ítems. En el grupo de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.*

Ítem	Sig.	asint.	Tamaño del efecto
	bl.	V de Cramer	Interpretación
1. Describa el posible movimiento que llevaban los vehículos momentos previos a la colisión (ejemplo: MUR, MRUA)	1,000	0,10	pequeño
2. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?	0,000*	0,8	pequeño
3. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta.	0,317	0,4	pequeño
4. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía, si__ , no__ Justifica tu respuesta			
5. Explica físicamente como frena un vehículo.	0,000*	0,09	pequeño
6. Cuando caminas por la calle y vas a cruzar la vía ¿qué conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?	0,000*	0,13	pequeño
7. ¿Qué medidas tendría que tomar en el lugar para analizar el accidente?	0,000*	0,08	pequeño
8. ¿A partir de que se determina la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión?	0,020*	0,21	mediano
9. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tienen los accidentes de tránsito?	0,004*	0,01	pequeño
10. ¿Cómo futuro profesor de física para que utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación Secundaria o Universitaria?	0,739	0,08	pequeño

*=Diferencia estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$)

NOTA: EL PROGRAMA SPSS NO HA PODIDO CALCULAR NINGÚN VALOR PARA EL ÍTEM 4.

EL AVISO QUE DA ES: "No hay suficientes casos válidos para realizar la prueba de homogeneidad marginal para It.04_pre y It.04_post. No se han calculado estadísticas".

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

A continuación, se muestran los resultados para el grupo de La LCNEA de acuerdo a las mismas 10 preguntas de conceptos mostradas en los numerales anteriores.

6.1.4. Comparación por categorías, ítems 1-10 grupo de Mecánica LCNEA.

Ítem 1. Describa el posible movimiento que llevaban los vehículos momentos previos a la colisión (ejemplo: MUR, MRUA).

En esta pregunta, 14 de los estudiantes no mostraban claridad frente al concepto, sin embargo, en el pos test siguen ubicados en la misma categoría, esto implica que no existen cambios ante la intervención y los estudiantes siguen teniendo dificultades a la hora de explicar los tipos de movimiento existentes y su relación con el desplazamiento de los autos instantes previos a una colisión, Sangoquiza, Francisco, Catota, & Fernando (2014, p. 67) propusieron el tema de los momentos previos a la colisión de automóviles como complejo, pero supremamente importante para la comprensión de los accidentes, formulando además la necesidad de diseñar nuevos, y más modernos sistemas que permitan al perito físico, conocer las características dinámicas de los vehículos en este momento, sistemas que a priori son producto de la clarificación conceptual de la física mecánica, es decir que la comprensión de estos conceptos, puede posibilitar el avance tecnológico, contribuyendo a tomar mejores decisiones en cuanto a investigación, e innovación en los sistemas de seguridad de los vehículos.

Uno de los principales retos a futuro implica el tener una mejor base conceptual por parte de los estudiantes, que permita entender los diferentes tipos de movimientos aplicados a los vehículos y la importancia de reconocer los mismo, tal vez con la ayuda de herramientas como videos o simulaciones se podría mejorar en esta comprensión y será parte importante en próximas intervenciones.

Tabla 6.7. *Tabla de contingencia para el ítem 1*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	11	2	1
	2	0	2	1	0
	3	0	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 2. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?

Se observa que todos los estudiantes responden pero en el pre 14 no tienen claridad del concepto y en el post estos estudiantes alcanzan la categoría 2 y 3, para esta pregunta se puede evidenciar una excelente apropiación de los conceptos de la cinemática y diferenciaciones entre la velocidad y la rapidez como elementos importantes en la mecánica, y como el grupo de estudiantes de una forma adecuada logro identificar qué aspectos tanto cinemáticos como dinámicos se pueden usar para investigar y reconstruir los accidentes de tránsito.

Estos resultados muestran que los estudiantes apropiaron de la mejor forma la explicación hecha por el profesor mediante ejemplos del movimiento de cuerpos y en particular de los vehículos, trayendo casos reales investigados con anterioridad, pero desde luego cambiando toda la información a fin de preservar la reserva judicial correspondiente.

Por otro lado, de acuerdo con Llamosa (2010, p. 193), plantea que es fundamental el análisis de los accidentes de tránsito, con una visión integral, que vincule en si la rigurosidad científica que ofrece la

física y la matemática, de manera que previa comprensión de los sucesos o fenómenos físicos acontecidos, se puedan cuantificar las variables y describir lo sucedido, al entender mediante la física la causalidad del accidente el estudiante, estará en la capacidad de tomar mejores decisiones a la hora de conducir o abordar un vehículo, es decir que se tuvo no solo un desarrollo cognoscitivo en la adquisición de un conocimiento, sino que ese conocimiento a futuro permitirá mejorar la calidad de vida del estudiante y quizás se logren reducir las tasas de accidentalidad en el país.

Tabla 6.8. *Tabla de contingencia para el ítem 2*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	3	12
	2	0	0	0	2
	3	0	0	0	1

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 3. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta.

En esta pregunta se ve cómo en el pretest se acercan al concepto 3 estudiantes y en el post 1, de igual forma se evidencia que en el pre tienen claridad 14 estudiantes, que se mantienen en el post. Se puede evidenciar como los estudiantes identifican las condiciones propias de la vía que permiten una circulación más segura entre ellos están los materiales bajo los cuales se han construido las vías y factores como el clima.

Algunos autores como Román y Carrillo (1973, p. 1245), han planteado que los accidentes de tránsito pueden llegar a considerarse una epidemia, en términos de salud pública, crecimiento y desarrollo de un país, es necesario tomar decisiones contundentes frente a problemáticas como estas, en este caso la comprensión que logran los estudiantes alrededor del factor vía en los accidentes de tránsito, constituye un avance en la toma de decisiones que como ciudadanos y formadores de ciudadanos puedan tener frente a quienes proponen o crean obras viales, entendiendo que existe una argumentación desde las ciencias y particularmente desde la física, para sugerir determinados protocolos viales, que garanticen la seguridad de quienes transitan por ella, en aspectos como este es que la unidad didáctica constituye un avance importante en la formación integral de docentes y profesionales consientes de la realidad de las cosas y con capacidad para resolver o prevenir problemas, aplicando conceptos de las ciencias naturales.

Tabla 6.9. *Tabla de contingencia para el ítem 3*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	3
	3	0	0	1	14

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 4. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía, si _____, no _____. Justifica tu respuesta.

En esta pregunta se puede evidenciar un cambio significativo ya que, de 17 estudiantes que no respondieron en el pre, lograron a tener claridad del concepto en el pos test, esto permite ver un avance en la comprensión del concepto de energía y la estimación de los daños presentes en una colisión

En concordancia con lo anterior son múltiples los estudios que han planteado diversas alternativas para la comprensión del concepto de energía específicamente los autores; Doménech, Pérez, Gras-Martí, Aranzabal, Martínez, Salinas, & Valdés (2003, p.31); Almeida & Henrique (2004, p. 161) y esto es importante en el sentido de que la comprensión de que es y cómo se distribuye la energía, en este caso particular en una colisión, es extrapolable al funcionamiento de múltiples sistemas energéticos, en los que hay una incorporación de energía y la misma se libera, transforma, transmite y dependiendo de esta administración se obtienen determinadas consecuencias. Es decir, la comprensión de este concepto permite a los estudiantes ampliar sus puntos de vista frente a la administración energética global, plantear posturas y alternativas argumentadas desde la física para preferir o descartar energías particulares y para plantear recursos de optimización en el manejo de la energía, o para el caso de esta problemática particular de los accidentes de tránsito, la forma más óptima de disiparla.

Para esta pregunta se destaca la importancia en la intervención y la contextualización hecha a través de los múltiples ejemplos donde se mostró como la energía sufre diferentes transformaciones en los accidentes de tránsito. También se da como resultado el hecho de haber explicado condiciones Biocinéticas y Biomecánicas donde la transferencia de energía en el cuerpo humano cobra importancia toda vez que desde ahí se generan patrones de lesiones que permiten de una forma más real, entender la importancia del concepto de energía en un accidente de tránsito.

Tabla 6.10. *Tabla de contingencia para el ítem 4*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	17
	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	1

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 5. Explica físicamente como frena un vehículo

Esta pregunta es respondida por todos los estudiantes en el pretest, pero sus respuestas se encuentran en categoría 1. Luego de la intervención estos estudiantes logran pasar a categorías 2 y 3, lo cual evidencia que existen mejoras en la mayoría de los estudiantes con un aumento de la claridad que va 0 a 13. En decir casi todo el grupo logra explicar de la forma correcta el proceso de frenado de un automóvil, considerando que este es uno de los procesos en los que más desarrollo tecnológico se ha tenido en cuestiones de seguridad, como se ha planteado en apartados anteriores de este documento, se hace relevante el avance en la comprensión de dicho proceso, ya que puede garantizar una buena elección en cuanto al sistema de frenos de los vehículos personales, como también puede generar curiosidad investigativa en el estudiantes, permitiéndoles desarrollar nuevas propuestas de innovación tecnológica en el campo, además que el proceso es materia de múltiples estudios como el de García & Rivera (2009, p. 42), quienes proponen modelismos matemáticos para el abordaje y reconstrucción de los accidentes de tránsito. Esto quiere decir que no solo se puede dar un desarrollo técnico a partir de la comprensión de estos fenómenos, sino que se pueden además propiciar avances en cuanto a metodologías, procesos y comprensiones de estos fenómenos con fundamentación en otras ciencias como las naturales.

También se puede observar la variedad de recursos tecnológicos aplicados en los autos y como han tenido una evolución histórica logrando apropiarse en los estudiantes la mejor comprensión desde el punto de vista de la física y como se ha venido mejorando en el proceso de frenado con ayuda de varios elementos incorporados que hacen una conducción más óptima y segura. De nuevo cobra relevancia el lograr en la intervención combinar la física con los desarrollos científicos aplicados a los vehículos.

Tabla 6.11. *Tabla de contingencia para el ítem 5.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	1	0	4	11
	2	0	0	0	2
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 6. Cuando caminas por la calle y vas a cruzar la vía ¿qué conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?

Tal como se puede apreciar en la tabla para el ítem 6, de 16 estudiantes que no respondieron o no tenían claro el concepto, se muestra como la mayoría pasa a tener un acercamiento al concepto o a tenerlo completamente claro, esto demuestra un avance significativo propiciado por la unidad didáctica, además de plantear el hecho de que se empieza a vincular la ciencia como cercana al contexto, ya que la mayoría de los estudiantes cruzan la calle para venir a la universidad o al realizar cualquier otra actividad en la ciudad.

Esto genera además una adecuada cultura ciudadana frente al uso de las vías y espacios públicos, reduciendo posiblemente la probabilidad de accidentes de tránsito con peatones, y permitiendo comprender las limitaciones y oportunidades que desde la física tiene el facto hombre en los accidentes de tránsito, en estos se incluyen los factores como la velocidad de reacción y otros.

Tabla 6.12. *Tabla de contingencia para el ítem 6.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	1	2	13
	1	0	0	1	1
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 7. ¿Qué medidas tendría que tomar en el lugar para analizar el accidente?

Ante este ítem 16 estudiantes no tenían claridad acerca del concepto en el pretest, y pasan a tener absoluta claridad en el posttest, hay un aumento de 1 a 2 en acercarse al concepto y de 0 a 16 en la claridad del concepto, con este ítem se continua la tendencia en el aumento de la comprensión de los conceptos físicos que intervienen en los accidentes de tránsito, lo fundamental es que vincula ahora el uso de mediciones y análisis cuantitativos de los fenómenos físicos, en este caso, los accidentes de tránsito, una dificultad didáctica para la comprensión de la física mencionada por autores como Milicic, Utges, Salinas, & Sanjosé (2016, p. 22), en función de que los modelismos matemáticos o particularmente la matemática que contiene la física ha sido tema de numerosas reflexiones, en términos de transposición didáctica y una de las conclusiones afines, es la de que no se debe simplemente reducir la física al análisis o comprensión meramente cualitativa, sino que su enseñanza debe velar por la comprensión matemática.

En este caso se ve como con análisis de casos relativamente sencillos se puede permitir el desarrollo de competencias matemáticas, identificación de variables, patrones de medida y demás lo que es realmente valiosos para la verdadera apropiación conceptual y matemática de la mecánica clásica.

Tabla 6.13. *Tabla de contingencia para el ítem 7.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	3
	1	0	0	2	12
	2	0	0	0	1
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 8. ¿A partir de que se determina la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión?

A la hora de determinar la velocidad previa a la colisión, con el pretest se evidenció que 13 estudiantes no poseían claridad frente al concepto, una vez aplicada la unidad, 12 estudiantes pasan a tener claridad en el concepto y 12 a acercarse al concepto, un avance realmente valioso, ya que como se ha planteado anteriormente, define cuestiones como la capacidad de reacción, la distancia de frenado, la cantidad de energía cinética y otros múltiples conceptos y es partir de la completa claridad conceptual en el área, que se formulan trabajos como el de Flores, Conlago, Yunda, Aldás, & Flores (2018, p. 11), en el que se proponen algoritmos matemáticos para analizar la capacidad de reacción de los conductores ante ciertos estímulos visuales en la vía.

Tabla 6.14. *Tabla de contingencia para el ítem 8.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	2	1
	1	0	0	10	3
	2	0	0	0	2
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 9. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tienen los accidentes de tránsito?

Si bien para este ítem la mayoría de los estudiantes se acercaban a la comprensión de la problemática social, denominada accidentes de tránsito, estas consecuencias se ven ampliadas y comprendidas de mejor manera, luego de analizar esta temática a la luz de la ciencia. Se puede considerar la posibilidad de que, con el conocimiento previo de este fenómeno como problemática, el interés y la motivación se hubiese visto alterada para bien, posibilitando así el avance en la comprensión de los mismos.

El reconocimiento de estas consecuencias hace a los científicos, docentes de ciencias y personas interesadas en el tema, factores fundamentales en el desarrollo tecnológico y social de una región, ya que se da el acercamiento de la ciencia a problemas realmente comunes que afectan y vinculan a toda la ciudadanía, esto contribuirá, a mejorar la imagen y comprensión de la ciencia, posibilitando que se vea cercana e importante en la toma de decisiones del país.

Tabla 6.15. *Tabla de contingencia para el ítem 9.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	3	1
	2	0	0	11	3
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 10. ¿Cómo futuro profesor de física para que utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación secundaria o universitaria?

En este ítem se aprecia como los futuros licenciados tienen una buena capacidad para la trasposición didáctica de los conceptos a través de casos sencillos como el facilitado, ya que en el pretest 15 estudiantes tuvieron total claridad en el concepto y el post se mantuvieron, aumentando incluso el número de los que se acercaban al concepto. la importancia de estas respuestas radican en el impacto que tiene el vincular fenómenos cercanos y cotidianos como los accidentes de tránsito en el análisis y comprensión de las ciencias físicas, ya que no solo dotan al maestro en formación de un excelente bagaje conceptual, sino que también le amplía su visión metodológica y de sentido didáctico de sus clases, produciendo así el desarrollo de nuevas propuestas de trabajo en el campo de la innovación didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales .

Tabla 6.16. *Tabla de contingencia para el ítem 10.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1
	2	0	0	0	2
	3	0	0	3	12

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Se concluye entonces, que para el grupo de la Licenciatura en Ciencias Naturales la respuesta de la primera pregunta que buscaba establecer los tipos de movimientos en los vehículos momentos previos a la colisión, tuvieron mayor confusión, de forma distinta resultó en las preguntas de la 2° a la 5°, obteniendo un efecto notorio en la intervención, debido a que en muchos casos aumento el nivel de comprensión y de respuestas acertadas por parte los estudiantes. La tendencia a tener mayor comprensión, se fortaleció en las preguntas de la 6° a la 10°, donde el grupo mostró avances significativos en el desarrollo conceptual e interpretativo de las situaciones planteadas, es decir, la intervención logró mejoras significativas en los estudiantes.

6.1.5. Comparación pre y post grupo de Mecánica, grupo Licenciatura en Matemáticas.

Tabla 6.17. Resultados de la prueba de Wicoxon de muestra emparejada y tamaño del efecto para el grupo de Lic. en Matemáticas.

Pre-test		Post-test		Sig. asint.bl.	Tamaño efecto	
Media	D.E.	Media	D.E.		R	Interpretación
19,87	2,322	22,87	3,817	0,002*	0,45	Medio

*Diferencia estadísticamente significativa

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Tabla 6.18. Resultados de la prueba de homogeneidad marginal y del tamaño del efecto para cada uno de los ítems. En el grupo de Licenciatura en Matemáticas.

Ítem	Sig.	asint.	Tamaño del efecto
	bl.	V de Cramer	Interpretación
1. Describa el posible movimiento que llevaban los vehículos momentos previos a la colisión (ejemplo: MUR, MRUA)	1,000	0,04	pequeño
2. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?	0,251	0,24	mediano
3. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta.	0,002*	0,15	pequeño
4. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía, si___, no___ Justifica tu respuesta	0,039*	0,11	pequeño
5. Explica físicamente como frena un vehículo.	0,117*	0,11	mediano
6. Cuando caminas por la calle y vas a cruzar la vía ¿qué conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?	0,086	0,19	mediano

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Tabla 6.18. *Resultados de la prueba de homogeneidad marginal y del tamaño del efecto para cada uno de los ítems. En el grupo de Licenciatura en Matemáticas (Continuación)*

Ítem	Sig.	asint.	Tamaño del efecto
	bl.	V de Cramer	Interpretación
7. ¿Qué medidas tendría que tomar en el lugar para analizar el accidente?	0,088	0,12	Pequeño
8. ¿A partir de que se determina la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión?	0,577	0,23	Mediano
9. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tienen los accidentes de tránsito?	0,016*	0,36	Grande
10. ¿Cómo futuro profesor de física para que utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación Secundaria o Universitaria?	0,564	0,15	Pequeño

*=Diferencia estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$)

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 1. Describa el posible movimiento que llevaban los vehículos momentos previos a la colisión (ejemplo: MUR, MRUA).

Respecto a los estudiantes de licenciatura en matemáticas se puede apreciar que seis de ellos no tienen claridad en el concepto en el pretest, posteriormente en el posttest mejoran su respuesta acercándose al concepto, otros que se acercaban al concepto se mantienen en esta media, quizás una de las razones por la cual los cambios no son tan significativos en este grupo, con este ítem puede estar en los intereses, a los de licenciatura en ciencias naturales les interesa más la comprensión conceptual, para divulgación y formación, mientras que ellos utilizan la física para explicar aplicaciones de la matemática garantizando así que no se estén dando de forma tan abstracta, esta idea Otero, Fanaro & Llanos (2015, p.10) la desarrolla en su trabajo considerando que la matemática ha buscado una alternativa didáctica en la física y ahora se deben buscar alternativas didácticas para la enseñanza de la física.

Lo innovador de esta unidad es que vincula conceptos en los que se pueden fortalecer ambas disciplinas, ya que la física facilitara la comprensión de las matemáticas, y los accidentes de tránsito vincularan conceptos físicos y cálculos matemáticos.

Tabla 6.19. *Tabla de contingencia para el ítem 1.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	2	4	0
	2	0	4	13	0
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 2. ¿Qué conceptos de la cinemática y la dinámica aplicarías para investigar este accidente?

En este ítem se aprecia como existe una mejora paulatina en la comprensión de los conceptos y su aplicación, los estudiantes pasan de un leve acercamiento al concepto a una mejor comprensión de los mismos, otros se mantienen en el acercamiento al concepto. Esto muestra aun dificultades de los estudiantes para la aplicación del concepto, la capacidad de abstracción en estudiantes de licenciatura en matemáticas probablemente sea mayor que la de los de ciencias naturales, por lo tanto, es probable que a los estudiantes de Lic. Matemáticas no les interese aplicar los conceptos sino únicamente comprobar que son reales.

