



LICENCIATURA EN MATEMATICAS Y FISICA

APLICACIÓN DE LA LEY DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA PARA EL ESTUDIO DE VELOCIDAD POR HUELLA DE FRENADA EN LOS EVENTOS VIALES

FABIO NELSON RODRIGUEZ ORTEGA



Universidad[®]
Católica
de Manizales

VIGILADA MINEUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



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

**Aplicación de la ley de conservación de energía para el estudio de velocidad por
huella de frenada en los eventos viales.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Licenciado en
Matemáticas y física

Asesor

César Javier Benavides Morales

Magister en Educación - Ingeniero Químico

Autor:

Fabio Nelson Rodríguez Ortega ¹

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
MANIZALES

2022

Tabla de Contenido

1. Formulación del Problema.....	7
Planteamiento del problema.....	7
Pregunta problema	8
Objetivos.....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos	8
Justificación	9
Capítulo I	12
2. Marco Referencial.....	12
Marco de Antecedentes.....	12
Antecedentes del proyecto investigativo	12
Marco Teórico.....	17
Capítulo II.....	22
3. Diseño Metodológico.....	22
Enfoque de investigación.....	22
3.1.1 Esquema general de diseño metodológico.....	24
Propuesta de diseño metodológico.....	25
Tipo de investigación.....	27
Descripción del estudio.....	28
Instrumentos de investigación.....	28
Categorías	28
Operacionalización de las categorías	29

Ley de la conservación de energía en el estudio de los eventos viales.	4
Población.....	30
Instrumento. Cuestionario Pretest – Postest.....	33
Instrumento. Cuestionario Pretest Siniestros viales.....	36
Instrumento. Video de apoyo de conceptos básicos de termodinámica, en función a la observación sistemática.....	38
Instrumento. Cuestionario Likert	40
Instrumento. Propuesta indicativa para secuencia didáctica.....	41
Validez y pilotaje de los instrumentos	45
Validación del instrumento	47
3.6.7. 3 Matriz de Rúbrica de Evaluación de expertos	48
Ejecución del diseño y resultados	49
Resultados	62
Conclusiones.....	75
Bibliografía	78

Tabla de Figuras

Figura 1. Esquemas de categoría del proyecto de investigación.....	11
Figura 2. Esquema general de diseño metodológico aplicado a la investigación.....	25
Figura 3. De la práctica y pruebas de frenado.....	31
Figura 4. Rubrica Pretest.....	35
Figura 5. Del cuestionario Pretest aplicado a siniestros viales y huellas de frenada	37
Figura 6. Video ley de la termodinamica.....	39
Figura 7. Actividades refuerzo termodinámica.....	39
Figura 8. De la ubicación de la zona de práctica	49
Figura 9. Del GPS para ubicación de la zona de práctica.....	51
Figura 10. De la estación total	52
Figura 11. Del nivel y trazador laser.....	53
Figura 12. Camara Hero 4 Silver	53
Figura 13. Camaras empleadas	54
Figura 14. Práctica de campo.....	55
Figura 15. Configuración y medición con estación total	56
Figura 16. De la transferencia calórica, termodinámica en la frenada.....	57
Figura 17. De la medición de huellas de frenada.....	57
Figura 18. Resumen de resultados test termodinámica.....	63
Figura 19. Resumen de resultados test siniestros viales	65
Figura 20. Dofa desarrollada en clase.....	66
Figura 21. Registro de frenadas	67
Figura 22. Registro de frenadas a 30 km/h	68
Figura 23. Cálculo físico de velocidad con Coeficiente de fricción subjetivo	70
Figura 24. Resumen de resultados velocidades	73
Figura 25. Recreación 3D	74

Contenido de Tablas

Tabla 1. Normatividad en Colombia en relación con el proyecto educativo.....	20
Tabla 2. Normatividad en Colombia en relación a los hechos de tránsito.....	21
Tabla 3. Esquema general de cronograma metodología aplicada a la investigación.....	24
Tabla 4. Esquema general del presupuesto aplicado a la investigación	26
Tabla 5. Fases de la investigación.....	28
Tabla 6. Matriz operacionalización de las Variables – Categorías.....	29
Tabla 7. Listado de vehículos utilizados en práctica de campo	32
Tabla 8. Guía de observación.....	32
Tabla 9. Niveles de desempeño o logro de cuestionario pretest.....	35
Tabla 10. Propuesta indicativa para secuencia didáctica	42
Tabla 11. Matriz de Rúbrica de Evaluación de expertos	48
Tabla 12. Instrumentos práctica.....	50
Tabla 13. Resumen de resultados velocidades.....	21
Tabla 14. Resumen de resultados Pretest.....	62
Tabla 15. Resumen de resultados test siniestros.....	64
Tabla 16. Coeficientes de fricción	69
Tabla 17. Coeficiente de fricción y velocidad	72
Tabla 18. Resultados de la encuesta a estudiantes	75