En términos de transposición didáctica este panorama presenta cierta dificultad pues se espera que los licenciados en matemáticas generen alternativas para la comprensión de las matemáticas, y estas deberían derivar de la comprensión de los conceptos.

Tabla 6.20. *Tabla de contingencia para el ítem 2.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	3	3
	2	0	1	12	0
	3	0	0	3	1

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 3. ¿Qué influencia tiene el estado de la vía en este accidente? Justifica tu respuesta.

Ante el análisis dado anteriormente de la importancia que tiene la comprensión del factor vía en los accidentes de tránsito el panorama para los estudiantes de licenciatura en matemáticas, es de una mejora considerable también por que 15 estudiantes pasan de tener un acercamiento al concepto a tener la comprensión del mismo, y 7 estudiantes pasa a tener un acercamiento al concepto, las múltiples ventajas que posee esta mejora radican como se mencionó en apartados anteriores en la adecuada toma de decisiones en el desarrollo territorial y ciudadano, además abre un campo de investigación científica para los estudiantes que desean profundizar en la matemática, pues ciertas condiciones o fenómenos deben poseer exactitud matemática para la prevención de los accidentes.

Tabla 6.21. *Tabla de contingencia para el ítem 3.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	2	3
	2	0	1	3	11
	3	0	0	2	1

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 4. Los daños ocasionados en los vehículos producto de la colisión tienen que ver con conceptos como la energía, si ____, no ____, justifica tu respuesta.

Ante este ítem los estudiantes de licenciatura en matemáticas, solo muestran acercamientos al concepto, al parecer poseen dificultades en la comprensión de energía, y la transferencia de la misma llegando incluso de tener claridad en el concepto a tener solo un acercamiento al mismo. Se debe por lo tanto fortalecer el análisis matemático más que conceptual en la unidad de manera que ellos la licenciatura en matemáticas encuentre mayor campo de acción en el tema y así pueda comprender conceptos fundamentalmente necesarios para la toma de decisiones y el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la cultura social.

Tabla 6.22. *Tabla de contingencia para el ítem 4.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	1	5	13	0
	2	0	0	2	0
	3	0	1	1	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 5. Explica físicamente como frena un vehículo.

Uno de los fenómenos que permite el análisis físico e inclusive matemático es en sistema de frenado, el cual a su vez está fundamentado en una serie de conceptos y factores que lo afecta, su comprensión es importante en términos de innovación y desarrollo tecnológico de los mismo, como le planteo en análisis anteriores, para este caso particular 3 estudiantes que tenían mal el concepto, no encontraron la claridad conceptual en la unidad, sin embargo de 11 pasaron a tener un acercamiento al concepto en el postest y uno paso a tener la claridad conceptual coherente con el proceso, es necesario quizás incluir aspectos más disciplinares de la matemática, en este tipo de análisis para generar un mayor interés por parte de los estudiantes de esta licenciatura, los resultados son óptimos sin embargo es necesario ir adaptando la unidad a las necesidades de cada programa.

Tabla 6.23. *Tabla de contingencia para el ítem 5.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	3	11	1
	2	0	0	5	0
	3	1	0	2	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 6. Cuando caminas por la calle y vas a cruzar la vía ¿qué conceptos de la mecánica aplicarías para hacerlo de manera segura?

Una de las actividades más sencillas y comunes tal como se planteó anteriormente, tiene que ver con la inteligencia vial, al cruzar una calle, en este proceso se vinculan temas como la velocidad, los sistemas de referencia entre otros, se esperaba por lo tanto que los estudiantes mejoren su comprensión física de la misma, 3 estudiantes que en el pretest tenían conceptos errados los mejoraron notablemente en el pos test, de quienes estaban cercanos al concepto o que no habían respondido pasaron a

comprender el concepto 12 estudiantes y 3 mantuvieron el concepto correctamente. Esto demuestra que los estudiantes presentaron mejoras significativas que se van a reflejar en las decisiones y modo en que se comportan en la calle, reduciendo de este modo los accidentes de tránsito, acercando la ciencia a su entorno cotidiano y desarrollando un pensamiento científico frente a situaciones de la vida cotidiana.

Tabla 6.24. *Tabla de contingencia para el ítem 6.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	3	3
	2	2	0	2	9
	3	1	0	0	3

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 7. ¿Qué medidas tendría que tomar en el lugar para analizar el accidente?

Este es uno de los ítems que más cercanía tiene con el perfil profesional de los licenciados en matemáticas, pues vincula instrumentos de medición y análisis cuantitativos que permiten realizar cálculos matemáticos y demás, en este se observó que 7 estudiantes que no comprendían o estaban cercanos al concepto lo perfeccionaron durante la aplicación de la unidad didáctica, y que 11 de los que habían respondido correctamente mantuvieron sus respuestas correctas, esto denota que la unidad proporcione situaciones que permitieron los análisis cuantitativos, que se pudo fortalecer el diseño experimental a la hora de analizar una situación particular, además de lograr fortalecer competencias interpretativas, argumentativas y propositivas tal como se espera en un nivel universitario.

Tabla 6.25. *Tabla de contingencia para el ítem 7.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	3
	2	0	0	1	4
	3	0	1	1	11

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 8. ¿A partir de que se determina la velocidad que llevaba el coche antes de la colisión?

Este ítem también vincula, cálculos y análisis matemáticos, además de que este proceso permite resolver diferentes casos de accidentes de tránsito, visibilizando que cuando las condiciones de velocidad

aumentan en la carretera, la energía acumulada aumenta y las consecuencias del accidente pueden ser más nefastas. Por esta razón el progreso que tuvieron los siete estudiantes que lograron obtener una claridad conceptual, así como los 10 que mantuvieron su claridad conceptual es bien importante ya que además va a posibilitar como se dijo anteriormente el diseño de nuevos modelos matemáticos que permitan calcular la velocidad antes de la colisión en diferentes tipos de vehículos.

Tabla 6.26. *Tabla de contingencia para el ítem 8.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	1	1	0	3
	2	0	0	0	4
	3	1	0	3	10

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 9. ¿Qué consecuencias sociales y económicas tienen los accidentes de tránsito?

Si bien en el pretest se demuestra que no se tiene una claridad frente a las implicaciones sociales y económicas que generan los accidentes de tránsito, luego de la aplicación de la unidad 14 estudiantes logran una claridad en el concepto, sin lugar a dudas es un logro significativo en función de que este análisis crítico de la realidad social, en este problema en particular va a generar ciudadanos más responsables en la vía, demostrando también que el enfoque de integralidad con visión sistémica de la ciencia, tecnología y sociedad, son una excelente posibilidad en la formación holística de la persona, teniendo en cuenta sus enfoques socio-afectivos y no únicamente el saber disciplinar

Tabla 6.27. *Tabla de contingencia para el ítem 9.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	1	0	1
	2	0	0	2	13
	3	0	0	4	2

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Ítem 10. ¿Cómo futuro profesor de física para que utilizarías el caso citado en la enseñanza de esta disciplina en la educación secundaria o universitaria?

En este caso, 17 estudiantes se acercan al concepto viendo en los accidentes de tránsito un mecanismo de transposición didáctica para la enseñanza de la física, pero también de la matemática, visibilizando que es importante plantear problemas de la realidad, y que el conocimiento debe transformar la vida del ser humano para bien, generando así un saber colectivo que se va a reflejar en las actitudes de los futuros docentes, sus alumnos y las generaciones futuras y demostrando que con algunas adaptaciones este material también puede llegar a ser aplicado en básica secundaria por estos docentes en formación.

Tabla 6.28. *Tabla de contingencia para el ítem 10.*

ÍTEM 10.1		POST			
		0	1	2	3
PRE	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
	2	1	0	1	4
	3	0	0	4	13
	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, Suárez (2019)

Este ítem permitió observar que, para el grupo de Matemática, los estudiantes en las 10 preguntas presentaron avances importantes en las respuestas, sobre todo en aquellas que exigieron análisis de tipo abstracto o matemático como fortaleza propia de la formación de la carrera, sin embargo, en aspectos relativos al área de física, no realizaron análisis con profundidad. Pero de manera general, al igual que el grupo de Ciencias Naturales, se puede notar la importancia que tuvo el trabajo con la Unidad Didáctica, reflejadas en las preguntas donde los estudiantes lograron ligar el problema planteado con las relaciones físicas, los conceptos aplicados y los avances en tecnología, lo que permitió una forma más segura de manejo de los vehículos.

Consideraciones Finales

Esta investigación partió de la premisa que el enfoque CTS desde el uso de la física forense puede facilitar la comprensión de los fenómenos mecánicos; para ello, se efectuó una caracterización de las actitudes, percepciones y los conceptos de mecánica que los estudiantes han adquirido desde su formación en básica secundaria. Se trabajó con distintos grupos de estudiantes que finalizan su educación secundaria, estudiantes que ingresan a la universidad y estudiantes que han cursado la asignatura de mecánica en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales. Desde esta perspectiva se propuso el uso de la física forense como alternativa para el aprendizaje de la mecánica.

En la investigación se han planteado las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son las actitudes, percepciones hacia la física de los estudiantes de educación secundaria y universitaria y su comprensión de los conceptos de mecánica?
2. ¿Qué implicaciones didácticas y conceptuales tiene la implementación de una secuencia didáctica basada en la física forense de los accidentes de tránsito (basada en el enfoque CTS) en el aprendizaje de la mecánica?

En relación a la primera pregunta, se encontró que el cuestionario de actitudes refleja que los estudiantes prefieren clases de física que hagan uso de la experimentación y reconocen su importancia en el desarrollo de otras habilidades científicas y su aplicabilidad en diferentes eventos científicos y tecnológicos. Se encontró que un 12% de los participantes considera que lo aprendido en lo transcurrido de su formación reviste poca importancia en su cotidianidad. Así mismo, es evidente que en el grupo 3 (Grupo que ya ha visto contenidos de física en un curso universitario) un 56 % de los estudiantes reconoce que la física trata de fenómenos y problemas que están muy lejos de lo que pasa a nuestro alrededor, lo cual deja en evidencia la poca contextualización de los contenidos en el ámbito universitario. Sin embargo, se reconoce que es una ciencia que estimula la creatividad.

Los estudiantes plantean un desacuerdo en un 46 % en la memorización de las fórmulas en el aprendizaje de la física. En relación al papel del profesor, reconocen su importancia, pero desde los cursos vistos en física manifiestan que los docentes son poco activos y que se requieren clase que despierten mayor motivación por su aprendizaje.

En general, los participantes manifestaron algún grado de inconformidad por el desarrollo de las clases, e indican que se desarrollan clases tradicionales con aprendizaje memorístico de fórmulas, por lo cual sugieren una enseñanza de la física más contextual. Así mismo, se tiene la concepción que los estudios de Física son más para chicos que para chicas y consideran que el número de horas para la enseñanza de la Física en secundaria, en comparación con otras disciplinas es suficiente en un 50%, el otro porcentaje indicó que se deben tener más horas para el desarrollo de prácticas de laboratorio. La mayoría aseguró que la física vista en la educación secundaria no lo motivó para su estudio.

Para el grupo 1 (Grupo de estudiantes preuniversitarios), donde se cuestiona acerca de la experiencia de los estudiantes en el aprendizaje de la física, afirmaron en un 47% que había sido regular, en un 32% fue mala y un 21% fue buena, resaltando aspectos como: la ausencia parcial del docente, las metodologías tradicionales de copia y solución de ejercicios complejos, la ausencia de la experimentación,

la cantidad de conceptos aprendidos y la descontextualización de lo aprendido en el aula de clase. Por lo que sugieren como necesario el desarrollo de prácticas de campo y experimentación.

Los participantes indican como muy comunes las siguientes actividades de enseñanza copiar la teoría en el cuaderno, desarrollar algunos ejercicios, evaluación, explicaciones cortas con poca claridad entre otros calificativos; seguido de la metodología teórico- práctica, que se describe como la práctica constante de ejercicios realimentados, y las prácticas experimentales en el laboratorio. Pocos docentes utilizaban metodologías como: el uso de las Tic y clases didácticas, la investigación o la experimentación. Los resultados anteriores muestran tendencias de los estudiantes hacia un aprendizaje tradicional de la física mediada por unas metodologías de los docentes no apropiados, la cantidad de conceptos aprendidos que muchas veces no se logran entender con claridad y la contextualización de lo aprendido en el aula de clase.

Desde esta realidad, en la parte diagnostica se encontró en los 3 grupos que la actitud de los estudiantes hacia la física no es la mejor, debido a que los estudiantes consideran que la física es una asignatura difícil que no es necesario estudiar, mostrando un nivel bajo de motivación hacia su estudio, la realidad radica en que una cantidad reducida de estudiantes se sienten atraídos hacia la física (Guisasola et al., 2004, p. 16). En consecuencia, la Enseñanza de la Física se limita al estudio de los conceptos, leyes, ecuaciones, fórmulas y principios descontextualizados de la realidad y los intereses propios del estudiante, lo cual impide un adecuado aprendizaje y hace que el estudiante se desmotive y pierda el interés por la ciencia, lo anterior traduciéndose en bajo rendimiento académico y una mínima inclinación por los estudios profesionales en ciencias.

En el Test de conceptos relacionado con la mecánica se evidencia la poca claridad sobre conceptos como movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, razón por la que los confunden y no logran identificar sus diferencias. También se evidencia confusión en conceptos de energía y trabajo, razón por la que no tienen una idea clara de la forma como se pueden ver relacionados con los daños evidentes en el vehículo. Se desconoce los conceptos cinemáticos y dinámicos que utilizarían para investigar un accidente de tránsito. Lo anterior impulsa una reflexión acerca de cómo enseñar el conocimiento de la disciplina desde los niveles de la secundaria.

Frente a la pregunta ¿Qué implicaciones didácticas tiene la implementación de una secuencia didáctica basada en la física forense de los accidentes de tránsito (basada en enfoque CTS) en el aprendizaje de la mecánica?

La implementación de la Unidad permitió que los estudiantes de Lic. Matemáticas fueran desarrollando su capacidad para establecer relaciones contextuales de los conceptos abstractos de física con eventos del enfoque CTS, mientras que los de Licenciatura en Ciencias Naturales fueron mejorando su comprensión de los conceptos abstractos.

La intervención contribuyo a que los estudiantes relacionen el concepto con los sistemas de referencia principalmente con eventos cotidianos como los movimientos de los vehículos, aterrizaje de naves, e identifiquen diferencias entre desplazamiento y trayectoria y se evidencia un aprendizaje acerca

de las normas y acuerdos sociales que rigen la dinámica de autos en el país, relacionando la utilidad, y las velocidades permitidas.

En los dos grupos los estudiantes relacionan correctamente conceptos de la cinemática vehicular al punto de estar en la capacidad de resolver situaciones problema, contextuales y cercanas, utilizando la conceptualización, el análisis matemático y proporcionando soluciones acertadas a la problemática. Sin embargo, se evidencia en un 40% problemas con la modelización matemática, para fenómenos cercanos a su realidad.

El uso de simulaciones virtuales demostró ser un recurso apropiado para reconocer vectores de velocidad, la diferenciación entre cantidades vectoriales y escalares, además de la modelización de fenómenos físicos. A partir del análisis se establecen relaciones de proporcionalidad, directa, relacionan parejas de valores correspondientes a datos de una y otra variable, los ubican en el plano cartesiano, formando pares ordenados de relación distancia tiempo.

La intervención en los dos grupos ha mostrado resultados favorables para el aprendizaje de los conceptos de la mecánica desde los accidentes de tránsito, por ejemplo, se observó cómo los estudiantes logran comprender también aspectos sociales y legales en relación a los límites de velocidad según diversas leyes y decretos dependiendo la zona a la cual se referían destacando los límites en la zona urbana y las condiciones de velocidad según la zona dentro de la ciudad. Estos límites de forma explícita son comprendidos como consecuencia del análisis físicos sobre las áreas de afluencia vehicular que entre otras cosas vinculan el tiempo de reacción de los conductores, las condiciones de la vía, la cantidad de vehículos en la misma, entre otras variables, con base en eso, se generan restricciones o recomendaciones de velocidades que garantizan la seguridad mínima de los principales actores del contexto. Por tanto, la unidad didáctica evidencia una contribución en relación a la reflexión social, el desarrollo de la cultura ciudadana y la identificación con problemas de su realidad cercana, visibilizan estas causales en la relación lógica física de las mismas.

En relación a alguna diferencia entre los dos grupos se encontró lo siguiente:

En el grupo 6 (Lic. En Matemáticas), se establecen relaciones de proporcionalidad, directa, relacionan parejas de valores correspondientes a datos de una y otra variable, los ubican en el plano cartesiano, formando pares ordenados de relación distancia tiempo; mientras que en el grupo 4 se observó que 16 estudiantes, realizaron un proceso que les permitió cuantificar el valor de la velocidad para el caso propuesto y así lograr establecer la relación que existe en el movimiento rectilíneo uniforme con la condición de velocidad constante y solo 2 estudiantes no respondieron.

En el caso del grupo de matemáticas (Grupo 6) se encontró que a pesar de establecer relaciones graficas entre distancia y tiempo, a la hora de obtener la pendiente, ósea el valor de la velocidad, los estudiantes ignoran el procedimiento, cotidiano para ellos, además no proponen análisis para lograr la obtención del valor y se rinden simplemente dejando la pregunta en blanco. En la cuantificación de la velocidad el grupo 4 presenta una notoria mejoría en el análisis y calculo en comparación del grupo 6.

El grupo de matemáticas expone los aportes que ha realizado la tecnología a la sociedad, en la solución de problemas particulares como la reducción de accidentes de tránsito, el desarrollo de nuevos

sistemas de seguridad, en vehículos, y la eficiencia, energética, en seguridad, en comodidad y demás de vehículos, un tema muy cercano a la realidad del estudiante. Con el grupo 4 son igualmente significativas y de alguna forma son similares, reconocen los mismos conceptos con la misma importancia para la convivencia social y el desarrollo tecnológico planteado en el anterior análisis.

Los estudiantes del grupo 6 comprenden la relación entre la potencia y el movimiento del auto, así como las diferentes fuerzas que intervienen sobre el mismo, y que ocasionan un cambio o variación en la velocidad, plantean unas características de los autos que les permiten ser más veloces, como el diseño aerodinámico. Estas relaciones de a algún modo coinciden con el enfoque teórico conceptual del grupo 4, avance importante, ya que se esperaba un abordaje más matemático y modelizado por parte del grupo 6 que tiene la tendencia a este abordaje, esto puede indicar una apropiación conceptual intrínseca al desarrollo de la unidad, y un cambio paradigmático en la forma de abordar las preguntas.

Las condiciones cinemáticas en la conducción los estudiantes del grupo 4 encuentran que la distancia, la fricción, el espacio y el tiempo son preponderantes. Al respecto se puede visualizar que se logran vincular las condiciones cinemáticas con los tres factores preponderantes en un accidente de tránsito, la vía, el hombre y el vehículo. Los estudiantes de matemáticas plantean condiciones cinemáticas importantes, siendo la más relevante para el caso de la conducción el tiempo de reacción, el estado mecánico que posibilita la eficiencia en la velocidad del mismo, el estado de la vía, y ligado a ello reconocen fuerzas presentes tales como las de fricción, y hablan de la necesidad de la pericia del conductor en el planteamiento de la capacidad de reacción. Este grupo al igual que el 4 también se enfoca en los tres factores importantes en la comprensión y análisis de los accidentes de tránsito, la vía, el vehículo y el factor humano.