1. Formulación del Problema

Planteamiento del problema

La termodinámica y sus propiedades tienen una aplicación real o directa en la resolución de problemáticas de la vida cotidiana, ejemplo de ello, son los procesos industria química, petroquímica, la refrigeración industrial, deshidratación de gases y los siniestros viales; en este último, se busca por medio del principio de conservación de energía conocer la velocidad a la cual se desplazaba determinado rodante inmerso en un evento de tránsito. En función al mecanismo de frenada de cualquiera que fuera la naturaleza de un automotor, al realizar un proceso de frenada de emergencia, por principio de transferencia calórica y la fricción generada con la superficie de rodadura. Esto forma en determinada distancia la fundición del compuesto químico que conforma la banda de rodadura del neumático, lo que conocemos como la huella de frenada, y es allí donde nace la problemática del presente proyecto. ¿Es posible identificar la velocidad real de un vehículo en función a la huella de frenada partiendo de la ley de conservación de energía?, para lograr este fin se involucra en el proceso investigativo a los estudiantes del programa técnico en ciencias forenses de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias técnicas de la ciudad de Bogotá.

Pregunta problema

¿Cómo determinar la velocidad real de un vehículo que realiza un proceso de frenada de emergencia, dejando huella de frenada sobre la superficie de rodadura empleando la ley de conservación de energía?

Objetivos

Objetivo general

Determinar la velocidad de un vehículo mediante la huella de frenada, aplicando la ley de conservación de energía.

Objetivos específicos

- Identificar las variables y características que afectan el proceso de cálculo de velocidad de un vehículo que realiza un proceso de frenado de emergencia, en función a la ley de conservación de energía de la termodinámica.
- Realizar ensayos de transferencia de energía calórica, en pro de determinar la velocidad de un vehículo en función a la ley de la conservación de energía.

- Contrastar información recaudada en pruebas técnicas de velocidad realizadas en campo frente al software forense EdgeFX, en pro de determinar la correlación de velocidades en función a la huella de frenada.

Justificación

En la actualidad el número de siniestros viales es en exceso alarmante, según el Observatorio Nacional de Seguridad Vial en el año 2021 murieron en Colombia 7,270 personas en accidentes de tránsito, según lo acaba de revelar el balance anual del territorio nacional, superando al 2020 con 5.458 fallecidos y 2019 con 3360 víctimas fatales.

De los fallecidos en el año 2019, 4.312 eran motociclistas, 1.566 peatones, 582 usuarios de vehículos y 471 ciclistas, además señalan en el reporte de julio del año 2022 que en el mes de enero existieron 687 víctimas como el mes de más alta siniestralidad; seguido de marzo con 667 víctimas y en julio 652 víctimas fatales. La Agencia Nacional de Seguridad Vial en su portal del Ministerio de Transporte Nacional de Colombia, arroja las cifras de siniestralidad por día, mes, año, departamento, ciudad; permitiendo identificar rango de edad, sexo, tipo de usuario en la vía; factor importante en la observación de la problemática estudiada.

Frente al anterior escenario, en muchos de los siniestros de tránsito en función al mecanismo de frenada de cualquiera que fuese la naturaleza de un automotor, forma en determinada distancia la huella de frenada acorde a la velocidad que lleva el mismo, donde el resultado del accidente puede producir daños materiales, lesiones o muertes, por lo cual; la

aplicación de las ciencias exactas propiamente la rama de la física que estudia la termodinámica, permite el estudio de los fenómenos térmicos; además estudia el movimiento, la fuerza y el trabajo. Lo que consiente en una estricta relación y aplicación de la conservación de energía para el cálculo de velocidad de un rodante en movimiento.