En temas como los coeficientes de fricción, en el grupo de Ciencias Naturales, 14 estudiantes encuentran que se debe a la oposición al deslizamiento en una superficie en total coherencia con las leyes newtonianas, lo que evidencia un avance en la comprensión matemática del concepto, este grupo se ha caracterizado por su apropiación conceptual y en este nivel de la unidad empiezan a proponer análisis un poco más matemáticos, lo que demuestra una evolución entre sus planteamientos iniciales y los posteriores en obediencia a la utilidad de la unidad didáctica. Mientras que para el grupo 6, estos relacionan el coeficiente de fricción con las características particulares de un material, en el caso de los vehículos, con las características de la vía y el vehículo además de confirmar que dicha fuerza se opone al movimiento o deslizamiento, es decir que pueden de alguna manera identificar algunas fuerzas importantes que actúan sobre un móvil y describir o teorizar los efectos de dichas fuerzas. Tanto el grupo seis como el cuatro vinculan conceptos de fuerzas y mecánica newtoniana.

Los resultados de post muestran una diferencia significativa de la intervención realizada en el grupo de Lic. En Ciencias Naturales y se observan contribuciones en los ítems 2, 5, 6, 7,8 y 9. Lo anterior significa que la intervención sirvió para favorecer el aprendizaje en Conceptos como posición, velocidad, aceleración, tiempo, fricción, resistencia del aire, masa, peso, gravedad, fuerza, energía, trabajo, potencia. El uso de huellas de frenada, donde se comprende la influencia de conceptos como movimiento, fuerza, distancia, tiempo, fricción, distancia de la huella de frenado, coeficiente de fricción, aceleración de la gravedad, daños en los vehículos, distancias antes de la colisión. Además de reflexionar sobre las

consecuencias sociales por la gran pérdida de vidas humanas, y económicas por el alto pago de dineros por parte del estado y las aseguradoras

En el caso del grupo de Matemáticas se obtuvo un valor de r de 0,45, lo cual da cuenta de un aprendizaje en ítems como 3, 4 y 9, esto permitió comprender como los estudiantes comprenden las condiciones de la vía en la influencia de la colisión. Además de percibir conceptos como fuerza de fricción, transferencia de energía. Así mismo reflexionan sobre las consecuencias sociales por los accidentes de tránsito.

Implicaciones Didácticas

Varias resultan ser las implicaciones didácticas que se derivan de la presente investigación, la primera estaría relacionada con la importancia y pertinencia de utilizar el enfoque Ciencia, Tecnología y sociedad hacia un contexto de aprendizaje de la mecánica utilizando los accidentes de tránsito, es así que la investigación encontró un amplio espacio de desarrollo de las temáticas propias de la física mecánica que permitió en los estudiantes apropiarse de los conceptos de la física, en muchos casos se logró mejorar notablemente, en otros los resultados no fueron tan satisfactorios, se esperaría que en una futura investigación se lograra caracterizar de mejor manera la población objeto de la investigación hacia conocer como los estudiantes abordan problemas que implican el uso de la ciencia la tecnología y la sociedad.

La segunda implicación didáctica está relacionada con el uso de múltiples recursos para poder abordar las diferentes misiones planteadas en el desarrollo de la unidad didáctica de accidentes de tránsito, es importante destacar que los estudiantes fueron bastante receptivos al uso de simulaciones físicas, videos, casos de la vida real, en muchas situaciones se logró desarrollar y complementar con aportaciones que hacían los estudiantes con la investigación de recursos que mejoraban la comprensión de las temas sugeridos; por lo tanto es importante que estas actividades se fomentaran de manera más frecuente en las clases de física, donde generalmente en el aula se realizan sesiones magistrales con ejercicios, pero poco se utilizan otro tipo de recursos, que como se mostró en el desarrollo de la investigación resultan ser muy efectivos a la hora de acercar y dinamizar el estudio de la física y en particular de la mecánica.

La tercera implicación didáctica se centra en una de las variables que ha resultado ser muy trascendental en nuestra investigación, y es como la intervención didáctica permitió integrar varios aspectos propios de la investigación desde las ciencias forenses y su potencial aplicación a las ciencias básicas y de manera concreta a la física mecánica, para los estudiantes resulto ser muy interesante el conocer no solo aspectos de la física aplicados a los accidentes de tránsito sino por ejemplo el hecho de asumir el rol como peritos investigadores de accidentes los acerco a conocer otras disciplinas como la ingeniería, la medicina legal, el derecho en otras. Esta implicación permitió tener en los estudiantes una visión más integral de las ciencias aplicadas a un problema de la vida cotidiana.

Una cuarta implicación muestra la necesidad de seguir incorporando problemas de la vida diaria, donde la física como ciencia no se centre en un conocimiento puro, sino que pueda despertar en los estudiantes la conciencia de aplicar los conceptos a fin de mejorar y solucionar problemas con

implicaciones fuertes en la sociedad como lo son los accidentes de tránsito que en países como Colombia todos los días cobran vidas y tienen fuertes consecuencias económicas y sociales.

Es importante destacar el sentido crítico que género en los estudiantes el análisis de las consecuencias sociales derivadas de los accidentes de tránsito, como se generaron discusiones y debates que alimentaron un sentido social de la ciencia, como valor agregado de la intervención didáctica.

Para finalizar a manera de recomendación se sugiere mejorar algunos aspectos de los cuestionarios que permitan realizar una mejor investigación y profundización en aspectos CTS y que oriente futuras perspectivas de utilización de la física forense que incorpore otras temáticas no solo de la física mecánica sino también de materias del área de física y porque no de las otras ciencias naturales como la biología, química etc.

Lista de referencias

- Acevedo, J., Vázquez, A. & Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 80-111.
- Aikenhead, G.S. (2002). STS Education: A Rose by Any Other Name, en Cross, R. (ed.). A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham. New York: Routledge Press AIP Conference, University of Timișoara, Romania.
- Alessi, S. M. & R.Trollip, S. (2001). *Learning Principles and Approaches. Multimedia for Learning: Methods and Development*. Pearson.
- Almeida Pacca, J. L., & Henrique, K. F. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(1), 159-166.
- Anjos, A., Greca, I. & Moreira, M. (2015). As equações matemáticas no ensino de Física: Uma análise de conteúdos em livros didáticos de Física. *Revista Electrónica de enseñanza de las ciencias. Ourense*, 1(3), 312-325.
- American Association for the Advancement of Science, AAAS (1985). Dedicated to the advancement of the physical sciences. Recuperado de: <https://history.aip.org/phn/21404002.html>
- Arrequi, C., Teijerira, R., Rebollo, C., Kerrigan, J. y Crandall, J. (2011). La biomecánica del impacto: una herramienta para la medicina legal y forense en la investigación del accidente de tráfico. 37, 97-104.
- Arroyo, L. (2012). *Diseño de una unidad didáctica para enseñar los conceptos de trabajo y energía mecánica a partir de la cinemática del movimiento uniformemente acelerado*, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Bandiera, M., Dupré, F., Lanniello, F. & Vicentini, F. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. *Enseñanza de las Ciencias*, (13), 46-54.
- Baran, M. & Maskan, A. (2010). The Effect of Project-Based Learning on Pre-Service Physics Teachers Electrostatic Achievements, *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(4).
- Baş, S. (2010). Effects of Multiple Intelligences Instruction Strategy on Students' Achievement Levels and Attitudes Towards English Lesson. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5, 167-180.
- Becerra, Gras & Martínez (2004), Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile, *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 275– 286.
- Benegas, J. (2007). Tutoriales para física introductoria: una experiencia exitosa de aprendizaje activo de la física, *Latin American Journal of Physics Education*, 1, 32-38.

- Benítez, Y. & Mora, C. (2010). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista cubana de física*, 27(2A), 175-179.
- Benito, A., Portela, A. & Rodríguez, R. (2006). Análisis de la enseñanza de la Física en Europa: el fomento de competencias generales en estudiantes universitarios. *Iberoamericana de Educación*, (38), 1-5.
- Bigozzi, L., Tarchi, C., Falsini, P., & Fiorentini, C. (2014). 'Slow Science': Building scientific concepts in physics in high school. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2221-2242.
- Bono, R. (2012). *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales*. Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Facultad de Psicología. Universidad de Barcelona. España.
- Bravo, J. D. (2000). *Breve introducción a la cartografía ya los sistemas de información geográfica (SIG)*. Ciemat.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 243-254.
- Cantoral, R., & Reséndiz, E. (2003). El papel de la variación en las explicaciones de los profesores: un estudio en situación escolar. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, RELIME, 6(2), 133-154.
- Caparro, A. (1999). El comportamiento humano en conducción: factores perceptivos, cognitivo y de respuesta. *Cognición y Psicología Aplicada a la conducción de vehículos*.
- Capone, R. & Fiore, O. (2017). A Flipped Experience in Physics Education Using CLIL Methodology. *EURASIA journal of mathematics science and technology education*, 13(10).
- Carbonell, R. V., & Torregrosa, J. M. (2004). La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje (Doctoral dissertation, Universitat de València, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales).
- Carnoy, M. (2004). ICT in education: Possibilities and challenges. *Lección inaugural del curso académico*.
- Carrillo, L., Luzón, A., Soria, A., Yuste, A. y Gil, A. (2018). Resolviendo un asesinato: una experiencia con la Geología Forense como estrategia de enseñanza-aprendizaje en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 26 (2), 163-175.
- Carvajal, Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul*, (31).
- Castañeda, L., & Adell, J. (2010) Los entornos personas de aprendizaje: una nueva manera de entender el aprendizaje, *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas*, 1- 16.
- Castellanos, M. & Dalessandro A. (2003). Proyectos de Investigación: Una Metodología para el Aprendizaje Significativo de la Física en Educación. *Pedagogía*, 24(69).

- Castro, A. & Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53.
- Ceberio, M., Almudí, J. & Zubimendi, J.L. (2014). Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 32(3), 71-88.
- Cera, J. (2017). *El estudio de accidentes de tránsito como vía para generar aprendizajes del principio del trabajo y la energía cinética*, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá, Colombia.
- Cobbinah, C. & Bayaga, A. (2017). Physics Content and Pedagogical Changes: Ramification of Theory and Practice. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(6), 1633-1651.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Coletta, V. & Phillips, J. (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182.
- Concari, S. B., & Giorgi, S. M. (2000). Los problemas resueltos en textos universitarios de física. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 18(3), 381-390.
- Creswell, J. & Clark, V. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*.
- D'amore, B. et., al. (2008). *Competencias y matemática*. Bogotá, Colombia: Cooperativa de Cudmani, L. C., Salinas, J., & de Danón, M. P. (1995). Distintos tipos de constantes en física y aprendizaje significativo de la disciplina. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 13(2), 237-248.
- Derechos Básicos de Aprendizaje. (2016). Lenguaje. *Ministerio de Educación Nacional, Colombia*. Vol. 2. Recuperado de: https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_Lenguaje.pdf
- Doménech, J. L. L., Pérez, D. G., Gras-Marti, A., Aranzabal, J. G., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., ... & Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285. *Editorial Magisterio. Education review*, 5(12), 27-36.
- Elizondo, M. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de Física. *Presencia Universitaria*. Vol. 3, N° 5, p. 70-77.
- Escobedo, H. (2001). *Desarrollo de competencias básicas para pensar científicamente. Una propuesta didáctica para las ciencias naturales*. Bogotá, Colombia: Colciencias.
- Farías, D.M & Luna, P. (2013). El proyecto iris Colombia: factores que influyen el reclutamiento y la retención en las carreras de ciencias, ingeniería y matemáticas. *IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. 1176-1180.

- Fatoba, J. & Aladejana, A. (2014). Efectos de género sobre la actitud de los estudiantes para Física en secundaria escuelas en Oyo State, Nigeria. *Científico Europeo*, 10(7), 399- 404.
- Fernández, P. y Jardon, A. (2011). Simulaciones en la enseñanza de la física. La ilusión de la interactividad y las rutinas del profesor. *Revista de Enseñanza de la Física*. 24 (2), 27- 48.
- Flores, S., Chávez, E., Luna, J., González, D., González, V., Hernández, A. (2015). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *CulCyT*, (24).
- Flores-Calero, M., Conlago, C., Yunda, J., Aldás, M., & Flores, C. (2018). Implementación de un algoritmo para la detección de señales de tránsito del Ecuador: Pare, Ceda el paso y Velocidad. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (20), 9-20.
- Ferreyra, A. & González, E. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la Física universitaria. *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 189-199.
- Fritz, C., Morris, P. & Richler, J. (2012). Effect Size Estimates: Current Use, Calculations, and Interpretation. *Journal of Experimental Psychology*, 141(1), 2-18.
- Furones, A. (2010). Sistema y marco de referencia terrestre. Sistemas de coordenadas. *Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría*, Universidad Politécnica de Valencia.
- Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in de OECD/PISA. *Studies in Science Education*, 36, pp. 79-104.
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las “Competencias Científicas”? *Foro Educativo Nacional*.
- Hernández, S., Baptista, P., & Fernández, C. (2014). Metodología de la Investigación. 6° Edición. México, DF. 589.
- Holuboya, R. (2008). Effective teaching methods —Project-based learning in physics.
- Islas, S & Pesa, M. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos ya las actividades de modelado? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(Extra), 057-66.
- Jara, S. (2005). Investigación en la enseñanza de la física. *Sinéctica* 27. N° 27.
- Kaku, M. (2011). La física del futuro: cómo la ciencia determinará el destino de la humanidad y nuestra vida cotidiana en el siglo XXII. Debate.
- Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology*, 76(4), 761-780.
- Kimura, D. (2002). Cerebro de varón y cerebro de mujer. *Investigación y Ciencia, Temas* 28. La conciencia, pp. 88-97.
- Kofman, H. A. (2004). Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física Universitaria y la capacitación docente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17(1), 51-62.

- García, A. & Criado, A. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 26 (1), 107-124.
- García, L. J., & Rivera, J. H. (2009). formulación matemática de algunos modelos físicos utilizados en la reconstrucción de un evento de tránsito y las consideraciones para su implementación. *Scientia et technica*, 15(43).
- García, D., Dominguez, A. & Spitch, S. (2017). Trabajo colaborativo para el desarrollo de prácticas innovadoras en la enseñanza de la física universitaria con el uso de tecnologías. *Revista de enseñanza de la física*. 29 (1), 7-23.
- Gaviria, A., & Barrientos, J. H. (2001). Determinantes de la calidad de la educación en Colombia.
- Giménez, C. A. (1991). La velocidad: introducción al concepto de derivada (Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona).
- Godoy, O. (2016). La importancia de los sistemas de referencia para el peralte en el diseño geométrico de las carreteras. *Revista de Topografía AZIMUT*. 5(1), 41-50. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/8215>
- Golombek, D. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. IV Foro Latinoamericano de Educación: Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades.
- Gómez, B. (2011). *Enseñanza de los conceptos de la Cinemática desde una perspectiva vectorial con los estudiantes de grado décimo del colegio José Antonio Galán*, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Gómez, L. & Parada, M. (2017). *Los Accidentes de Tránsito y La Física Forense: El Estudio de caso como estrategia para el Aprendizaje de la Física*, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia.
- González, J., González, C. & Niño, O. (2007). Implementación al plan de estudios de la física del estado sólido nuevas líneas de investigación. *Gondola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias*, 2(1), 85.
- Greca, I. & Moreira, M. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno catarinense de ensino de física*. Florianópolis. Vol. 15, no. 2 (ago. 1998), p. 107-120.
- Grisales, J. (2015). Diseño geométrico de carreteras. Ecoe Ediciones.
- Guidugli, S., Fernández, C. & Benegas, J. (2004). Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 22(3), 463-472
- Guisasola, J., Gras, A., Martínez, J., Almudí, J. M. & Becerra, C. (2004). La enseñanza universitaria de la física y las aportaciones de la investigación en didáctica de la física. *Revista Española de Física*, 18 (2), 15-16.

- Gurgel, W., Gomes, L., Ferreira, F y Gester, R. (2015). Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um software para investigação em física forense. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 37 (4), 1806-9126. Recuperado de: [Http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173741966](http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173741966)
- Gutierrez, R. (2016). Polisemia actual del concepto “modelo mental”. Consecuencias para la investigación didáctica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 209-226.
- Gutiérrez-Pérez, C. (2006). Fisiquotidiania: La física de la vida cotidiana. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 315-316.
- Llamosa, L. E. (2010). Análisis físico y matemático de un informe de accidente de tránsito. *Scientia et Technica*, 2(45), 192-195.
- Lima, P., Silveira, F. & Ostermann, F. (2012). Análise de sobrevivência aplicada ao estudo do fluxo escolar nos cursos de graduação em física: um exemplo de uma universidade brasileira. *Brasileira de ensino de física*, 34(1), 10.
- Londoño, G., Solbes, J. & Guisasaola, J. (2009). Aprovechamiento conceptual y actitudinal de las visitas a un parque temático. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (23), 71-92.
- López, Á. D., Flores-Camacho, F., & Gallegos-Cázares, L. (2000). La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso. *RMIE*, 5(9).
- Lowe, I. (1975). Using case studies in the teaching of physical principles. *Physics education*. 10.
- Loughlin, C. E., & Suina, J. H. (1987). El ambiente de aprendizaje: diseño y organización (Vol. 3). Ediciones Morata.
- Luna, P. (2015). Ingreso y permanencia: ¿por qué los jóvenes colombianos no quieren estudiar ciencias, tecnología y matemáticas? *Hipótesis, Apuntes científicos uniandinos*, (18), 90-94.
- Martínez Sánchez, F. (1994). Investigación y nuevas tecnologías de la comunicación en la enseñanza: el futuro inmediato. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 2, 3-17
- Martínez, E. (1999). La física forense en el aula. Bariloche, Argentina. Recuperado de: <http://www.cabbat1.cnea.gov.ar/forense/>
- Martínez, V. (2001). Enseñanza de matemáticas en carreras químicas desde un enfoque aplicado y motivador. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 45, 43-52.
- Martínez, E. (2008). La Física Forense en el Aula. *Noticias Periciales*, (21), 1-3.
- Marulanda, J. I., & Gómez, L. A. (2006). Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física. *Revista colombiana de Física*, 38(2), 699-702.
- Membrela, P. (2009). Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia- Tecnología- Sociedad, *Dialnet*, (3), 159-162.

- Méndez, D. (2012). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la física. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, (27), 179-200.
- Menikheim, M. & Ruiz de Eguilaz, M. (2008). Nexos entre aula, taller, laboratorio y producto tecnológico. *Memorias II REPEM*, 176-185.
- Meza, S., Lucero, I. & Aguirre, M. (2002). Trabajos prácticos de física y aprendizaje significativo. Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Merton, R. (1938). Science, technology and society in seventeenth century England. *Osiris*, 4, 360-632.
- Milicic, B., Utges, G., Salinas, B., & Sanjosé, V. (2016). Transposición didáctica y dilemas de los profesores en la enseñanza de física para no físicos. *Investigações em ensino de ciências*, 13(1), 7-33.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Recuperado de www.men.gov.co
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos básicos de aprendizaje DBA. Recuperado de: www.men.gov.co
- Monereo, C., & Pozo, J. I. (2007). Competencias para (con) vivir con el siglo XXI. *Cuadernos de pedagogía*, 370(12), 12-18.
- Montiel, H. (2000). Temas Selectos de Física 1. Grupo Editorial Patria. ISBN 9786077440208. Consultado en fecha: 14 de febrero de 2018.
- Moreno, M., & Azcárate, C. (1997). Concepciones de los profesores sobre la enseñanza de las ecuaciones diferenciales a estudiantes de química y biología. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 021-34.
- Morin, E. (1999). La cabeza bien puesta (Vol. 22). Buenos Aires: Nueva Visión.
- Nagl, M., Obadovic, D. & Segedinac, M. (2012). Effective Teaching of Physics and Scientific Method. *TEM Journal*, 1(10), 85-89.
- Nashon, S., Nielsen, W. & Petrina, S. (2008). Whatever happened to STS? Pre-service physics teachers and the history of quantum mechanics. *Science & Education*, 17 (4), 387-401.
- NGSS (Lead States) (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*.
- Norza, E., Granados, E., Useche, S., Romero, M., & Moreno, J. (2014). Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: incidencia del factor humano. *Revista criminalidad*, 56(1), 157-187.
- Ortuño, R. & Maciá, E. (2016). Análisis de los predictores psicosociales de la transgresión de normas de tráfico en España: los casos del uso del cinturón, del teléfono móvil, los límites de velocidad y el límite de alcoholemia al volante. *Revista Española de Investigación Criminológica: REIC*, (14), 5.