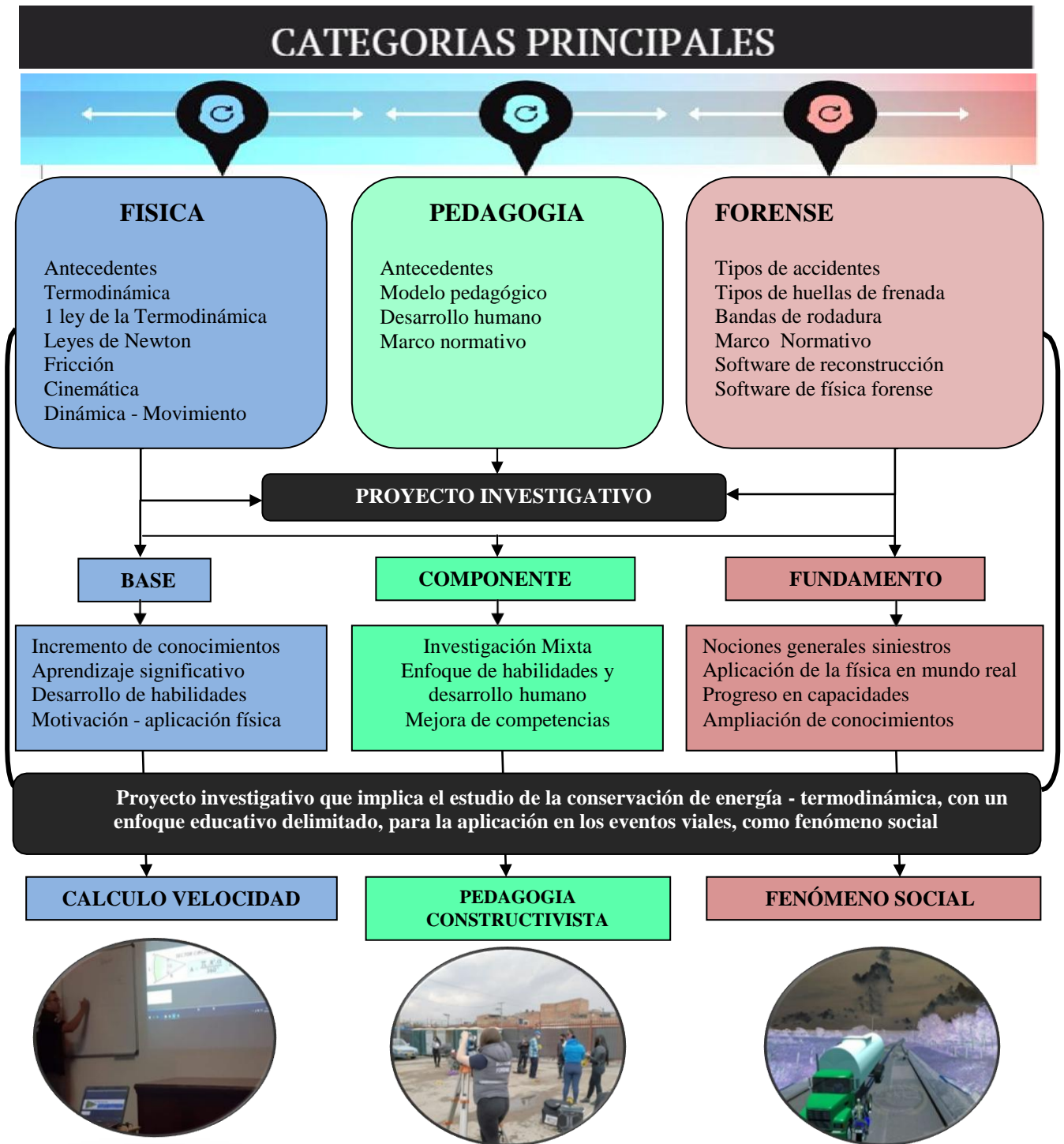
La O.M.S. ha catalogado la accidentalidad vial como una de las principales epidemias de nuestra sociedad. De hecho, en un estudio realizado conjuntamente con el Banco Mundial, los accidentes de tránsito aparecen como la séptima causa de morbilidad en el planeta. La perspectiva para el año 2030 es que ascienda al quinto puesto. Esta “epidemia” es la primera causa de muerte de las personas menores de 40 años a escala mundial. Según Organización Mundial de la Salud (WHO), WORLD HEALTH STATISTICS REPORT. 2008.

En el caso de Colombia y de Bogotá, los accidentes de tránsito representan la segunda causa de las muertes violentas. La principal causa de muerte en el país son los homicidios (60,5%), seguida de los accidentes de tránsito (21%).

La esencia del presente proyecto, es no solo llegar a conocer los fundamentos y variables, enfocado a una problemática cotidiana en la comunidad y la sociedad, instituida en como determinar la velocidad de un vehículo, que puede estar en exceso de velocidad en algún tramo vial reglamentado con una menor velocidad; involucrando en el proyecto de investigación a los estudiantes del programa técnico en ciencias forenses de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá, en los procesos de aprendizaje de la conservación de energía, sus aplicaciones y la recolección de información en campo.

Figura 1

Esquemas de categoría del proyecto de investigación.



Nota. En la figura de observa la organización de temas generales en la investigación.

Capítulo I

2. Marco Referencial

Marco de Antecedentes

Antecedentes del proyecto investigativo

Antes de hablar de termodinámica o accidentes de tránsito, debemos partir de educación, ya que este proyecto se enfoca en la docencia y el desarrollo de las capacidades, estando dirigido a estudiantes de programas de nivel técnico superior; por lo que la metodología de la tesis “Se sustenta en una aproximación socio-constructivista, con enfoque mixto y perspectiva etnográfica” (Arrazola, 2016). Este trabajo culmina y se arraiga en el compromiso de la institución con el estudio de los derechos humanos y cómo estos forman parte del currículo en cualquier aspecto de la educación, dejando espacio a la expresión de la diversidad cultural como la capacidad conocer al otro, del mismo modo que presenta al docente como facilitador de relaciones de igualdad frente a la ley de la conservación de la energía, buscando conocer la velocidad del vehículo según el proceso de frenado.

Posteriormente, la exploración documental ubica la Universidad de Barcelona-España, con la tesis titulada: “Las capacidades humanas según el enfoque de Martha Nussbaum de la autora: Paula Andrea Oyarzun Andrade, en el año 2019. Esta tesis doctoral en educación intenta

comprender la percepción sobre el desarrollo de las capacidades humanas aportando información en la potenciación de las capacidades humanas durante la formación profesional.

Al seguir con la revisión documental se encuentra un aporte más, en la Universidad Autónoma del Estado de México, titulada: “Estrategias didácticas para fomentar la participación de los estudiantes en la asignatura de orientación educativa”, elaborada por Miriam García García, en el año 2016 y presentada como requisito para optar por el título de magister. La autora destaca tanto la reflexión como la acción de las personas en el mundo, la cual tiende a la transformación de las necesidades sociales. El estudio se desarrolla desde la perspectiva metodológica de la investigación-Acción.

Ahora, conociendo el enfoque educativo - constructivista del presente proyecto académico que relaciona la conservación de energía con los siniestros viales, se tiene que, en febrero de 2019 fue presentado en la revista *Scientia et Technica* el artículo científico *Formulación matemática de algunos modelos físicos utilizados en la reconstrucción de un evento de tránsito y las consideraciones para su implementación*, por García, L. J. y Rivera, J. H. El documento orienta sobre los eventos de tránsito, los cuales provocan altas pérdidas materiales y fundamentalmente vidas humanas, ya sea por la topografía de las vías, por fallas mecánicas o por los errores humanos; por ello es de vital importancia la reconstrucción analítica de cada evento, siendo la herramienta que se constituye en la prueba necesaria para que los jueces determinen las responsabilidades respectivas.

El proceso reconstructivo se apoya firmemente en la mecánica de Newton para así poder plantear el “modelo físico del accidente” con el que se intenta describir analíticamente como ocurrió el hecho realizando una serie de supuestos dentro del margen lógico.

En esta misma labor de investigación y consulta se encontró el Artículo científico, *"Aplicación de la herramienta Soliworks para la reconstrucción analítica de un accidente de tránsito tipo: colisión frontal vehículo-peatón"*, presentado en la revista: *Revista Ingenio en el año 2016*, por Cabellos Martínez, M. I., Pérez-Rojas, E. E., & Guerreño-Gómez, G. Donde reflejan la realidad en la actualidad las muertes por accidentes de tránsito que se han hecho más comunes y la impunidad pasó a ser parte fundamental de las estadísticas de accidentología vial; además menciona como los casos judiciales se incrementaron en gran medida, buscando establecer culpabilidades para poder sancionar al responsable e indemnizar a la víctima o a sus familiares, en caso de haber fallecido en un accidente vehicular; las versiones de las víctimas, imputados y testigos eran la única evidencia, que por ser subjetiva no daba un aporte conciso al caso. Ante este panorama, la reconstrucción analítica se presentó como un alternativa en el esclarecimiento de la investigación de accidentes de tránsito.