- Osorio, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. *Revista iberoamericana de educación*, (28), 61-81.
- Otero, M. R., Fanaro, M. D. L. Á., & Llanos, V. C. (2015). La Pedagogía de la Investigación y del Cuestionamiento del Mundo y el Inquiry: un análisis desde la enseñanza de la Matemática y la Física. *Revista Electrónica de Investigación en educación en Ciencias*, 8(1).
- Owuor, E., Pino, L. & Mzee, F. (2015). Experimental Approach as a Methodology in Teaching Physics in Secondary Schools. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 5(6), 457-474.
- Palacios, S. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: Una experiencia en el aula. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 106-122.
- Paixão, F. (2004). Mezclas en la vida cotidiana. Una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia tecnología y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas.
- Pérez, M. & Moreno, J. (1998). Evaluación y detección de dificultades en el aprendizaje de Física y Química en el segundo ciclo de la ESO. Recuperado de https://books.google.es/books?id=1Wv_tmbsciA8C&pg=PA170&dq=dificultades Physics Education, 52 (5).
- Pietrocola, M. (2002). A matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno brasileiro de ensino de física*, 19(1), 93-114.
- Plana, O., Caamaño, A., Enrech, M., Pont, J. & Pueyo, L. (2005). La Física Salters: un proyecto para la enseñanza contextualizada de la física en el bachillerato. *Alambique*, 46, 93-102.
- Quistberg, D., Miranda, J., & Ebel, B. (2010). Reduciendo el trauma y la mortalidad asociada a los accidentes de tránsito en los peatones en el Perú: intervenciones que pueden funcionar. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(2), 248-254.
- Revista Colombiana de Física. (2014). *Sociedad Colombiana de Física*. Vol. 46, N° 02. Recuperado de: <http://revcolfis.org/ojs/index.php/rcf/>
- Rocard, M., (2007). Informe Rocard. *Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa*. Enseñanza de las ciencias ahora. 1-17. Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article4045>
- Rodríguez, C., & Antedomenico, E. (2010). A Perícia Criminal e a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais. *Química nova na escola*, 32(2), 67-72 *International*, 201, 112-117.
- Rojo, A. (2012). El azar de la vida cotidiana. Colección ciencia que ladra. *Siglo XXI Editores*. 1° Edición, Buenos Aires.
- Román y Carrillo, G. (1973). La epidemiología de los accidentes del tránsito. *Romanian Reports in Physics*, 66 (4), 1236-1252

- Romo, G., Sosa, A., Suzuri, L. y Mungarro, X. (2017). Taller interdisciplinario para la resolución de casos forenses de la licenciatura en ciencia forense de la Universidad Nacional Autónoma de México: una estrategia de aprendizaje basado en problemas para el desarrollo de competencias. *Enseñanza de las Ciencias, Extraordinario*, 5505-5509.
- Rosario, J., Lobo, H., Rivero, D., Briceño, J. & Villarreal, M. (2013). Las TIC para el proceso enseñanza aprendizaje en los laboratorios de física en el nivel universitario en el Estado de Trujillo, Venezuela. *Internacional de Tecnología, Conocimiento y Sociedad*, 2 (2), 1-14
- Said, H. (2012). Effects of vee-diagram for understanding of newtonian laws of motion and attitude towards physics laboratory. *NWSA-Education sciences*, 7(2), 755-763.
- Salguero, M. J. C. (2011). Ciencia en educación infantil: La importancia de un " rincón de observación y experimentación " o " de los experimentos " en nuestras aulas. *Pedagogía magna*, (10), 58-63.
- Sánchez, I., Moreira, M. & Caballero, S. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 17(1), 27-41.
- Santos, G., Otero, M. R., & Fanaro, M. D. L. A. (2000). ¿ Cómo usar software de simulación en clases de Física?. *Caderno Brasileiro de Ensino de física*, 17(1), 50-66.
- Sangoquiza, P., Francisco, D., Catota, G., & Fernando, E. (2014). Artículo Científico-Diseño e implementación de un sistema electrónico de una caja de registro de información en los instantes previos a un accidente de tránsito.
- Schaal, S. (2010). Enriching traditional biology lectures– digital concept maps and their influence on achievement and motivation. *World Journal on Educational Technology*, 2(1), 42-54.
- Sebastiany, A., Pizzato, M., Diehl, I. & Miskinis, T. (2013). Aprendiendo a investigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 480-490.
- Serway A. & Jewett J. (2008). Física para ciencias e ingeniería. Vol 1. Séptima edición, pp 723. México D.F.
- Shigley, J. E., Uicker, J. J., Pérez, J. H., & de Contín, Silva (2011), *La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en Blended Learning*, Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Siviter, J. (1994). Bucking the trend. *Physics Education*, (29), 212-216.
- Soares, A. P., Almeida, L. S., & Guisande, M. A. (2011). Ambiente académico y adaptación a la universidad: Un estudio con estudiantes de 1º año de la Universidad do Minho. *Revista Iberoamericana de psicología y salud*, 99-121.
- Solaz Portolés, J. J., & Sanjosé López, V. (1992). El papel del péndulo en la construcción del paradigma newtoniano. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 095-100.

- Solbes, J., & Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(1), 103-112.
- Solbes, J. & Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science education*, 81(4), 377-386.
- Solbes, J. Montserrat, R. & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (21), 91-117.
- Solbes, J., Ruiz, J. & Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63, 65-76
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique Didáctica de las Ciencias experimentales*, 67, 53-61.
- Solbes, J. (2013). ¿Física contemporánea o física para la ciudadanía? *Alambique*, (75), 9-17.
- Stewart, J., Griffin, H., & Stewart, G. (2007). Context sensitivity in the force concept inventory. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(1), 010102.
- Teixeira, E. S., Greca, I. & Freire, O. (2012). The history and philosophy of science in physics teaching: A research synthesis of didactic interventions. *Science & Education*, 21(6), 771-796.
- Téllez, L. S., & Osorio, F. C. (2010). Modelación Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. RELIME. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 13(4), 319-333
- Torres, N. (2011): Enfoque CTSA desde una perspectiva freireana Contribuciones a una educación para el desenvolvimiento sustentable. *Educación y Ciencia*, 14, 181-192.
- Torres, T. (2013). *La enseñanza de la cinemática apoyada en la teoría del aprendizaje significativo, la solución de problemas y el uso de applets*, Universidad Nacional de Colombia, Colombia
- Torres, N., & Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 43-65.
- Tortop, H. (2012). Effects of vee-diagram for understanding of newtonian laws of motion and attitude towards physics laboratory. *Nwsa – Education Science*, 7(2), 755-763.
- Tortop, H. S. (2012). Awareness and Misconceptions of High School Students about Renewable Energy Resources and Applications: Turkey Case. *Online Submission*, 4(3), 1829-1840.
- Valle, S. (2013). La enseñanza de la Física utilizando el diseño de ambientes de aprendizaje que toman en cuenta cómo aprende la gente ciencias. *Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, (10), 1-26.

- Vargas, L. (1994). Sobre el Concepto de Percepción. *Alteridades*. Vol. 4, Num. 8. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, pp 47-53.
- Vega, S. & Pérez, J. (2013). *Estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de la cinemática en la facultad de ciencias militares De la escuela militar de cadetes "José María Córdoba"*, Tesis grado para optar al Título de Magister en Educación. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Velasco, J. & Buteler, L. (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 35(2), 161-178.
- Veloo, A., Nor, R. & Khalid, R. (2015). Attitude towards Physics and Additional Mathematics Achievement towards Physics Achievement. *International Education Studies*, 8(3), 35-43.
- Viamontes, E. (2013). Actitudes Pedagógicas del Profesor en las Universidades. *Humanidades Médicas*. 13 (2), 546-562.
- Wildi, T. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia. *Pearson educación*.
- Wilkinson, J. W. (1999). The contextual approach to teaching physics. *Australian Science Teachers Journal*, 45 (4), 43.
- Woolnough, B. (1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. *Physics Education*, (16), 659-676.
- Yagüe, E. (1993). Tendencias cognitivas y procesos de abstracción en el aprendizaje del álgebra y de la geometría. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(2), 160-166.
- Young, H. & Freedman, R. (2009). Física Universitaria. Vol. 1. Decimosegunda edición *Pearson Educación*, pp. 760. México
- Zea, J. (1999). Por una concepción moderna de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(1), 131-135.
- Zohar, A., & Sela, D. (2003). Her physics, his physics: Gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, 25(2), 245-268.
- Zhu, C. & Engels, N. (2014). Organizational culture and instructional innovations in higher education: Perceptions and reactions of teachers and students. *Educational Management Administration and Leadership*, 4(1), 136-158.

Anexos

Anexo 1. Títulos de trabajos sobre la enseñanza en física año 2009-2019

Títulos de trabajos sobre la enseñanza en física año 2009-2019				
N°	Autor	País	Título	Año
1	Dana Crăciun y Mădălin Bunoiu	Rumania	Boosting Physics Education through Mobile Augmented Reality	2017
2	Carl Wieman y N. G. Holmes	California	Measuring the impact of an instructional laboratory on the learning of introductory physics	2015
3	Arturo Quirantes	España	Física de Película: una herramienta docente para la enseñanza de Física universitaria usando fragmentos de películas	2011
4	Gabriel Martínez y Andrés Monsiváis	México	La página web como herramienta mental para el desarrollo de competencias, en un curso de Física para ingenieros	2012
5	Cintia Doerflinger	Argentina	Las simulaciones de Física en la escuela secundaria y el desarrollo de competencias científico-tecnológicas	2015
6	Nehemías Moreno, Rita Angulo, Isnardo Redundio y Ruth Aguilar.	México	Enseñanza de la física mediante fislets que incorporan mapas conceptuales híbridos	2018
7	Bettina Bravo, María Jospe Bouciguez y Ana Mabel Juárez.	Argentina	Valoración de los estudiantes sobre el uso de applets en las clases de física de educación secundaria	2015
8	Jorge Shitu y Sebastián Benítez	Argentina	La necesidad de integrar teoría, problema y experimentos. El caso de la rototraslación	2018
9	Fábio Saraiva da Rocha, Guilherme Marranghello y Márcia Lucchese.	Brasil	“M-learning” aplicado ao ensino de física experimental através de um pêndulo físico amortecido magneticamente	2018
10	Marcos de Lima, Nora Maidana, Monaliza da Fonseca y Vito Vanin.	Brasil	Innovaciones del Laboratorio Virtual: el experimento de colisiones bidimensionales	2018
11	Hasan Said Tortop	Turquía	Effects of vee-diagram for understanding of newtonian laws of motion and attitude towards physics laboratory	2012
12	Sandra Chirino, Nélida Palma, Gabriel Rodríguez.	Argentina	Aprendizaje de contenidos de óptica geométrica utilizando software didáctico	2015
13	Marta Ávila, Marta Saracho y María Nieva.	Argentina	El uso de simulaciones en Física I y la triangulación de datos como recurso de investigación	2015
14	Patricia Fernández y Alberto Jardon	Argentina	Simulaciones en la enseñanza de la física. La ilusión de la interactividad y las	2011

rutinas del profesor				
15	J. Vicario, A. Chiecher y A. Fernández.	Argentina	Las redes sociales como herramienta para favorecer el aprendizaje de la Física	2016
16	Jorge García, César Mora, Luis Cabral.	México	Aprendizaje Basado en Proyectos, una estrategia para abordar el concepto de campo magnético y su aplicación en el funcionamiento del motor eléctrico	2018
17	Rubén Sánchez	México	Simulación de un sistema de resortes para alumnos de Física del nivel superior	2011
18	Janaina Correra, Edgar Barbosa, Daniel Cardoso, Felipe De Faria, Guiherme Pereira, Magno Itmar, Inácio Malmonge, Jose Edmundo, Marcelo Gomes.	Brasil	Aprendendo a dinâmica do corpo rígido através da experimentação	2014
19	Rafael García, Gloria Fariñas León, Hilario Falcón, Luis Ruqué.	Cuba	Un cambio en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física utilizando su esquema orientador	2015
20	D. Rodríguez y J. Llovera	Cuba	Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería	2014
21	Silvia Orlaineta, Ricardo García, Daniel Sánchez y José Guzmán Mendoza	México	Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica paracircuitos eléctricos en bachillerato.	2012
22	J. Fuentes, D. Cáceres, E. Rodríguez, L. Sánchez y O. Calzadilla.	Cuba	El uso del wiki en la enseñanza de la Física	2013
23	Harley Orjuela y Alejandro Hurtado.	Colombia	Perfeccionamiento de un nuevo simulador interactivo, bajo software libre gnu/linux, como desarrollo de una nueva herramienta en la enseñanza y aprendizaje de la física.	2010
24	I. Artamónova, J. Mosquera , M. Ramírez y J. Mosquera A.	Colombia	Resultados cuantitativos de la aplicación del Sistema 4MAT en Mecánica en la Universidad del Quindío	2014
25	Luis Navarrete, Jaime Almaguer, Felipe Navarrete y Mario Flores.	México	El análisis de video como alternativa para la integración de teoría y práctica en los cursos introductorios de Física	2015
26	Garcés, A., Fariñas, B., Rodríguez, A. y Llovera.	Cuba	Simulaciones virtuales como complemento de las clases y los laboratorios de Física. Ejemplos en la carrera de Ingeniería en	2013

Telecomunicaciones y Electrónica				
27	Mateo Barkovich y Alexandra Carreño	México	Un modelo para la distribución de semáforos en una calle como problema integrador en los cursos introductorios de las carreras de Ingeniería.	2013
28	Antonio Lara Barragán Gómez	México	Un modelo de enseñanza neuropedagógico de las Leyes de Newton para la Net Gen	2011
29	José V. Ferreira y María Andrés	Venezuela	Enseñanza de los conceptos relativos al movimiento rotacional mediante videos del fenómeno y medidas en tiempo real	2013
30	Ashiq Hussain, Muhammad Azeem y Azra Shakoor	Pakistan	Physics Teaching Methods: Scientific Inquiry Vs Traditional Lecture	2011
31	Eric Brewe, Laird Kramer y George O'Brien	Estados Unidos	Modeling instruction: Positive attitudinal shifts in introductory physics measured with CLASS	2009
32	Universidad de Valladolid, Spain Manuel González, César Llamas, Óscar Martínez, Jesús Vegas, Mar Herguedas y Carmen Hernández.	España	Teaching and Learning Physics with Smartphones	2017
33	<u>André Kosciński</u> , <u>Rafael João</u> y <u>Sani Carvalho</u>	Brasil	Short animation movies as advance organizers in physics teaching: a preliminary study	2012
34	Zacharias C.Zacharia y Georgios Olympiou	Nicosia	Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning	2011
35	<u>Mirko Marušić</u> & <u>Josip Sliško</u>	Croacia	Influence of Three Different Methods of Teaching Physics on the Gain in Students' Development of Reasoning	2011
36	Florentina Iofciu , Cristina Miron, Stefan Antohe	Romania	Interactive Conceptual Maps Part of Constructivist Environment for Advanced Physics Teaching	2010
37	Simon Bates y Ross Galloway	Londres	The inverted classroom in a large enrolment introductory physics course: a case study	2013
38	Zaheer Uddin, Muhammad Ahsanuddin y Danish Ahmed Khan	Pakistan	Teaching physics using Microsoft Excel	2017
39	M. Oprea, Cristina Miron	Romania	Mobile Phones In The Modern Teaching Of Physics	2014
40	Andrzej Sokolowski y Robin Rackley	Alemania	Teaching Harmonic Motion in Trigonometry: Inductive Inquiry Supported by Physics Simulations	2011
41	O. Karamustafaoğlu	Turquía	How computer-assisted teaching in physics can enhance student learning	2012

42	Gülbin Özkan y Gamze Sezgin Selçuk	Turquía	The use of conceptual change texts as class material in the teaching of “sound” in physics	2013
43	<u>S. B. McKagan</u>	Estados Unidos	Developing and researching PhET simulations for teaching quantum mechanics	2009
44	Karla Muñoz , Paul Mc Kevitt , Tom Lunney , Julieta Noguez y Luis Neri	México	PlayPhysics: An Emotional Games Learning Environment for Teaching Physics	2010
45	Luyi Li , Yanlin Zheng , and Shaochun Zhong	China	IWVL: A Web-Based Virtual Lab for Physics Teaching in Junior High Schools	2011
46	Ugo Besson <u>Lidia Borghi, Anna De Ambrosis & Paolo Mascheretti</u>	Italia	A Three-Dimensional Approach and Open Source Structure for the Design and Experimentation of Teaching-Learning Sequences: The case of friction	2009
47	Francesco Caruso y Nilton de Freitas	Brasil	Física Moderna no Ensino Médio espaço-tempo de Einstein em tirinhas	2009
48	<u>Elisete Lopes da Cunha, Adriana Gomes Dickman</u>	Brasil	O estudo da Óptica na modalidade de Educação para Jovens e Adultos (EJA) por meio de uma sequência didática diversificada.	2018
49	Ericarla de Jesus Souza, Luiz Adolfo de Mello	Brasil	O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica	2017
50	Tobias Espinosa de Oliveira, Ives Solano Araujo y Eliane Angela Veit	Brasil	Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física	2016

Anexo 2. Títulos de trabajos sobre la física forense en el campo disciplinar año 2009-2019

Títulos de trabajos sobre la física forense en el campo disciplinar año 2009-2019				
N°	Autor	País	Título	Año
1	Jean Yeh, Goon Chen, Cong Gu, James Thurman, Alexey Sergeev, Chunquiu Wei, Jing Zhu, Hichem Hajaej, Ying Chang, Freg Zhu y Tahir Mustafa	Estados Unidos	Computational modeling and forensic analysis for terrorist airplane bombing: A case study	2019
2	<u>J.GregorJ, Kesten, E.A.Kroeger, M. Baron y T. Eisheh</u>	Germania	Nuclear forensics information obtained from the γ -ray spectra of ^{252}Cf sources of differing provenance	2018
3	Norhashirin Noman, Mathew Dimmock, Kristal Lee, Jeremy Graham, Richar Bassed.	Australia	The applicability of Dual-Energy Computed Tomography (DECT) in forensic odontology – A review	2017
4	A. Jones, C. Keatley, J. Goulernas, T. Scott, P. Turner, R. Awvery, M. Statpleton.	Reino Unido	Machine learning techniques to repurpose Uranium Ore Concentrate (UOC) industrial records and their application to nuclear forensic investigation.	2018
5	Carlos Arrequi, Rafael Teijeira, Carmen Rebollo, Jason Kerrigan, Jeff Crandall.	España	La biomecánica del impacto: una herramienta para la medicina legal y forense en la investigación del accidente de tráfico.	2011
6	W. Gurgel, L. Gomes, F. Ferrerira, R. Gester.	Brasil	Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um <i>software</i> para investigação em física forense.	2015
7	Pisha Pittayapat, Christiano Oliveira, Patrick Thevissen, Koen Michielsen, Niki Bergans, Guy Willems, Deborah Debruckere, Reinhilde Jacobs	Bélgica	Image quality assessment and medical physics evaluation of different portable dental X-ray units	2010
8	Minhua Ma, Huiru Zheng, Harjinder Lallie.	Reino Unido	Virtual Reality and 3D Animation in Forensic Visualization	2010
9	Thomas Ruder, Yannick Thali, Stephan Bolliger, Sandra Somaini, Michael Tali, Gary Hatch.	Suiza	Material differentiation in forensic radiology with single-source dual-energy computed tomography.	2013
10	F. Dedouit, F. Savall, F. Mokrane, H. Rousseau, E. Crubezy, D. Rouge, N. Telmon.	Francia	Virtual anthropology and forensic identification using multidetector CT	2014