Llevándonos a unas conclusiones frente a los proceso de simulación de un choque empleando herramientas computarizadas, donde se recogen multitud de datos que, posteriormente, se valoran para establecer el alcance de los cálculos realizados en la reconstrucción analítica del accidente, a partir del análisis de relación que se aplica a los daños en el vehículo y las lesiones en el peatón.

Revisados varios documentos de interés y con relación en la física aplicada en la reconstrucción de siniestros viales, se hallaron diferentes documentos que tratan propiamente o de forma directa con la termodinámica y específicamente con la ley de la conservación de la energía; si bien es cierto según (J.M., 2011). "La termodinámica es una parte de la física que estudia las transformaciones de la materia asociada con sus variaciones de temperatura , así como la energía intercambiada en esas transformaciones." esta interacción de transferencia de calor, es la que se presenta en el proceso de frenado de una vehículo y de allí se produce las huellas de frenada o rodadura.

Conociendo precedentes enfocados en la educación y con línea física de aplicación a este proyecto, se busca información en un tema puntual como es la ley de la conservación de energía aplicada a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito, donde, (Rosales, 2016) que explica de forma clara el proceso de transferencia calórica, proceso de frenada y ley de la conservación de energía.

Sin perder la línea investigativa y fundamentación no solo del aspecto pedagógico, del contexto de los eventos viales, es de externo considerar la física dentro del proceso de los eventos viales, por cuanto lo explica (García, 2004):

La base conceptual de la Ingeniería Forense es la Física, ciencia teórica y experimental, cuyo objeto es investigar los fenómenos de la naturaleza. La Física define modelos abstractos (conceptos), expresados como relaciones matemáticas (ecuaciones, fórmulas), y verificadas a

través de experimentos de laboratorio, que no sólo explican lo observado, sino que además pueden predecir nuevos fenómenos. (p. 3)

En materia de accidentes de tránsito, así como pedagogía se reflejan diversos autores importantes, pero solo citaremos algunos como (Hurtado, 2006), que explica: en la mayoría de los accidentes de tránsito terrestre se producen evidencias tales como huellas de frenada totales, parciales o huellas características de un derrape, rayones, surcos, excavaciones, manchas, desprendimiento de partículas del pavimento (asfalto/concreto/adoquín) o fragmentos de algún componente de los vehículos y/o de las personas involucradas en el mismo. Dependiendo de sus características, se pueden estimar las velocidades antes, durante o después de un siniestro vehicular; sin embargo, no siempre se generan huellas de frenada totalmente uniformes, por el contrario en la mayoría de los accidentes vehiculares se producen “huellas irregulares o incompletas” debido a diversos factores, ocasionando dificultades en un alto porcentaje para la reconstrucción analítica y numérica de los accidentes de tránsito terrestre. Esto se explica por el bajo número de bases de datos registrados y clasificados según su género, en ocasiones por la falta de recursos económicos o simplemente porque no es factible recurrir a la tecnología de punta, lo que implica una gran dificultad en la ejecución de los estudios y respuesta oportuna a las autoridades solicitantes por el tiempo que se requiere en cada análisis, conllevando a gastos innecesarios o dilataciones involuntarias en los procesos judiciales (P. 5.)

Marco Teórico

Los accidentes de tránsito no solo es un fenómeno social, si no un novedoso método para mostrar la relación con la física y propiamente la ley de la conservación de energía a los estudiantes de básica secundaria, programas técnicos forenses y/u otros. Un siniestro vial es considerado como suceso eventual que no necesariamente tiene su origen en una vía, en la que interviene al menos un vehículo en movimiento, y como resultado del mismo, se producen daños materiales, lesiones o muertes. (Rodriguez, 2011). Existiendo además múltiples categorías de accidentes de tránsito dónde se pueden presentar huellas de frenado como ejemplo las colisiones, atropellos, volcamientos, entre otros que están debidamente documentados y diferenciados por el (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997)

Los accidentes de tránsito son una problemática social compleja, dónde investigadores de todas partes del mundo indican determinar la velocidad a la cual se desplaza un vehículo en función a la longitud de la huella de frenada, es decir se considera que un reflejo de la velocidad de un vehículo es la longitud de una huella de frenada bajo el fundamento y principio de la ley de la conservación de energía, las leyes de Newton, y en algunos otros casos de la cinemática; donde la cinemática como parte de la mecánica estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan, mientras la dinámica se ocupa de las causas que originan el movimiento del cuerpo en estudio. Considerando los conceptos de trabajo y energía, trayectorias, velocidad, posición y aceleración para poder hacer una descripción completa del movimiento. (Olmedo, 2012)

Por lo anterior, el análisis de velocidad de un vehículo debe ser también comprendido desde el proceso mecánico, dónde los neumáticos, bajo la acción del frenado, se arrastran sobre la superficie de la carretera, generando una gran cantidad de calor al convertir la energía cinética del vehículo en calor. El sistema de freno es el que permite reducir la velocidad de un vehículo o detenerlo por completo cuando está en marcha; implica un proceso de transferencia de energía, es decir; una transformación, donde la energía mecánica del movimiento del rodante se convierte en calor, generado por la fricción al accionar el pedal de frenos, esto es lo que se conoce como el principio de transferencia calórica. (Rodríguez, 2011)

Por otra parte la ley de la inercia es la encargada de regir el sistema de frenado de un automóvil; pues este principio básico es lo que fundamenta y sustenta el correcto funcionamiento de los frenos en pro de la fricción. Visto desde otro ángulo, el frenado de un vehículo en movimiento involucra una parte del cuerpo, en este caso la banda de rodadura del neumático, en contacto con la superficie hidráulica de la carretera en direcciones opuestas. Esto crea una fuerza llamada fricción, que se opone al movimiento del cuerpo hasta que se detiene.

Ahora bien, considerando el alto nivel de desinterés que muestran los estudiantes frente a la matemática o física, se proyecta una manera dinámica y novedosa la enseñanza de la ley de conservación de energía enfocándola en los siniestros viales; como indica (Najera, 2015). El grado de motivación alcanzado en estudiantes de bachillerato, relacionado con la asignatura de Física (específicamente en el tema de Principios de la Termodinámica) al introducir el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje y la construcción de un prototipo de globo aerostático. El Sistema 4MAT utiliza la activación de los hemisferios cerebrales estableciendo un ciclo de

aprendizaje de ocho pasos. Las actividades enseñanza en el ciclo de aprendizaje se llevaron a cabo durante los tres meses en los que se desarrollaron los temas de Principios de la Termodinámica con una muestra de 153 estudiantes.

El estudio del grado de motivación se realiza usando una rúbrica basada en la escala de Mercedes López Aguado y Edna Silva Falchetti (2009), quienes establecen los siguientes niveles: Superficial, Logro y Logro Profundo. Los resultados de la aplicación del ciclo de aprendizaje muestran diferentes grados de motivación en las actividades de los pasos y una media de Nivel de Logro en el ciclo completo. (P. 12)

No solo se trata de relacionar la ley de la conservación de energía con los siniestros viales, sino el realizar un proceso inmersivo con aprendizaje significativo, por medio de plataformas de interacción topográfica y física diseñada para la reconstrucción de homicidios en accidentes de tránsito, lo que le permite al estudiante interactuar de forma gráfica e ilustrativa desde las nociones y fundamentos teóricos de la física, hasta los procesos simulados en tercera dimensión del proceso de transformación de energía; apoyados en la plataforma reconstrucción de accidentes de tránsito EDGEFX, que ofrece una generosa galería vehículos, objetos, herramientas de cálculo y de ecuaciones físicas que permiten una labor de cálculo y pros-proceso de la información recolectada en campo de una manera ágil y confiable. (Rodriguez, 2011)

Además desarrollan conceptos de las leyes de la cinemática que estudia el movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas, por otra parte se abarca en el documento las leyes de la dinámica que describe la evolución en el tiempo de un sistema físico en relación a las causas que provocan los cambios de estado y leyes de conservación que estudia las propiedades de los cuerpos en instantes previos y posteriores a un evento. Como complemento a los métodos físicos se emplea una tabla de coeficientes de fricción para explicar algunas variables.

2.3 Marco legal aplicado al proyecto investigativo

Tabla 1.