Anexo 3. Títulos de trabajos sobre la enseñanza de la física forense como estrategia didáctica, año 2009-2019

Títulos de trabajos sobre la enseñanza de la física forense como estrategia didáctica, año 2009-2019				
N°	Autor	País	Título	Año
1	Alejandro Bolívar, Nidia Torres y Jordi Solves	Colombia	Propuesta de contextualizar la enseñanza de la física usando los accidentes de tráfico	2017.
2.	Guillermo Romo Guadarrama, Ana María Sosa, Luis Suzuri y Xavier Mungarro.	México	Taller interdisciplinario para la resolución de casos forenses de la licenciatura en ciencia forense de la universidad nacional autónoma de México: una estrategia de aprendizaje basado en problemas para el desarrollo de competencias.	2017
3.	Leonor Carrillo, Aránzazu Luzón, José Mayayo, Ana Rosa Soria, Alfonso Yuste y Andrés Gil.	México	Resolviendo un asesinato: una experiencia con la Geología Forense como estrategia de enseñanza-aprendizaje en la Educación Secundaria	2018
4.	Ana Sebastiany, Michelle Camara, José Claudio Del Pino y Tania Salgado.	México	La utilización de la Ciencia Forense y de la Investigación Criminal como estrategia didáctica en la comprensión de conceptos científicos.	2013
5	Ana María Sosa Reyes	México	Del laboratorio al juzgado. Enseñanza de las ciencias para el ejercicio forense	2017

Anexo 4. Curso de peritos físicos: Aprendiendo Mecánica

CURSO DE PERITOS FÍSICOS: APRENDIENDO



Autor:

MSc. Alejandro Bolívar Suárez

Coautores:

Dra. Nidia Yaneth Torres Merchán

Dr. Jordi Solbes Matarredonda

Contenido

0. SISTEMAS DE REFERENCIA

1. MAGNITUDES NECESARIAS PARA LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

- 1.1 Vector de posición y espacio sobre la trayectoria
- 1.2 Velocidad y rapidez. Valores medios e instantáneos
- 1.3 Variaciones de velocidad: Aceleración

2. ESTUDIO DE ALGUNOS MOVIMIENTOS PARTICULARES

- 2.1 Movimiento rectilíneo uniforme
- 2.2 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
- 2.3 Caso de frenada con tiempo de reacción
- 2.4 Caso real de accidente de tránsito
- 2.5 Movimiento circular uniforme

3. LAS LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON

- 3.1. Concepto cualitativo de fuerza. Primer principio de la dinámica
- 3.2. Concepto cuantitativo de fuerza. Segundo principio de la dinámica
- 3.3. La fuerza como intensidad de las interacciones. Tercer principio de la Dinámica

4. ESTUDIO DE ALGUNAS SITUACIONES DINÁMICAS

- 4.1 Fuerzas de fricción
- 4.2. Fricción producida por neumáticos (tipos de huellas)
- 4.3 Caso real de accidente de tránsito usando huellas de frenada
- 4.4. Curvas con rozamiento y con peralte
- 4.5. Las fuerzas que actúan en un movimiento circular de un vehículo

5. CONCEPTO DE TRABAJO

- 5.1 Trabajo realizado por una fuerza constante.

6. CONCEPTO DE ENERGÍA

- 6.1 Energía cinética
- 6.2 Fuerzas conservativas y No conservativas

6.3 Energía potencial

7. CALOR COMO TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

8. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

8.1 Degradación de la energía. Choques inelásticos

8.2. Principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal

PRESENTACIÓN

Desde la antigüedad, el ser humano ha intentado buscar explicaciones que respondan a su curiosidad acerca del mundo que lo rodea. Temas como el origen de la vida y su preservación se han visto beneficiados, gracias a que las ciencias convergen en diferentes campos de conocimiento para confirmar hipótesis o plantearse nuevos cuestionamientos. Así la contribución de la física y de la química, a lo largo de la historia en la comprensión del mundo, en el cambio de las ideas, en la modificación del medio, en el progreso de la humanidad, confiere a las ciencias y a su enorme desarrollo y aplicaciones un papel importante en la cultura de nuestro tiempo, y su estudio ayudará a entender mejor el universo que nos rodea, así como el lugar que nos corresponde en él (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001). Por esta razón, el aprendizaje de las ciencias básicas es de gran importancia en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza y de la vida cotidiana.

En el caso de la Física, se debe procurar por una mejora en el ámbito del aprendizaje, buscando elementos que favorezcan su comprensión y contextualización. Por ello, la enseñanza debe proporcionar a los estudiantes actividades o estrategias diversas, cuyo fin sea el lograr una comprensión adecuada de los procesos del mundo físico, para poder abordar las problemáticas específicas de un campo profesional determinado (Meza, Lucero y Aguirre, 2002).

Dentro de las ramas de la física aplicada, encontramos la física forense, que es un área con múltiples usos, teniendo como misión principal el esclarecimiento de hechos delictivos, dentro de los que se destaca principalmente la reconstrucción de accidentes de tránsito; que busca aportar una prueba científica que permita en el caso de los accidentes, determinar la existencia de daños materiales, para un resarcimiento económico en un proceso civil; y en el caso de heridos o muertos dentro de un proceso penal, otorgarle a las autoridades judiciales mediante el peritaje físico, una mayor certeza de lo ocurrido, a fin de tomar una decisión en cuanto a la culpabilidad del hecho, haciendo uso de los principios y leyes de la física, como una manera de entender y explicar lo sucedido. Esto se hace por medio de los peritos, que son personas expertas en un área del conocimiento en particular, que analizan, sacan conclusiones y dan su opinión acerca de un tema (Gómez y Parada, 2017).

Los resultados que emite un perito en física se pueden definir en dos niveles como lo señala Martínez (2002) en uno de sus talleres sobre la física forense en el aula: “Por un lado, hay que explicar los detalles técnicos de manera que el procedimiento sea reproducible y controlable Por el otro lado los rasgos esenciales del argumento, ya que los detalles técnicos menores, deben quedar claros para los jueces”. Debido a que los jueces no tienen en muchas ocasiones el conocimiento suficiente, en casos donde se invitan a peritos físicos a participar, deben quedar claros los procedimientos y técnicas utilizadas para probar la teoría de un caso particular que defienden en un escenario judicial, de modo que sea un concepto confiable el que emiten para ser utilizado como prueba en el desarrollo de un proceso legal.

OBJETIVOS

Conceptuales

- Comprender los diferentes tipos de movimientos rectilíneos y curvilíneos y su aplicación en un accidente de tránsito.
- Entender los conceptos fundamentales de la cinemática (posición, velocidad...)
- Explicar físicamente como frena un vehículo (aspectos cinemáticos y dinámicos).
- Comprender, a partir de las deformaciones en un vehículo el concepto de energía y transferencia de la misma

Procedimentales

- Familiarizarse con los métodos de trabajo de la Investigación en ciencias como la observación detallada, planteamiento de hipótesis etc...
- Entender a partir de la observación, cómo en una situación cotidiana tal como caminar se aplican principios de la mecánica.
- Establecer relaciones CTS usando los accidentes de tránsito

Actitudinales

- Valorar la importancia que tiene una situación de la vida cotidiana tan común como lo son los accidentes de tránsito y su utilidad para enseñar la física mecánica.
- Reconocer la trascendencia que tiene el uso de la tecnología en los vehículos como ayudas al conductor en la disminución de accidentes de tránsito.
- Valorar la importancia que tiene la investigación de un accidente de tránsito para esclarecer las causas del mismo y así poder disminuir su incidencia.

METODOLOGÍA DEL CURSO

El curso tiene un enfoque a la enseñanza de la física, fundamentándola en la formación de peritos físicos. Será un espacio de investigación permanente, que se desarrollará explorando los conceptos de la física mecánica, proponiendo un trabajo colaborativo en el que se desarrollarán actividades teórico-experimentales, incorporando elementos de la investigación forense y sus aplicaciones particulares a los accidentes de tránsito.

La unidad didáctica tiene como objetivo permitir y facilitar la construcción conceptual y el aprendizaje significativo de temas referentes al estudio de la física a través de la investigación en accidentes de tránsito. Se divide en 9 subtemas. Cada uno consta de una fundamentación teórica con explicaciones y gráficos de referencia y una parte práctica denominada “misión” que debes completar; las cuales buscan fortalecer los conocimientos que has adquirido y ponerlos a prueba con la experimentación que puede realizarse con el uso de simuladores virtuales, videos, experiencias de laboratorio y experiencias sencillas de resolver. Para lograr lo anterior, se trabajará tanto de forma individual como grupal, según se requiera.

La herramienta “misiones”, tiene como propósito vincular el aprendizaje de la física a la investigación de accidentes de tránsito. Es por esto que durante el desarrollo del curso podrás encontrar varias misiones que están encaminadas al análisis de los aspectos físicos que conciernen a la solución de casos reales que fueron adaptados y se encuentran planteados, en los cuales deberás tomar el lugar del perito físico para su estudio. De la misma manera encontrarás otras misiones, que te permitirán conocer aspectos interesantes de la aplicación de las ciencias naturales a las ciencias forenses y en especial de la física.

La información acá presentada es un breve resumen que puede contribuir a solucionar las misiones a tu cargo, sin embargo, es muy importante que busques en otros medios audiovisuales; documentos entre otros recursos, que puedan ser útiles y soportar tus argumentos a la hora de dar solución a las cuestiones planteadas.

Recuerda que toda ciencia se basa en argumentos sólidos, demostrables y reproducibles.
¡¡¡A trabajar tienes misiones por resolver!!!



LA MECÁNICA Y EL MOVIMIENTO

La mecánica es una parte de la física que trata del equilibrio y del movimiento de los cuerpos sometidos a cualquier fuerza. Se divide fundamentalmente en cinemática, dinámica y estática. Su fundamento se basa en las leyes de movimiento de Isaac Newton, las cuales son válidas cuando los cuerpos se desplazan a velocidades muy pequeñas comparadas con la velocidad de la luz (c). El valor de c , es de 3×10^8 m/s = 300.000 km/s, algo imposible de alcanzar en el movimiento de cuerpos en la vida cotidiana como el caso de nuestros vehículos de transporte terrestre.

0. SISTEMAS DE REFERENCIA

MISIÓN 0

Cita ejemplos de la vida cotidiana donde se aplique la mecánica.

¿Qué es un sistema de referencia?

Un sistema de referencia define al conjunto de coordenadas espaciales y temporales, necesarias para determinar la posición de un cuerpo o punto en el espacio. En general, tendríamos un sistema de referencia situado por ejemplo en el ojo de un observador, donde el ojo estaría detenido o en movimiento.

Definir con exactitud el sistema de referencia en física permite establecer con claridad las condiciones y variables físicas involucradas. El movimiento forma parte de los fenómenos físicos que más directamente se perciben. Sin embargo, su descripción detallada ha traído de cabeza a más de un científico a lo largo de la historia, ¿A qué se debió? La apariencia de un movimiento depende del lugar de observación, en concreto de su estado de movimiento. El descenso de una hoja que cae de un árbol es distinto si es visto por una persona situada debajo que el de otra que lo observa desde un autobús en marcha. Esto plantea la necesidad de elegir un sistema de referencia relativo al cual se refiera la observación (Recursos TIC, s.f)



Galileo Galilei

Fuente: <https://www.emaze.com/@ACQTLQWZ/luis-manuel-rojas>



Fuente: <http://fisicayquimicadominicas.blogspot.com.co/2014/02/blog-post.html>

Un cuerpo está en movimiento si cambia de posición con respecto al sistema de referencia; en caso contrario está en reposo.

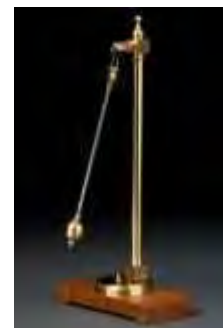
Vehículos se desplazan en la vía



La rueda de un F1 Gira



El péndulo oscila



fuentes: <http://www.queretaro.com.mx/home/Noticias/RedirectNews/9431>

<http://listas.eleconomista.es/autos57-vote-por-su-carrera-de-coches-favorita>

http://lombera.blogspot.com.co/2015_06_01_archive.html?m=0

MISIÓN 1

- ✓ Si observas la fotografía de un AUTOBUS de servicio intermunicipal, ¿Puedes determinar si dicho AUTOBUS está en reposo o en movimiento? ¿por qué?
- ✓ Explica cómo es posible que un pasajero sentado en el AUTOBUS este en reposo respecto al AUTOBUS y al mismo tiempo en movimiento respecto a la carretera.

Usando la siguiente simulación:

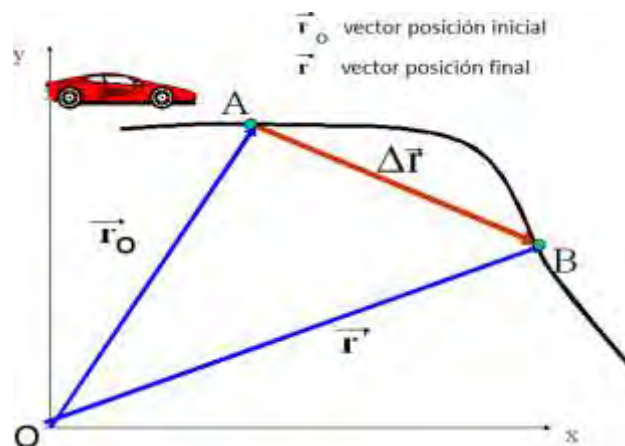
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/lunar-lander>, realiza la actividad del aterrizaje lunar y explica la importancia del sistema de referencia en la maniobra realizada. También has un esquema de los vectores

0. MAGNITUDES NECESARIAS PARA LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

1.1 VECTOR DE POSICIÓN Y ESPACIO SOBRE LA TRAYECTORIA

Recordando que tenemos en física dos tipos de cantidades. Las escalares que están definidas por un número y una unidad ejemplo: 20 m3, y las vectoriales que se definen por su magnitud, dirección y sentido.

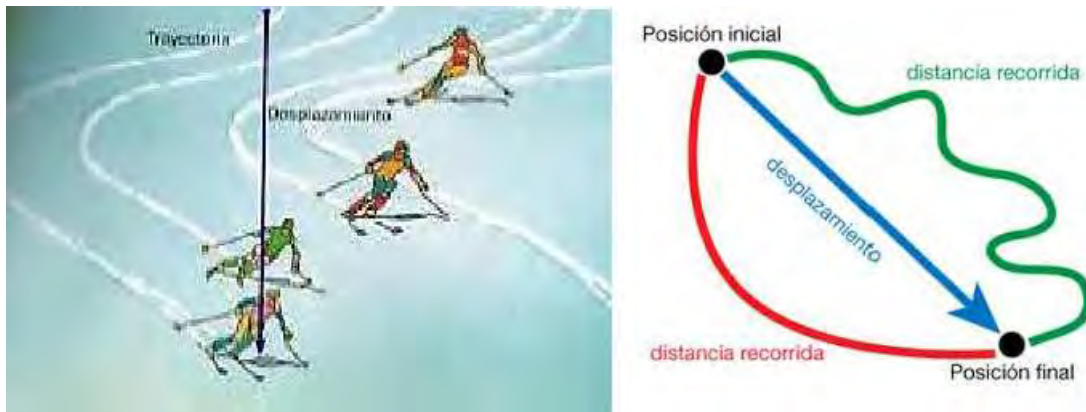
Vector posición $\vec{r}$: que une el origen del sistema de coordenadas y la posición del Centro de Masa (CM) del móvil.



Fuente: El autor

Vector desplazamiento $\Delta \vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0$: Entre dos puntos de la trayectoria, es el vector que une ambos puntos, partiendo del primer punto y terminando en el segundo punto. El Vector $\vec{r}_0$ va desde el sistema de referencia hasta el primer punto, y $\vec{r}$ va desde el sistema de referencia al segundo punto.

Trayectoria: Se define como la línea formada por los sucesivos puntos que ocupa un cuerpo durante su desplazamiento. Puede tener diferentes formas, pero en general, son trayectorias rectilíneas o curvilíneas.



Fuente:

<https://sites.google.com/site/eesn1fisica/home/el-movimiento/cinemtica/trayectoria-y-desplazamiento>

La forma geométrica que describe la trayectoria de un cuerpo nos permite identificar distintos tipos de movimientos: rectilíneos, como el movimiento de un ascensor; circulares, como el movimiento de una rueda de un automóvil, o el giro de un CD; elípticos como el movimiento de traslación de la tierra alrededor del sol o parabólicos, como el lanzamiento de un Disco de tejo.

MISIÓN 2

1. Un tren y un automóvil parten de Bogotá a Tunja. ¿seguirán la misma trayectoria? ¿y el mismo desplazamiento? Explica las respuestas.
2. Un automóvil se desplaza desde un punto A hasta un punto B por una carretera que tiene varias curvas. Representa la trayectoria y el desplazamiento.
3. Una persona recorre 100 metros en línea recta y luego retrocede el punto de partida siguiendo la misma recta.
¿cuánto vale el desplazamiento? ¿y la trayectoria?
4. ¿En qué caso la trayectoria y el desplazamiento coinciden? justifica tu respuesta

En los vehículos se han venido incorporando sistemas que cada vez los hacen más seguros para la conducción y uno de ellos el sistema de estacionamiento automático, que consta de sensores incorporados al vehículo que le permiten determinar su posición y distancia con respecto a otros vehículos u objetos, esto con el fin de evitar colisiones en el estacionamiento o cuando el vehículo se desplaza por las vías. Otros de los sistemas que han evolucionado con el tiempo son los cinturones de seguridad, neumáticos, sistemas antibloqueo de frenos (ABS), airbag, entre otros.

Asistente de aparcamiento automático: con sensores de ultrasonidos y dirección electromecánica



Fuente: <http://blogs.km77.com/arturoandres/adornarse-con-plumas-ajenas/>

MISIÓN 2

El cinturón de seguridad no siempre ha sido tal y como lo conoces. Consulta como ha sido su evolución a través de la historia y el desarrollo de este elemento de seguridad. Realiza una línea de tiempo.

1.2 VELOCIDAD Y RAPIDEZ. VALORES MEDIOS E INSTANTÁNEOS

Velocidad lineal ($\vec{v}$): La velocidad lineal de un cuerpo, la podríamos definir como la variación del vector posición con el tiempo $\vec{v} = \Delta \vec{r} / \Delta t$. Obsérvese que la velocidad lineal es un vector, por lo tanto, puede variar en magnitud, dirección y sentido. La magnitud de la vector velocidad, se le llama la rapidez con que el cuerpo se está moviendo. En el Sistema Internacional (S.I) de unidades, se expresa en m/s, otra unidad utilizada en el lenguaje cotidiano es en km/h.

La velocidad media es lo que miden, por ejemplo, los radares de tramo, que no son realmente radares. Toman fotografías a la entrada y a la salida del tramo que puede ser un túnel, por ejemplo, leyendo la matrícula de cada vehículo y anotando el instante en que se toma la foto. La velocidad media la calculan dividiendo la longitud del túnel (conocida) por la diferencia entre las horas de las dos fotos del mismo vehículo. Si la diferencia entre estos dos instantes es demasiado pequeña, se comete una infracción (Departamento de Física Aplicada III, 2016).



Fuente:

[http://laplace.us.es/wiki/index.php/Cinem%C3%A1tica del movimiento rectil%C3%ADneo \(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Cinem%C3%A1tica_del_movimiento_rectil%C3%ADneo_(GIE))

Confusión entre velocidad y rapidez: En el lenguaje cotidiano se usan de forma indistinta, pero en la física son 2 magnitudes distintas. La primera es una cantidad vectorial (con módulo, dirección y sentido),

siempre tangente a la trayectoria y la 2ª es una cantidad escalar. Así, por ejemplo, cuando un automóvil describe un movimiento circular uniforme en una glorieta, tiene rapidez constante, pero no velocidad constante, porque la tangente a la curva que describe, cambia su dirección a través de ella.