Normatividad en Colombia en relación con el proyecto educativo

DE LA NORMATIVA EN COLOMBIA	
Norma	Descripción
<i>Decreto 2277 del 14 de septiembre de 1979.</i>	Artículo 2. Profesión docente.
<i>Decreto 1002 del 24 de abril de 1984.</i>	Artículo 10. La orientación escolar
<i>Ley 115 de 1994.</i>	Artículo 92. Los establecimientos educativos
<i>Decreto Nacional 1860 de 1994.</i>	Artículo 40. Define el servicio de Orientación Estudiantil
<i>Ley 1098 del 2006 código de infancia y adolescencia.</i>	Artículo 42 en los numerales: 3. Respetar en toda circunstancia la dignidad de los miembros de la comunidad educativa. 6. Establecer programas de orientación psicopedagógica y psicológica. 12. Evitar cualquier conducta discriminatoria por razones de sexo, etnia, credo, condición socioeconómica o cualquier otra que afecte el ejercicio de sus derechos.
<i>Ley 1098 del 2006 código de infancia y adolescencia.</i>	Artículo 431. Formar a los niños, niñas y adolescentes en el respeto por los valores fundamentales de la dignidad humana,
<i>Resolución 13342 del 23 de julio de 1982.</i>	Artículo 9. Orientador escolar y consejero.

Nota. Principales reglamentaciones colombianas, en relación con la orientación escolar.

Tabla 2.

Normatividad en Colombia en relación a los hechos de tránsito

DE LA NORMATIVA EN COLOMBIA	
Norma	Descripción
<i>Constitución política de Colombia de 1991.</i>	Artículo 29. El debido proceso
<i>Ley 769 de 2002.</i>	Artículo 23. Culpa.
<i>Ley 906 de 2004.</i>	Art.204. Órgano técnico-científico.
	Art.209. Informe de investigador de campo.
	Art.213. Inspección del lugar del hecho.
	Art.275. Elementos materiales probatorios y evidencia física.
	Art.267. Facultades de quien no es imputado.
	Art.268. Facultades del imputado.
	Art.405. Procedencia.
	Art.406. Prestación del servicio de peritos.
	Art.408. Quiénes pueden ser peritos.
	Art.415. Base de la opinión pericial.

Nota. Principales reglamentaciones colombianas, en relación con los eventos viales.

Capítulo II

3. Diseño Metodológico.

Enfoque de investigación

Tradicionalmente, existen dos enfoques para la investigación: cualitativa y cuantitativa. Cada uno se basa en su propio modelo con respecto a la realidad y el conocimiento. La modelación cualitativa se utiliza para analizar datos experimentales u observacionales, con un enfoque multimetódico que incluye un enfoque científico e interpretativo del objeto de estudio; tratando de comprender y explicar las anomalías a partir de las reflexiones realizadas.

La investigación cuantitativa sostiene que el conocimiento debe ser objetivo y que se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través del análisis numérico y el análisis estadístico deductivo, se prueban hipótesis previamente formuladas. En las últimas décadas, muchos investigadores han señalado un enfoque "mixto", que combina ambos enfoques, argumentando que al probar una teoría a través de dos métodos, es posible obtener resultados más confiables. (Hernández, Méndez y Mendoza, 2014).

Este proyecto de aplicación de la conservación de energía en los procesos viales, parte de la *investigación mixta*, según Ortega, A. O. (2021, junio 13): recientemente ha surgido una propuesta de autores como Johnson y Onwuegbuzie (2004), Hernández Sampieri y Mendoza (2008) y Tashakkori y Teddlie (2003), que incorporan varios elementos para la validez y la

calidad de los diseños mixtos, de los cuales destacan: (i) rigor interpretativo, (ii) calidad en el diseño y (iii) legitimidad, puesto que aplica de forma directa el enfoque cualitativo y cuantitativo en el presente proyecto investigativo; esto dado por una amplia sensibilidad interpretativa, por una concepción y análisis de la experiencia humana frente a la aplicación de la ley de la termodinámica en los siniestros de tránsito.

De igual forma se propone el enfoque mixto en la investigación como: *“Los estudios cualitativos a pequeña escala y los estudios cuantitativos a gran escala son esenciales para construir conocimiento base teóricamente fundamentado y útil para la práctica de la enseñanza. Ninguno [de estos tipos de estudios] es suficiente; ambos son necesarios”* (Hiebert y Grouws, 2007, p. 398). Otros autores como Babbie (1979), Selltiz et al (1965) identifican tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa. Así como Dankhe (1986) propone cuatro tipos de estudios: exploratorios, descriptivos, correlacionales y experimentales. Hay quienes prefieren denominar estos últimos, estudios explicativos en lugar de experimentales pues consideran que existen investigaciones no experimentales que pueden aportar evidencias para explicar las causas de un fenómeno.