También es habitual la confusión entre los conceptos de velocidad promedio y velocidad instantánea. Velocidad promedio: Se define en función de intervalos de desplazamiento de un cuerpo, donde se establece el cociente entre la distancia recorrida por el cuerpo y el tiempo empleado para recorrerla. En cambio, la velocidad instantánea es la velocidad de un cuerpo cuando los intervalos de espacio recorrido son tan cortos, que el tiempo empleado para recorrerlos tiende o se aproxima a 0 segundos, es decir, en un instante determinado. La velocidad promedio, es una primera idea sobre el movimiento, y se usa para establecer normas de circulación de vehículos tanto en ciudades como fuera de ellas, con el fin de que se realice una circulación con mínimos riesgos de accidentes de tránsito.

¿La velocidad es un factor de riesgo?



Fuente: <http://www.lavanguardia.com/motor/taller/20160817/403965713256/sistema-control-angulo-muerto-gratis.html>

Se considera que, si se circula con exceso de velocidad, es decir cuando ésta es superior a la máxima permitida, se incrementan los riesgos de accidentalidad. En la Colombia los límites de velocidad en las vías son fijadas por los alcaldes, gobernadores o el ministerio de transporte. En la ley 769 de 2002, código nacional de tránsito se establece que en Colombia los límites son en vías urbanas entre 30 km /h a 60 km/ h y vías nacionales de 80 km/h.

Los estudios al respecto indican que la velocidad excesiva o inadecuada, está presente en al menos uno de cada cuatro accidentes, lo que la convierte en el elemento central causante de accidentes de tránsito. Los límites de velocidad no son caprichosos, responden a una serie de criterios (características de la vía, grado aceptable de circulación o congestión, demandas de tránsito, etcétera), cuyo objetivo es que los vehículos se desplacen con la máxima garantía de seguridad y fluidez.

Los límites de velocidad se establecen por motivos de seguridad para que la velocidad instantánea no sea excedida durante el recorrido, pero es la velocidad promedio en un viaje la que más les importa a los conductores, ya que su principal interés es reducir su tiempo de desplazamiento. (Boletín de tránsito, Uruguay, 2002).

La velocidad de un viaje se puede optimizar reduciendo demoras y detenciones en el recorrido, mediante la adopción de medidas como la prohibición de estacionamientos parciales al lado de la vía, que de hecho pueden causar accidentes, ya que en muchas ocasiones estas detenciones no se hacen con las normas de seguridad adecuadas como el uso de elementos de advertencia (conos. Luces etc....). Otras medidas serían más restrictivas como el uso de semáforos, que generalmente se utilizan para advertir la existencia de zonas especiales como las escolares.

1.3. VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD CON EL TIEMPO: ACCELERACIÓN (a)

La aceleración (a), es una magnitud física, que aparece en el movimiento de los cuerpos, cuando estos cambian la magnitud o dirección de su velocidad lineal. El cambio de magnitud en la velocidad, origina la aceleración tangencial (tangente a la trayectoria en todo punto y coincide con ella si es rectilínea).

Las unidades de esta magnitud física en el SI, son m/s^2 . El término aceleración se aplica a aumentos de la velocidad y a disminuciones de la misma (aceleraciones negativas o desaceleraciones). En forma semejante a la velocidad promedio e instantánea, se define la aceleración promedio e instantánea, teniendo en cuenta de que las aceleraciones son resultadas de dividir intervalos de velocidad en intervalos de tiempo, largos o cortos según el caso.



Fuente: <http://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/seguro-de-auto>

MISIÓN 3

- ✓ Investiga cuales son límites de velocidad en la ciudad de Tunja, y al desplazarte desde tu casa a la universidad, mediante fotografías establece las señales que encuentraste en todo el trayecto que indiquen alguna velocidad limite. Y justifica la existencia de cada una de las señales.

- ✓ Un vehículo parte del punto kilómetro 0 a las 0,00 horas, después de recorrer 49 km en un tiempo de 0,5 h, se avería, por lo que debe detenerse. El conductor lo repara a la 1,00 h. en ese momento, el automóvil reanuda la marcha y llega a las 2, 30 h a la ciudad de destino. situada a un punto kilómetro

MISIÓN 3

Continuación

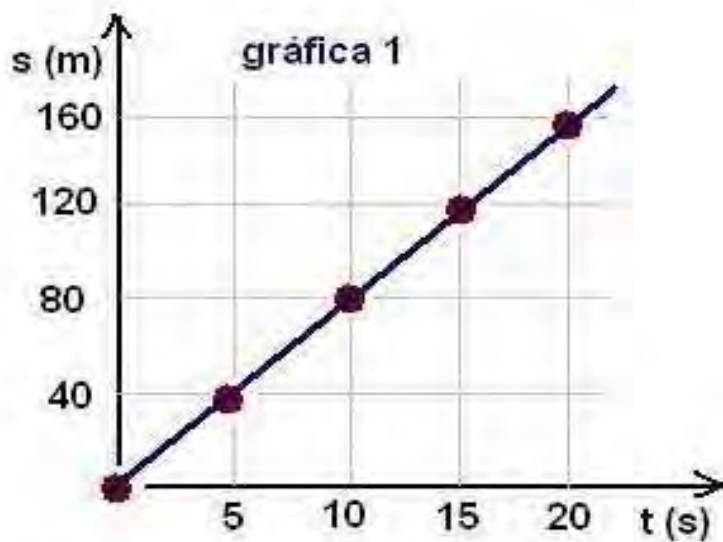
- Usando el juego de simulación de la mariquita (<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/ladybug-motion-2d>) determina los vectores velocidad y todo instante, explica cómo funciona correctamente la simulación.
- Investiga en el último año en Colombia cuales han sido las principales causas de accidentes de tránsito, y de todas ellas cual predomina, haz una pequeña reflexión para exponer con tus compañeros.
- Observa la siguiente simulación <https://www.youtube.com/watch?v=Y59FnWgQLUY> y de acuerdo a ella determina, los diferentes casos que se presentan haciendo un análisis de las trayectorias, posiciones, y para cada uno de ellos estableciendo si la causa del accidente tiene que ver con la velocidad de los vehículos o no. Justifica las respuestas
- Dibuja en los diferentes casos los vectores de posición, y velocidad para las trayectorias de los vehículos o motocicletas.

2. ESTUDIO DE ALGUNOS MOVIMIENTOS PARTICULARES

2.1 MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U)

Un cuerpo se desplaza con M.R.U cuando su trayectoria es una línea recta, su velocidad es constante y su aceleración 0. Es decir, magnitud, dirección y sentido del vector velocidad no varían. Podemos comprobar que la velocidad media es la misma para cualquier intervalo de tiempo. Por ejemplo, si un vehículo parte de un $t_0 = 0$ s avanzando 40 m cada 5 segundos hasta los 20 s, calcula la velocidad media en cada intervalo.

Generalmente resulta más práctico visualizar el M.R.U de un cuerpo en forma gráfica así:



Fuente: http://nea.educastur.princast.es/repositorio/RECURSO_ZIP/1_jantoniozu_Movimiento%20ESO/Movimiento

%20ESO/paginas/mru_3.htm

MISIÓN 4

- ✓ En el gráfico que representa la abscisa (horizontal) y la ordenada (vertical)
- ✓ Relaciona cada pareja de valores con respecto a cada uno de los dos ejes.
- ✓ Con la información del gráfico anterior, ¿es posible medir la velocidad? Si es así cuantificarla en cada uno de los puntos que conforman la gráfica.
- ✓ Cita ejemplos donde cuerpos se muevan con M.R.U
- ✓ Usando el Apple de simulación http://www.walter-fendt.de/ph14s/acceleration_s.htm. En el movimiento del vehículo que aparece analiza el movimiento que lleva el mismo. cambia las variables en la simulación y explica lo sucedido con los gráficos que se forman.

Estabilidad en la Dirección de un Vehículo

La expresión anterior hace referencia a la capacidad que tiene un vehículo para mantener una trayectoria predeterminada, tanto rectilínea como curva, durante el desplazamiento a velocidad constante. Generalmente se define como estable un vehículo independientemente de la facilidad de conducción; pero es posible, y esto ocurre en la mayor parte de los vehículos de línea deportiva y de un determinado peso, conseguir unas características óptimas de estabilidad en carretera sin cualidades de manejabilidad.

La estabilidad de dirección de un vehículo depende de todas las variantes que influyen en su estabilidad en carretera y sobre todo de los reglajes de los ángulos característicos de las suspensiones. Estas características eliminan la necesidad de efectuar correcciones de la dirección frecuentes y bruscas, en las curvas, en los frenados y en las rectas a altas velocidades, una marcha en las curvas precisa, una auto alineación eficaz de las ruedas y, en definitiva, una conducción más fácil y cómoda.

Por lo anterior los vehículos hoy en día cuentan con sistemas inteligentes que corrigen algunas de las situaciones que anteriormente se expusieron.

MISIÓN 5

- ✓ Investigar los sistemas de seguridad que hoy en día permiten a un vehículo mantener su trayectoria a fin de evitar salidas de la carretera. Ejemplo: **DCS (DynamicStability Control)**
- ✓ ¿Consideras que el uso de la tecnología en los vehículos sirve de manera efectiva para reducir el número de accidentes de tránsito? justifica tu respuesta.
- ✓ Usando la simulación determina como el hombre cambia su posición, velocidad y aceleración. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/moving-man> , justifica los cambios.

Ecuaciones del M.R.U

Cuando se consideran M.R.U donde la velocidad es constante, como se explicaba en los apartados anteriores, se utiliza la ecuación matemática que aparece a continuación:

Donde, x_0 es la posición del cuerpo en el tiempo cero, v es la velocidad constante del cuerpo, t cualquier valor de tiempo en el intervalo de análisis del movimiento y x es la distancia recorrida. Una

interpretación gráfica de la ecuación (1), mostrará un comportamiento lineal del espacio en función del tiempo, teniendo como pendiente de la recta, el valor de la velocidad v .

2.2. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (M.R.U.V)

Un cuerpo que se desplaza con un movimiento rectilíneo uniformemente variado, sigue una trayectoria rectilínea y su aceleración es constante, que como el caso de la velocidad ésta es una aproximación, ya que en la vida real ningún cuerpo se desplaza con aceleraciones constantes puesto que hay varios factores que no permiten que esto suceda. En un M.R.U.V., la velocidad aumenta o disminuye valores iguales en tiempos iguales y se le llama Uniformemente acelerado o Uniformemente retardado respectivamente. En cualquiera de los casos, la aceleración instantánea es constante en aproximación, coincidiendo con el valor de la aceleración promedio. El siguiente conjunto de ecuaciones, describen las situaciones de un M.R.U.V

(2)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

La ecuación (2) es la definición de la aceleración promedio, obtenida como el cociente entre los cambios de velocidad y el tiempo, tomados en dos puntos sobre la trayectoria de la partícula. Obsérvese, que estos cambios pueden ser positivos o negativos, según que el movimiento de la partícula sea acelerado o retardado en el intervalo de análisis.

Cuando los dos puntos están muy cercanos, esto es cuando el intervalo de tiempo Δt tiende a cero, se obtiene la aceleración instantánea.

(3)

$$x = x_0 + v_0 t \pm \frac{1}{2} a t^2 -$$

La expresión (3), se emplea para determinar el espacio recorrido x en función del tiempo t con aceleración constante a .

x_0, v_0 , son las condiciones iniciales del movimiento.

(4)

$$= v_0 \pm a t$$

La expresión (4), determina la velocidad del cuerpo o partícula en cualquier instante, en función del tiempo con aceleración constante a .

(5)

$$v^2 = v_0^2 \pm 2a(x - x_0)$$

La expresión (5), es una ecuación recurrente o auxiliar, que se obtiene de combinar las ecuaciones (3) y (4), eliminando el tiempo t .

En las tres ecuaciones anteriores, se toman con signo más, si es un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (M.R.U.A) o con signo menos, si es un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Retardado (M.R.U.R); es decir, si la velocidad aumenta o disminuye con el tiempo respectivamente.

Gráficamente, la ecuación (3), es una parábola que abre hacia arriba, si es un M.R.U.A, y una parábola que abre hacia abajo, si es un M.R.U.R.

La interpretación gráfica de la ecuación (4), mostrará un comportamiento lineal de la velocidad en función del tiempo, correspondiendo la pendiente a la aceleración a de la partícula. Positiva si es un M.R.U.A y negativa, si es un M.R.U.R. El intercepto de la recta con el eje de las ordenadas (v), corresponde al valor de v_0 .

En el siguiente ejemplo, tenemos un vehículo que parte en $t=0$ s a 10 m de un sistema de referencia. Al cabo de 1 s, su velocidad es de 12 m/s, a los 2 s su velocidad es de 14 m/s y a los 3 s, su velocidad es de 16 m/s. Realizar los siguientes análisis y cálculos:

1. Comportamiento gráfico de la velocidad en función del tiempo y escritura de la ecuación particular del movimiento, con su respectiva interpretación física.
2. Demostrar que la aceleración promedio, es igual a la aceleración instantánea.
3. Comportamiento gráfico del espacio en función del tiempo y su interpretación física.

2.3 CASO DE FRENADA CON TIEMPO DE REACCIÓN

MIIÓN 6

- ✓ Desarrolla el siguiente problema. Un auto sube el viaducto en Tunja en dirección hacia el centro de la ciudad con una rapidez de 54 km/h, la que mantiene constante mientras recorre el Puente. En el mismo instante otro auto ingresa lentamente al puente con una rapidez inicial de 10.8 km/h hacia Unicentro, acelerando a 1 m/s^2 . Si la longitud del puente es de 1838 m. Calcular: la posición donde se cruzan, la rapidez del auto que sube hacia el centro en el instante en que se cruzan, ¿qué comentario puede hacer de este resultado?

MISIÓN 6

Continuación

- ✓ Investigar qué factores influyen en la aceleración de un vehículo, y determinar si existe alguna relación con el número de accidentes de tránsito. justifica la respuesta.
- ✓ En situaciones propias de la conducción de vehículos se hace importante las condiciones cinemáticas presentes a fin de evitar colisiones, analiza el siguiente problema y explica tus conclusiones de las situaciones físicas que pueden surgir del mismo: un conductor atento observa a una distancia un anciano cruzando la vía. ¿qué espacio probable tendría para poder frenar y no atropellarlo?

Cuando el conductor ve al anciano no frena instantáneamente. Hay un tiempo de reacción que se puede determinar fácilmente con la siguiente actividad (Lozano y Solbes, 2014) que a su vez implica un M.R.U.A: Coloca la mano de canto dejando unos tres cm entre el pulgar y el índice (ver figura). Tu compañero/a colocará la regla entre los dedos verticalmente. Toma nota de la lectura de la regla en el punto en el que está tu pulgar (es recomendable posicionarla en un número “redondo”, 10, 20, 30...

A.1. Cuando la persona que sostiene la regla estime oportuno la deja caer. A partir de ese momento intenta atrapar la regla entre los dedos lo más rápido que puedas. Mide la distancia que ha “caído” la regla. Repite la medida varias veces y calcula la media.

En todos los casos se puede hacer una correlación entre la medida de la regla (cm) y el tiempo que se ha tardado en cerrar la mano al tener en cuenta que es un movimiento de caída libre ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

A.2. Calcula los tiempos de reacción utilizando la ecuación del M.R.U.A.

A.3. ¿Qué factores pueden influir en el tiempo de reacción?

Influyen factores como las sustancias que pueda haber tomado el conductor (alcohol, drogas, algunos medicamentos, etc.). Por eso en los accidentes se realizan pruebas de alcohol, etc. También puede influir la fatiga del conductor, su somnolencia, etc.

Según el Código Nacional de Tránsito, en Colombia todos los conductores mayores de 65 años deben renovar su licencia de conducción cada 3 años (para vehículos particulares) y cada año si conducen vehículos de servicio público. Deben renovarla mediante un examen de actitud física, mental y coordinación motriz en el Centro de reconocimiento de conductores.

Durante el tiempo de reacción el conductor no frena, por lo que el auto se desplaza con M.R.U. Después frena y el auto se desplaza con un M.R.U.R, en el que influyen muchas variables como veremos a continuación.

2.4 CASO REAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO

¿Por qué es importante determinar la huella de frenado de un automóvil?

Identificar las huellas marcadas por los vehículos sobre la superficie de una vía, es un punto muy importante durante la recolección de datos en el lugar de los hechos donde se ha presentado un accidente de tránsito, toda vez que las huellas brindan información útil para el análisis del accidente determinando puntos de impacto, trayectorias pre y post-impacto, velocidades, etc. Por lo anterior, se hace necesario registrar durante la recolección de datos y en los diagramas, croquis o planos, toda la información posible de las huellas y sus características, estado de degradación de los neumáticos, la llanta o elemento a la que corresponde cada huella,

longitud, trayectoria, ancho debidamente relacionado entre la huella y la banda de rodadura de la llanta que la marcó (Remolina, s.f).

La huella de frenado de un vehículo es la evidencia de una fuerte transferencia de energía entre las llantas del vehículo y la vía, esto depende de las fuerzas de fricción que pueden ser estáticas o cinéticas y de una variable, el coeficiente de fricción, que a la hora de determinar la velocidad momentos previos a la colisión se hace supremamente importante. En algunas situaciones no se puede determinar el coeficiente de fricción en la vía el día del accidente, entonces se toman tablas internacionales entre valores mínimos y máximos.

El coeficiente de fricción dependerá básicamente del estado de la vía es decir la composición de los materiales de la misma, estado del tiempo de la vía y porcentaje de degradación de los neumáticos del vehículo.

MISIÓN 7

- ✓ ¿Qué entiende usted por huella de frenado?
- ✓ ¿Investiga el origen y como se determinan los coeficientes de fricción?

ELEMENTOS GENERALES DEL CASO:

Clase: Choque con vehículo

Lugar: Variante Tunja –Sogamoso, kilómetro 7 +100 m

Fecha: 05/23/2013

Hora de ocurrencia: 15:30 horas Hora de levantamiento: 15:42 horas

Área: Urbana Diseño: Tramo de vía Tiempo: Normal



Fotografía 1: Vía variante Tunja-Sogamoso, kilómetro 7 +100 m día del Accidente

Características de la vía (tomado del informe de accidente de tránsito y fotografía 1):

Hace parte de la Concesión Briceño-Tunja-Sogamoso (BTS), un megaproyecto que une la zona industrial de Boyacá con Bogotá y que reduce ostensiblemente los tiempos de desplazamiento.

Consta de 176 kilómetros, de los cuales, 163 son en doble calzada. En los 13 restantes se ampliará las vías actuales en las entradas a Sogamoso por Nobsa y Tibasosa.

En el sector donde sucedió el accidente de tránsito variante Tunja-Sogamoso, kilómetro 7 +100 metros, corresponde a un tramo Recto en doble calzada de dos carriles en ambos sentidos divididos por un separador central, con líneas de borde y carril marcadas, que según el informe de tránsito la vía es asfaltada en buen estado y el día del accidente con tiempo seco. Excelentes condiciones de visibilidad para la conducción.

INFORMACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

(Tomado del Informe de Accidente Tránsito)

VEHÍCULO 1: Vehículo: Automóvil; Placa: ZWX 775 de Bogotá; Servicio: particular; Marca: BMW; Modelo: 2012; Línea: 730D; Color: Plata

VEHÍCULO 2: Vehículo: Automóvil Placa: HHJ 423 Servicio: particular Marca: Renault Modelo: 2012 Línea: LOGAN FAMILIER Color: Rojo

DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE

Se presenta una fuerte colisión en el sector de la variante TUNJA –SOGAMOSO km 7 + 100 metros donde circulaba el vehículo identificado como número 2 en el informe de accidente de tránsito logan familiar modelo 2012 de placas HHJ 423 que era conducido por el señor JESÚS PÉREZ MARTÍNEZ.

Según lo analizado y encontrado como evidencia dicho vehículo 2 se desplazaba por el carril izquierdo de la doble calzada, y es impactado por una colisión que se describe técnicamente como de alcance. Se produce cuando un vehículo circula a mayor velocidad que el que le precede y al que golpea en su parte posterior. Dichas colisiones pueden ser CENTRAL, EXCÉNTRICA Y ANGULAR. Para este caso la colisión es central con tendencia a ser un poco excéntrica en el costado del vehículo número 2 sector derecho y con respecto al vehículo número 1 BMW 730 D más hacia el lado izquierdo tomando como referencia siempre la posición de los conductores.

Una vez se presenta la colisión entre el vehículo 1 y 2 la dinámica de secuencia dada la velocidad tan alta que presenta el vehículo 1 y que se presentara más adelante en los cálculos matemáticos y físicos de este informe hace que el vehículo 2 realice una roto- traslación muy fuerte, en donde la aceleración centrípeta de todo cuerpo que esté ubicado en el vehículo 2 roto traslade y tienda a ser expulsado del vehículo como efectivamente sucedió con el pasajero que se encontraba en el asiento posterior del vehículo 2 YAJANIRA SUAREZ GIL quien fallece.

El vehículo 1 una vez que impacta al vehículo número 2, inicia maniobras de derrapes en el separador compuesto de material en tierra con arrastres sucesivos y queda en una posición final en el carril derecho del mismo sentido de la variante TUNJA-SOGAMOSO. Es de resaltar que el vehículo número 1 debido al equipamiento de seguridad que posee entre otros los sistemas de control de tracción, frenos ABS, bolsas de aire etc., no presenta daños considerables y los ocupantes tampoco registran lesiones considerables, ni tampoco presenta volcamiento u otro tipo de daños. (Informe Pericial).

MISIÓN 8

- ✓ ¿En el caso anterior como se pueden determinar los coeficientes de fricción de cada uno de los vehículos?
- ✓ ¿Qué fuerzas intervienen en la frenada de los vehículos del caso anterior?
- ✓ ¿El sistema de frenos de cada uno de los vehículos del caso anterior, influye sí o no en la frenada del automóvil? Justifícalo.

2.5. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Pensemos en un cuerpo que se mueve con rapidez constante describiendo una circunferencia de radio r . A este movimiento lo llamamos movimiento circular uniforme (M.C.U). El tiempo en segundos que demora en realizar una vuelta se llama Periodo (T). La frecuencia (f) es el número de vueltas que da por segundo, luego $T=1/f$. Su unidad de medida es el Hertz ($\text{Hz} = \text{s}^{-1}$). Como el cuerpo da una vuelta ($2\pi r$) en T segundos, la rapidez con que se mueve es $v = 2\pi r /$

y se mide en metros por segundo, m/s en el Sistema Internacional. Esta es por lo tanto la magnitud de la vector velocidad.

El vector velocidad es siempre tangente a la circunferencia y orientado en la dirección del movimiento. A este vector lo llamamos velocidad lineal. Al girar con rapidez constante, el cuerpo barre ángulos iguales en tiempos iguales. El ángulo que indica la posición del cuerpo crece a una rata constante, que llamamos velocidad angular (ω). Como el cuerpo da una vuelta (2π radianes) en T segundos, la velocidad angular es $\omega = 2\pi/T$.



Fuente: https://ricuti.com.ar/no_me_salen/cinematica/cN6_03.html <http://fuerzatransporte.weebly.com/fuerzas.html>

Características del movimiento circular uniforme

1. La velocidad angular es constante. $\omega = \text{cte}$
2. El vector velocidad lineal es tangente en cada punto de la trayectoria y su sentido es el del movimiento. Esto implica que el movimiento cuenta con aceleración normal o centrípeta ($a_c = v^2/r$, v es la rapidez lineal y r , el radio de la curva).
3. Tanto la aceleración angular como la tangencial son nulas, ya que la rapidez o celeridad (modulo del vector velocidad) es constante.

MISIÓN 9

- ✓ Desarrolla el siguiente ejercicio y has un dibujo correspondiente en el cuaderno, indicando las condiciones del movimiento circular uniforme que encuentres. Un vehículo con neumáticos de 30 cm de radio acelera desde 0 km/h a 100 km/h en 5 segundos. Calcular: a) las vueltas que da en ese tiempo cada rueda b). El módulo de la velocidad angular para un tiempo de 3 segundos). c) El módulo de la aceleración normal para el tiempo de 5 segundos.
- ✓ Un vehículo se desplaza tomando una curva. Has un dibujo donde expliques el sector en que se da el movimiento circular uniforme y su conexión con otros tipos de movimiento.

3. LAS LEYES DE LA DINÁMICA NEWTON



Fuente: <http://aprenderesdescubrirloqueyasabes.blogspot.com.co/2011/01/la-natacion-y-las-tres-leyes-de-newton.html>

Las leyes de Newton, constituyen la base fundamental para entender las causas que originan el fenómeno del movimiento. Conceptualmente, se resumen en el siguiente cuadro:

Las leyes de Isaac Newton o leyes del movimiento	
Primera ley (ley de la inercia)	Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza externa o impresa actúe sobre él.
Segunda ley (principio fundamental de la dinámica)	La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración
Tercera ley (principio de acción-reacción)	Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual y de sentido opuesto.

Fuente: Autores.

3.1. CONCEPTO CUALITATIVO DE FUERZA. PRIMER PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

La fuerza es una de las magnitudes físicas que más se mencionan en el lenguaje cotidiano. Se habla, a veces, de la fuerza necesaria para sujetar un objeto, de la poca fuerza que tiene tal o cual persona, la fuerza que hacemos cuando levantamos un objeto, etc. Sin embargo, no siempre se utiliza el término adecuadamente. Por eso conviene que nos detengamos a estudiar qué entendemos por fuerza desde el punto de vista de la física (Hernández, Payá, Solbes y Vilches, 1999).

MISIÓN 10

- ✓ Crees que es correcta la frase: "Para que un cuerpo se mantenga en movimiento, es necesario que actúe sobre él una fuerza"
- ✓ Indica de forma razonada si es necesario la actuación de una fuerza para que:
 - a) Un cuerpo en reposo se mueva.
 - b) Un cuerpo se mantenga en movimiento rectilíneo y uniforme.
 - c) Un cuerpo, que está en movimiento, se pare.
 - d) Un cuerpo en movimiento cambie su dirección.
 - e) Una nave espacial se aleje del sistema solar a velocidad constante.

MISIÓN 10

Continuación

- ✓ Cita los tipos de fuerza que conozcas.
- ✓ La definición aristotélica de fuerza puede resumirse diciendo: «La fuerza es la causa del movimiento, de la velocidad que tiene un cuerpo». Propone una definición más adecuada a partir de las experiencias de Galileo.
- ✓ A partir de la nueva definición de fuerza, trata de explicar algún hecho de la vida cotidiana que parece poner en cuestión el primer principio, como el hecho de que sea necesario que un caballo estire de un carro con una fuerza constante para a desplazarse con un movimiento rectilíneo y uniforme.
- ✓ Deduce cuánto debe valer la resultante de varias fuerzas aplicadas a un cuerpo para que se mantenga en equilibrio.

Tomado de: Hernández, J., Payá, J., solbes, J. y Vilches, J. (1999) Física y Química 4º de ESO, València, Barcelona: Riialla-Octaedro

Este resultado se denomina primera condición de equilibrio y es una consecuencia del primer principio de la dinámica. La parte de la Física que estudia las condiciones de equilibrio de los cuerpos se llama estática.

- ✓ ¿Crees que puede ser de alguna utilidad estudiar la

3.2. CONCEPTO CUANTITATIVO DE FUERZA. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

En el apartado anterior hemos intentado comprender el concepto cualitativo de fuerza, pero sabemos que esto no es suficiente. En muchos casos necesitamos conocer cuál es el valor de una fuerza dada aplicada sobre un cuerpo y cuánto se ha modificado, como consecuencia de su actuación, sobre el movimiento de dicho cuerpo; por lo tanto, necesitamos una definición operativa, cuantitativa, de las fuerzas y es lo que a continuación abordaremos.

El concepto de fuerza de la física Newtoniana, establece que la fuerza impresa o externa que actúa sobre un cuerpo, es igual a la variación de su cantidad de movimiento lineal. La cantidad de movimiento lineal de un cuerpo, se define como el producto de la masa del cuerpo por su

velocidad lineal. Obsérvese que la cantidad de movimiento lineal, es una cantidad vectorial. Cuantitativamente, la fuerza externa o impresa sobre un cuerpo, corresponde a la variación de la cantidad de movimiento con respecto al tiempo. Esto es:

$$F = \frac{dp}{dt}$$

Con el reemplazo en la ecuación (6) de fuerza:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Se llega a la ecuación tradicional de fuerza

$$F = ma$$

(7)

Fuerza igual a masa por aceleración (cuando la aceleración es cte.)

Esta ecuación, que relaciona la fuerza aplicada a un cuerpo con la variación del movimiento que le produce, se conoce como segundo principio de la dinámica.

MISIÓN 11

- ✓ La unidad de fuerza en el sistema internacional recibe el nombre de Newton (N). Este se define a partir de la ecuación fundamental de la dinámica.
- ✓ Proponga un diseño experimental para comprobar la segunda ley de Newton.
- ✓ Procede la realización de la experiencia y analiza los resultados obtenidos.

Antes de pasar a la realización de actividades de aplicación de la segunda ley de Newton que acabamos de comprobar experimentalmente, conviene plantear algunas de revisión de aspectos de las fuerzas tales como: carácter vectorial de la fuerza, su representación, el cálculo de la fuerza resultante cuando hay más de una que actúa sobre un cuerpo, etc., en lo que insistiremos a lo largo del módulo

MISIÓN 11

Continuación

A partir de la ecuación fundamental de la Dinámica y de la clasificación de movimientos realizada en el tema anterior, completa la siguiente tabla e indica si las magnitudes son nulas, constantes o variables.

Movimiento	Velocidad	Aceleración	Fuerza Resultante
Uniforme			
Uniformemente Acelerado			
Variado			

MISIÓN 11**Continuación**

- ✓ Dibuja las fuerzas resultantes que actúan sobre los cuerpos que aparecen en la misión 10, actividad 2.
- ✓ Una bicicleta de 25 kg sale del reposo y alcanza una velocidad de 10 m / s en 10 s. Sabiendo que la masa del ciclista es de 62 kg, calcula la aceleración media del movimiento, así como la fuerza resultante aplicada.
- ✓ Calcula la fuerza resultante en cada uno de los casos que a continuación se plantean, con la ayuda de un esquema donde aparezcan dichas fuerzas y la resultante:
 - a) Dos personas empujan un armario para trasladarlo de lugar y aplican cada uno una fuerza de 220 N y 190 N respectivamente; el rozamiento del armario con el suelo es de 310 N.
 - b) Una pelota está subiendo después de haber sido lanzada. Su peso vale 4 N y podemos considerar prácticamente despreciable el rozamiento con el aire.
 - c) Un coche se desplaza con un movimiento uniforme de velocidad constante de 100 km / h por un tramo recto de una autopista.

Tomado de: Hernández, J., Payá, J., Solbes, J. y Vilches, J. (1999) Física y Química 4º de ESO, Valencia, Barcelona: Riialla-Octaedro

3.3. LA FUERZA COMO INTENSIDAD DE LAS INTERACCIONES. TERCER PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

Hasta aquí, en los dos primeros principios de la dinámica, nos hemos ocupado de lo que le ocurre a un cuerpo cuando actúan o no fuerzas sobre él. Pero ¿qué le ocurre a un segundo cuerpo cuando ejerce dicha fuerza sobre el primero? Nos fijaremos ahora en los dos cuerpos que "interaccionan" y no sólo en el que recibe la acción; así plantearemos el tercer principio de la dinámica.

MISIÓN 12

- ✓ Considera estos ejemplos sencillos donde interaccionan dos cuerpos:
 - a) Dos bolas de billar cuando chocan.
 - b) Dos imanes que se encuentran cercanos con sus polos diferentes enfrentados.
 - c) Un fusil de feria que dispara un balín.

Representa un esquema de cada caso, dibujando las fuerzas que actúan sobre ambos cuerpos que participan en la interacción e indicando la posible relación entre ellas.

- ✓ Comenta la frase: "Si la Tierra atrae a un cuerpo situado a una cierta altura, igualmente podemos afirmar, según el tercer principio de la dinámica, que el cuerpo atraerá la Tierra".
- ✓ Critica esta afirmación: "Como todas las fuerzas son parejas acción-reacción, iguales y de sentido contrario, los cuerpos no pueden sufrir aceleraciones".
- ✓ Considera estos ejemplos de sistemas donde hay cuerpos que interaccionan y haz un esquema de los mismos, representando las fuerzas que actúan sobre cada

 MISIÓN 12

- a) Un libro apoyado sobre una mesa.
- b) Un cuerpo que cuelga de un muelle del techo.
- c) Un cuerpo sobre una superficie horizontal que la arrastra una cuerda.
- d) Un cuerpo que resbala hacia abajo por un plano inclinado.

- ✓ Observa el siguiente video y explica las diferentes situaciones encontradas donde identifiques la aplicación de las leyes del movimiento de Newton y otros conceptos físicos asociadas a la dinámica.

<https://www.youtube.com/watch?v=i-RX2PX9nyw>

- ✓ Observando la simulación explica el funcionamiento del cinturón de seguridad en un vehículo a fin de compensar las leyes de Newton.

<https://www.youtube.com/watch?v=dZxbCraFic0>

4. ESTUDIO DE ALGUNAS SITUACIONES DINÁMICAS

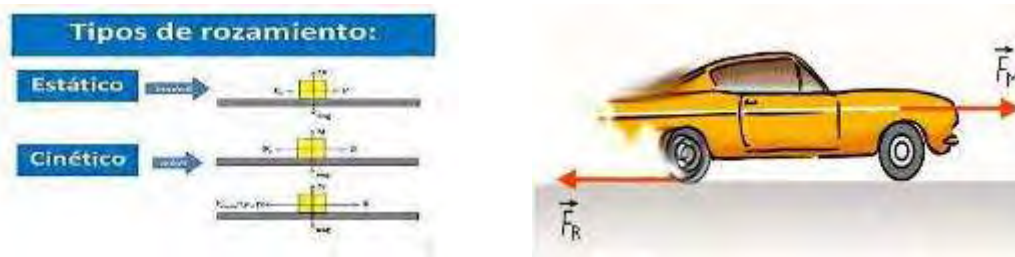
4.1. FUERZAS DE FRICCIÓN.

Las fuerzas de fricción, aparecen entre las superficies en contacto de los cuerpos que se mueven en movimiento relativo uno respecto a otro. Son de carácter electromagnético y dependen del estado en que se encuentren las superficies en contacto y la fuerza normal. Matemáticamente se calculan con la ecuación (9).

(8)

$$f = \mu N$$

f es la fuerza de fricción, μ el coeficiente de fricción y N la fuerza normal o fuerza perpendicular ejercida por un cuerpo sobre superficie de apoyo.



Fuente: <http://es.slideshare.net/JHONINFORMATICO/rozamiento>

<https://www.emaze.com/@ALZCCLCI/Fuerza-de-Roce-Cin%C3%A9tica>

4.2 FRICCIÓN PRODUCIDA POR NEUMÁTICOS

MISIÓN 13

- ✓ Realiza grupos de 4 estudiantes, y establece una ruta sobre diferentes tipos de vías tanto al interior y en la periferia de la universidad. Teniendo en cuenta la utilización de elementos de seguridad como chalecos y conos para demarcación de las zonas donde ubicaras diferentes tipos de huellas en distintas superficies. Y las clasificaras en un cuadro explicativo.
- ✓ Reúnete con tu grupo de trabajo y observa el video Frenos ABS y frenos convencionales. (<https://www.youtube.com/watch?v=-JB2fpM-R7A>) contesten las siguientes preguntas de acuerdo a la información presentada:
 - ¿Cuáles son los aspectos físicos que intervienen

MISIÓN 13

Continuación

- ¿Cómo es el proceso de frenado de un automóvil con frenos convencionales y como con frenos ABS?
- ¿Por qué crees que el uso de frenos ABS hace que la frenada sea más efectiva?
- ✓ Una vez se ubican las vías donde se encuentran las huellas determinar los siguientes aspectos de las mismas y elaborar un cuadro donde se presenten las siguientes características:
 - Possible trayectoria del vehículo de acuerdo a la dirección de la huella de frenado
 - Possible área de impacto Tipo de huella
 - Material de la vía
 - Longitud de la huella

4.3. CASO REAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO USANDO HUELLA DE FRENADA

Los accidentes de tránsito están mediados por condiciones, en donde el conductor en algunas condiciones percibe los diferentes peligros en la vida u otros vehículos y efectúa maniobras para evitarlos. Uno de ellos es la acción de los frenos, dejando marcadas huellas de frenado sobre la vía. Estas son evidencia física que permiten utilizarse en el establecimiento de la velocidad de un vehículo momentos previos al choque, elemento comúnmente solicitados por las autoridades judiciales al momento de establecer la culpabilidad en un accidente de tránsito.

ACCIDENTE DE TRÁNSITO

CLASE: Choque con vehículo

LUGAR: Autopista Norte con 224 localidad de Usaquén, Bogotá

FECHA: 31/12/2008

HORA DE OCURRENCIA: 05:30 horas

HORA DE LEVANTAMIENTO: 06:00 horas

ÁREA: Urbana DISEÑO: Tramo de Vía TIEMPO: Normal SECTOR: Comercial

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA:

La autopista norte corresponde a una vía de la malla vial arterial, conformada por dos calzadas con tres carriles cada una, separador central y sentido de circulación norte-sur y viceversa que en el momento del accidente el día 31 de diciembre del año 2008 a las 05:30 horas se encontraba con condiciones de estado del tiempo seco y piso asfaltado y en buen estado.

Es de anotar que las condiciones de clima si bien eran secas, las condiciones propias de la sabana de Bogotá en la época del año de diciembre presentan en horas de la madrugada nubosidad baja que ocasiona que la vegetación presente humedad parcial.

INFORMACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

VEHÍCULO 1:

Vehículo: Automóvil Placa: ZIX 428 Servicio: particular Marca: RENAULT 9

Modelo: 1998

Pasajeros: 3

Color: Azul Cielo

En la colisión interviene una bicicleta MTB MARCA FELT, color azul rey con serial Marco No S5BA56906788.

DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE

Se presenta una colisión. El día 31 de diciembre del año 2008 en el sector de la autopista norte con 224, el vehículo de placas ZIX 428 RENAULT 9 conducido por el señor Pedro Pascasio Martínez que se desplazaba en sentido vial sur norte, quien transitaba por el carril interno de dicha vía (izquierdo como referencia a la posición de conductor en el vehículo) y de manera súbita por la vía atraviesa sentido oriente occidente una bicicleta de marca Felt MTB conducida por el señor Javier Albertino Barreiro.

El conductor del vehículo de placas ZIX 428 intenta una maniobra evasiva cambiando la dirección de su desplazamiento y marcando una huella de frenado de 15 m de longitud, hacia el lado izquierdo de la vía, tomando como referencia la posición del conductor con el fin de evitar la colisión, pero esta de igual forma se presenta sobre parte del carril izquierdo y el vehículo sale de la vía y presenta rodamiento sobre el separador de la autopista norte, hasta que el vehículo se detiene totalmente. (Informe Pericial).



Fuente: <https://www.dreamstime.com/photos-images/upset-man-car-crash.html>

MISIÓN 14

- ✓ Del caso anterior utilizar las variables físicas a fin de plantear el modelo matemático para calcular la velocidad de vehículo momentos previos a la colisión con la utilización de la huella de frenada.
- ✓ El coeficiente de fricción que utilizarías sería ¿estático o cinético? justifica tu respuesta.
- ✓ Preparar una presentación del caso, y hacer una exposición ante los compañeros con las conclusiones de tu investigación. Buscando se configuren todas las personas que en la vida real están presentes en un juicio oral ejemplo juez, fiscal, abogados etc..., y asume el rol de perito físico

4.4. CURVAS CON ROZAMIENTO Y CON PERALTE

Una de las decisiones frecuentes por la que tiene que atravesar un conductor, es la velocidad que debe tomar al transitar por una curva, para no sufrir una salida de la vía, o en los peores casos sufrir un volcamiento. Ahí de seguro intervendrán las fuerzas en el movimiento circular.

4.5. LAS FUERZAS QUE ACTÚAN EN UN MOVIMIENTO CIRCULAR DE UN VEHÍCULO

4.5.1. Curva sin peralte

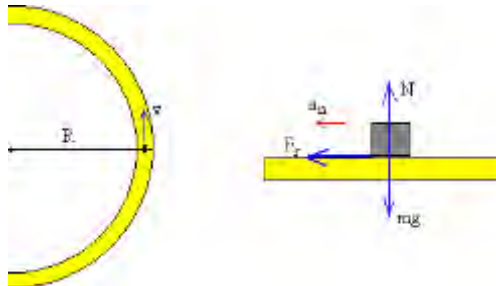
Un automóvil describe una trayectoria circular de radio R con velocidad constante v . Una de las principales dificultades que se presenta a la hora de resolver este problema es la de separar el movimiento tangencial (uniforme con velocidad constante) del movimiento radial del vehículo que es el que trataremos de estudiar.

Fundamentos físicos.

Suponemos que el vehículo describe una trayectoria circular de radio R con velocidad constante v . Para un observador inercial, situado fuera del vehículo, las fuerzas que actúan sobre el móvil son:

- El peso
- La reacción de la carretera
- La fuerza de rozamiento.

Esta última, es la que hace que el vehículo describa una trayectoria circular.



Fuente: www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular/din_circular.htm

Como hay equilibrio en sentido vertical la reacción del plano es igual al peso

$$N=mg \quad (9)$$

Aplicando la segunda ley de Newton al movimiento en la dirección radial

$$F_r = ma_n \qquad F_r = m \frac{v^2}{R} \qquad (10)$$

Siendo v la velocidad del móvil y R el radio de la circunferencia que describe.

A medida que se incrementa la velocidad v , se incrementa la fuerza de rozamiento F_r hasta que alcanza un valor máximo dado por el producto del coeficiente de rozamiento estático por la reacción del plano, N .

La velocidad máxima v que puede alcanzar el vehículo para que describa una curva circular de radio R es, por tanto:

$$m \frac{v^2}{R} = \mu N \qquad v = \sqrt{\mu g R} \qquad (11)$$

Si la velocidad del móvil es superior a la máxima permitida en el diseño de una curva, la fuerza de rozamiento, que es perpendicular al vector velocidad, tiene un valor constante e igual a su valor máximo, la trayectoria del móvil deja de ser circular. Para simplificar el problema hemos supuesto que los coeficientes de rozamiento estático y cinético tienen el mismo valor. Si la curva tiene peralte (consulta Alonso Finn), la fuerza centrífuga que actúa sobre el vehículo en movimiento, substituye a la fuerza de fricción. La velocidad máxima con que un vehículo puede tomar una curva con peralte, es semejante a la ecuación (11), substituyendo el coeficiente de fricción por la tangente del ángulo de peralte.

MISIÓN 15

- ✓ ¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura? justifica tu respuesta.
- ✓ Explica físicamente que pasaría en las siguientes situaciones tomando una curva en un vehículo:
 - Sin peralte y sin rozamiento
 - Sin peralte y con rozamiento
 - Con peralte y sin rozamiento
 - Con peralte y con rozamiento
- ✓ Realiza un diagrama de fuerzas para cada una de las situaciones y plantea las ecuaciones dinámicas.
- ✓ Observa el video; establezca las condiciones físicas presentes en las diferentes situaciones y aplica los conceptos de la dinámica del movimiento circular presentes, para explicar los casos.

MISIÓN 15

<https://www.youtube.com/watch?v=3ic-PdTH7TA>.

- ✓ ¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura? justifica tu respuesta.
- ✓ Explica físicamente que pasaría en las siguientes situaciones tomando una curva en un vehículo:
 - Sin peralte y sin rozamiento
 - Sin peralte y con rozamiento
 - Con peralte y sin rozamiento
 - Con peralte y con rozamiento
- ✓ Realiza un diagrama de fuerzas para cada una de las situaciones y plantea las ecuaciones dinámicas.

Observa el video; establezca las condiciones físicas presentes en las diferentes situaciones y aplica los conceptos de la dinámica del movimiento circular presentes, para explicar los casos.
<https://www.youtube.com/watch?v=3ic-PdTH7TA>.

5. CONCEPTO DE TRABAJO

5.1. TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA CONSTANTE

El trabajo en la vida diaria se asocia con asuntos laborales, pero en física Maxwell lo definió como la capacidad de producir transformaciones en la materia mediante fuerzas. El uso del concepto trabajo está ligado a la descripción cuantitativa del movimiento, que logra una fuerza cuando actúa sobre un cuerpo. Según Hecht (2000), “El trabajo efectuado sobre un cuerpo por una fuerza aplicada de modo constante, es igual al producto de la componente de la fuerza (F) en la dirección del movimiento, multiplicada por la distancia (X) sobre la que actúa”. Serway y Jewett (2005). Matemáticamente, el trabajo realizado por una fuerza constante, se calcula con la ecuación (12).

$$W = F.X.COS\Theta$$

Θ , es el ángulo que forma la fuerza con la dirección del desplazamiento.

La unidad de trabajo en el Sistema Internacional es el joule (J).

5.2. LA ENERGÍA MECÁNICA

El concepto de energía físicamente cobra gran importancia, en todos campos de la ciencia y de la vida cotidiana, y su utilidad ha permitido que el hombre goce hoy en día beneficios que han hecho que su vida sea cada vez mejor.

Pero en palabras sencillas definiríamos a la energía como la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de calor, luz, movimiento, etc.

El calor como la energía, se asocia en el primer principio de la Termodinámica. Desde el punto de vista de la mecánica, tenemos en cuenta la energía potencial como aquella que aparece almacenada en los cuerpos cuando se encuentran en estado de movimiento. Algunos autores la enuncian como aquella energía almacenada en un sistema para producir un trabajo, es decir, el trabajo aparece como una forma de transferencia de energía. Dos expresiones fundamentales, describen la energía potencial en la vida cotidiana. La primera para la energía potencial gravitacional (EPg) y la segunda para la energía potencial almacenada en los sistemas elásticos (Epe). Las expresiones (13) y (14), nos indican como calcularlas.

$$E_{pg} = mgh \quad (13)$$

m es la masa del cuerpo, g el valor de la aceleración de la gravedad de la tierra y h la altura sobre la que se encuentre el cuerpo respecto a un nivel de referencia.

$$E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2 \quad (14)$$

K es la constante elástica del sistema y x la deformación que sufre.

Por otra parte, la energía cinética aparece mecánicamente cuando los cuerpos se desplazan con una velocidad determinada. La suma de las dos, potencial y cinética, es lo que conocemos como energía mecánica total en un sistema.

MISIÓN 16

- ✓ Observa el siguiente video
<https://www.youtube.com/watch?v=MWqXDkp9i-0>
- ✓ Responde las siguientes preguntas :
 - ¿Qué relación existe en el concepto de trabajo y energía?
 - ¿Consideras que la potencia de un vehículo influye o no en un accidente? justifica tu respuesta.
- ✓ Explica las principales unidades de la potencia y su origen

6. CONCEPTO DE ENERGÍA

6.1. ENERGÍA CINÉTICA

Como ya sabemos, la experiencia enseña que un cuerpo de masa m , dotado de movimiento es capaz de realizar trabajo. A este tipo de energía se le llama cinética (EC). Esta energía cinética tendrá una dependencia de la velocidad al cuadrado del cuerpo en movimiento (Solbes, 2007).



Fuente: <http://pt.slideshare.net/solbarreralopez/energias-15058769>

Su expresión matemática, está dada por la ecuación (15).

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (15)$$

Las unidades de la energía cinética, como las de cualquiera otra forma de energía es el Joule en el sistema Internacional de unidades (S.I). Se observa entonces, que la energía y el trabajo, llevan en su valor numérico las mismas unidades.

6.2. FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS

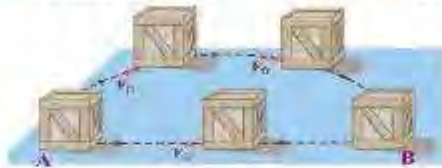
Se tiene una fuerza conservativa cuando el trabajo realizado por la fuerza sobre un cuerpo que se mueve entre una posición inicial y otra final, es independiente de la trayectoria que toma el cuerpo entre las dos posiciones, por consiguiente, el trabajo efectuado sobre un cuerpo por una fuerza conservativa dependerá de una función escalar (la energía potencial) de las coordenadas inicial y final de la posición del cuerpo (Serway, 2003). A partir de la condición anterior se deduce otra propiedad de las fuerzas conservativas: el trabajo realizado por una fuerza conservativa sobre un cuerpo es cero cuando el cuerpo se mueve alrededor de cualquier trayectoria cerrada y regresa a su posición inicial (Serway, 2003).

En el siguiente cuadro, se resumen algunos tipos de fuerzas:

FUERZAS CONSERVATIVAS	FUERZAS NO CONSERVATIVA
FUERZA GRAVEDAD	FUERZA DE RAZONAMIENTO
FUERZA ELÁSTICA	FUERZA DE RESISTENCIA DE UN FLUIDO
FUERZA ELECTROSTÁTICA	

Fuente: Autores

Fuerzas No Conservativas



La fuerza de roce es una fuerza no conservativa, ya que disipa energía en forma de calor, por efecto de la fricción entre el objeto y la superficie sobre la cual se mueve.

De esta manera es evidente que habrá mayor disipación si movemos el objeto por la trayectoria circular, que por la trayectoria recta, al ir desde A hasta B.

Fuente: <http://es.slideshare.net/luxeto/cap08-13431271>

6.3. ENERGÍA POTENCIAL

La energía potencial es, junto con la energía cinética, el otro tipo de energía mecánica que pueden tener los cuerpos. A diferencia de la energía cinética, la energía potencial está asociada a la posición o configuración que tienen los cuerpos, y no a su movimiento (Coronado y Fernandez, s.f.). Resulta muy común definir la energía potencial gravitatoria esta energía no es una propiedad del cuerpo (Martín y Solbes, 2001). En efecto, la energía potencial se debe a la interacción del cuerpo y de la Tierra, es decir, a la interacción del cuerpo con el campo gravitatorio terrestre.

MISIÓN 17

- ✓ Observa el video la ciencia del choque https://www.youtube.com/watch?v=Wx_SeYKGZI, y responde:
 - Elabora una línea de tiempo que explique cómo ha sido la evolución en la seguridad en los vehículos.
 - ¿Cuáles son los elementos de seguridad activa y pasiva en un vehículo? Explicarlos

energía interviene en
qu

 - ¿Explicar la utilidad de muñecos de prueba en colisiones controladas?
- ✓ Utilizando la simulación y variando los parámetros de la misma estable las condiciones de una colisión elásticas e inelástica. <http://www.walter-fendt.de/ph14s/collisions.htm>

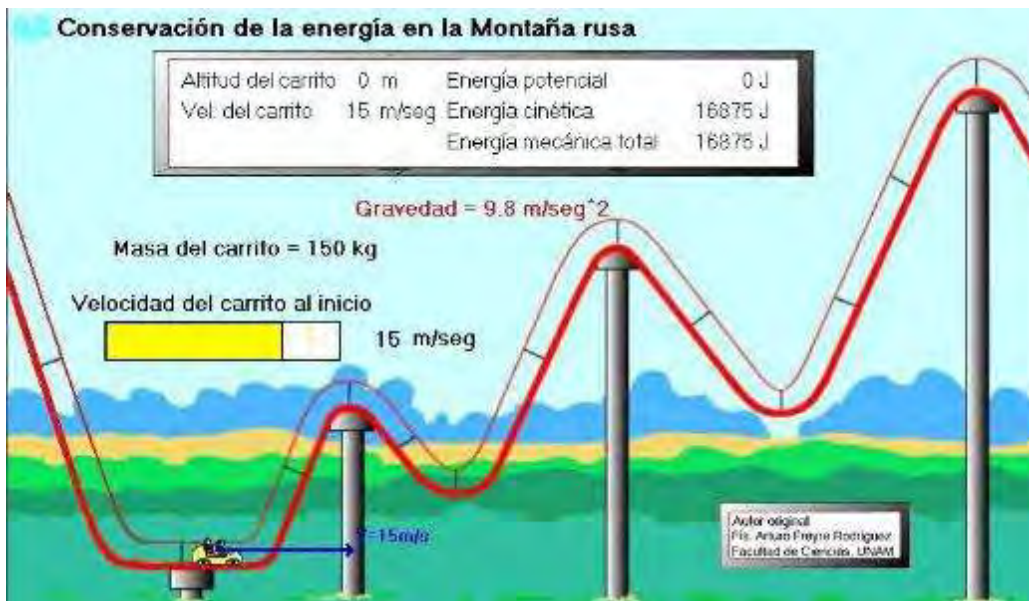


Fuente: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/dinamsist/colisiones.htm> <http://noticias.coches.com/consejos/los-sistemas-de-seguridad-que-no-pueden-faltar-en-tu-coche/108496>.

MISIÓN 18

- ✓ Indica de qué factores cabe suponer que dependerá la energía potencial gravitatoria cuando se tiene un cuerpo en las proximidades de la superficie terrestre.
- ✓ Señala, a título de hipótesis, de que magnitudes dependerá la energía cinética de un cuerpo que se mueve con respecto a otros. señala, así mismo, algunos ejemplos del interés que puede tener conocer y controlar esa energía.
- ✓ Utilizando la simulación: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-skate-park-basics>, describe en todas las trayectorias del patinador los cambios de energía cinética y potencial.

En sistemas mecánicos como conocemos la energía puede ser cinética o potencial, y precisamente se afirma que la cantidad total de energía, es decir la suma de las dos anteriores en cualquier sistema físico aislado (sin interacción con ningún otro sistema), permanece invariable con el tiempo, aunque dicha energía puede transformarse en otra forma de energía.



Fuente: <https://www.design-simulation.com/IP/spanish/curriculum/misccontent/conservaciondelaenergia.php>

MISIÓN 19

- ✓ Un coche con masa 1000 Kg acelera desde 0 a hasta 30 m/s en 10 segundos, calcula:
 - La energía cinética que ha ganado
 - La potencia del coche.

- ✓ Diseña algún montaje experimental para contrastar la ley de conservación de la energía mecánica en alguna situación particular de fácil realización.

- ✓ Del siguiente trabajo titulado “Simulación de un choque frontal de un vehículo automóvil contra diferentes tipos de barrera”, explicar cómo el avance de la tecnología hace hoy en día los vehículos más seguros, y cuál es su relación con la conservación de la energía.

7. CALOR COMO TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

El estudio fenomenológico del calor es la calorimetría, y en ejemplo sencillo es lo que comúnmente se denomina calentamientos y enfriamientos, que tienen lugar al poner en contacto cuerpos a distintas temperaturas.

En los vehículos se presenta una fuerte transferencia de energía en forma de calor cuando el conductor acciona los frenos y el bloqueo de las llantas hace que se transfiera energía hacia la vía, y prueba de ello son las huellas de frenado que observamos en las calles.



Fuente: <http://8000vueltas.com/2012/01/10/bmw-325i-lobo-con-piel-de-cordero>

MISIÓN 20

- ✓ Un coche con masa 1000 Kg acelera desde 0 a hasta 30 m/s en 10 segundos, calcula:
 - La energía cinética que ha ganado
 - La potencia del coche.
- ✓ Diseña algún montaje experimental para contrastar la ley de conservación de la energía mecánica en alguna situación particular de fácil realización.
- ✓ Del siguiente trabajo titulado "Simulación de un choque frontal de un vehículo automóvil contra diferentes tipos de barrera ", explicar cómo el avance de la tecnología hace hoy

8. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

El principio de conservación de la energía proporciona información sobre las propiedades de transformación, conservación y transferencia de la energía (Duit, 1981 y 1984). Pero con ellas no está completa la descripción de la energía (Solbes, 2007). Como se mostraba en el apartado anterior la energía se convierte en calor. Es así como cualquier tipo de energía puede transformarse íntegramente en calor; pero, este no puede transformarse íntegramente en otro tipo de energía. Se dice, entonces que la energía se degrada, ejemplos la energía eléctrica, al pasar por una resistencia aumenta la energía interna de ésta, pero la energía interna no se puede

transformar en energía eléctrica. La energía mecánica se puede transformar en energía interna, pero la energía interna no se puede transformar en energía mecánica.

8.1. DEGRADACIÓN DE LA ENERGÍA. CHOQUES INELÁSTICOS



Fuente: <http://es.slideshare.net/ddriog/fisica-y-quimica-david-del-ro>

En los accidentes de tránsito, cuando chocan los vehículos se presentan mecánicamente condiciones que permiten su clasificación así:

1. Choque Elástico

Corresponde a la situación física cuando, se conserva la energía cinética y la cantidad de movimiento lineal. También se conserva la forma de los cuerpos y no hay energía perdida. En una colisión de vehículos, la colisión elástica, es una idealización del evento elástico, ya que, lo que se observa siempre, es deformaciones en los vehículos.

2. Choque Inelástico

Este ocurre, cuando al colisionar ambos cuerpos quedan pegados, formando un solo cuerpo con una masa igual a la suma de las masas de los cuerpos que tenían antes del choque. Al haber un cambio de forma no se conserva la energía cinética de los cuerpos, pero si la cantidad de movimiento lineal.

Es un tipo de choque en el que la energía cinética no se conserva. Como consecuencia, los cuerpos que colisionan pueden sufrir deformaciones y aumento de su temperatura.

En la investigación de accidentes de tránsito, en muchas ocasiones no se cuentan con huellas de frenado. Entonces, se acude a modelos matemáticos más complejos para estimar la velocidad de un vehículo, momentos previos a la colisión; utilizando las deformaciones que se producen en el vehículo, y tomando en cuenta parámetros como la profundidad de la deformación, el tipo de material, etc.

3. Choque Semielástico

En esta clase de colisiones, actúan fuerzas que no restituyen completamente las formas, habiendo pérdidas de energía cinética.

8.2. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

En mecánica, la cantidad de movimiento lineal, posee una importante propiedad de conservación. Esta consiste en que la suma vectorial de las cantidades de movimiento lineal de los cuerpos antes y después de una colisión, es la misma. La suma de las cantidades de movimiento queda constante, aunque las cantidades de movimiento de los cuerpos varían, ya que sobre cada cuerpo actúan las fuerzas de interacción (acción-reacción).

El principio de conservación de la cantidad de movimiento es una de las más importantes leyes de la naturaleza, para analizar la interacción de dos cuerpos (Anónimo, s.f).

MISIÓN 21

- ✓ En la naturaleza, un objeto que se desliza sobre una superficie acaba parándose. Una pelota que cae rebota a una altura menor, etc., pero no se observa que un objeto pesado empiece a moverse o que una pelota rebote cada vez más alta. ¿Alguno de estos procesos incumple la ley de la conservación de la energía?
- ✓ Enumera algunos ejemplos sencillos de procesos que tengan lugar espontáneamente en un sentido, pero no en otros, es decir, de procesos irreversibles. Trata de establecer las causas de su evolución.
- ✓ Observa el siguiente video “la ciencia del choque “ https://www.youtube.com/watch?v=Wx_SeeYKG_ZI, ¿Cuál es la importancia de realizar pruebas de choques en vehículos? ¿En qué ejemplos del video se demostraría la degradación de la energía?
- ✓ Trabajar con la siguiente simulación y establecer las diferencias entre los diferentes tipos de choques.