El uso cotidiano de modelos de metodológicos **mixtos** constituyen una excelente alternativa para dar respuesta a problemas de investigación en el campo de la educación y experimentación; este trabajo investigativo ofrece una investigación experimental específica realizada por el propio autor, en el que se aplicó un diseño de método mixto a un tema determinado en el campo de la educación, formación y experimentación de la ley de conservación de energía de la termodinámica.

Esquema general de diseño metodológico

Tabla 3.

Esquema general de cronograma metodología aplicada a la investigación

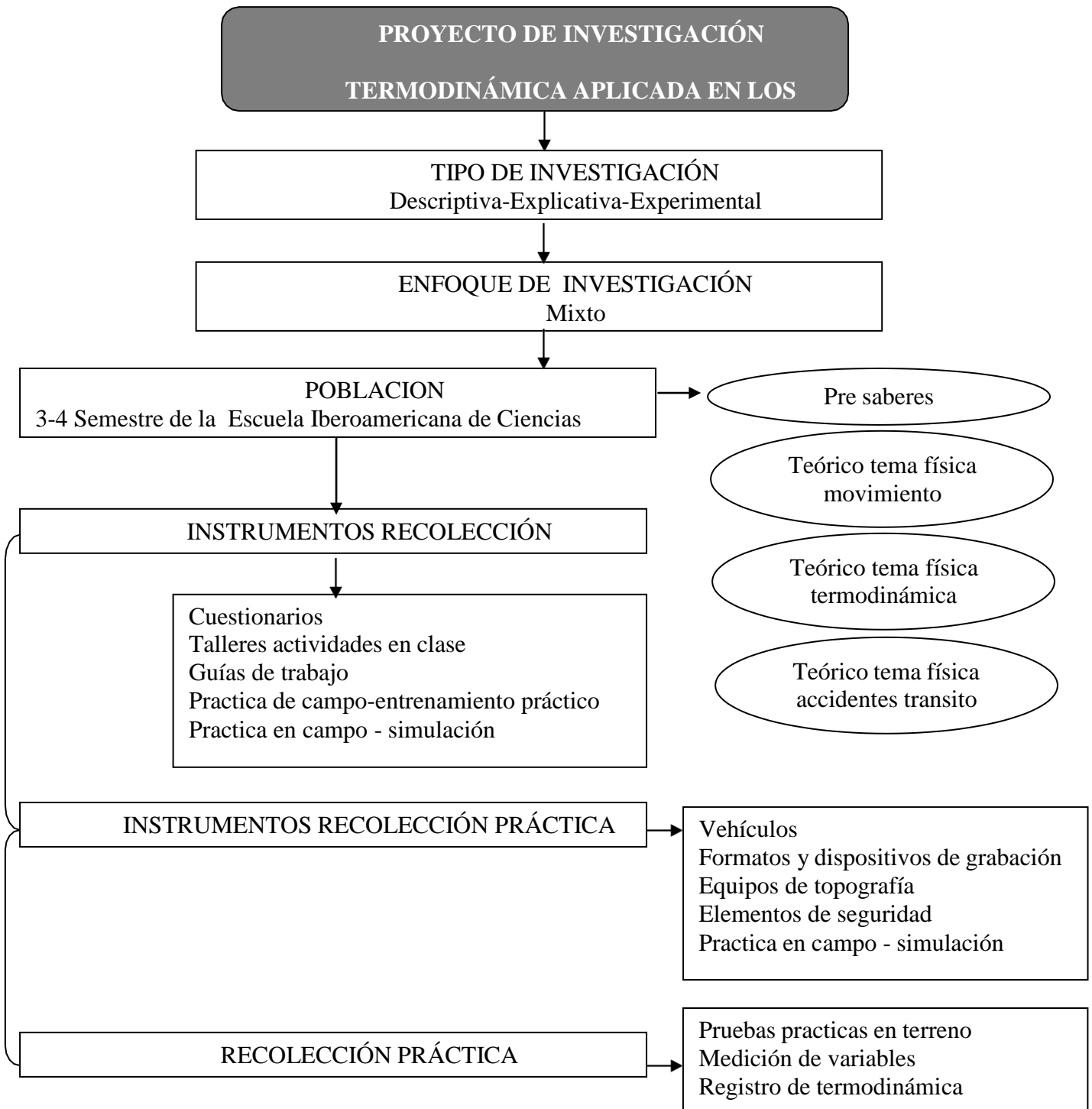
		MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTI	OCTUB	NOVIE
PRIMERA ETAPA INVESTIGACION	Título							
	escenario							
	Pregunta de investigación							
	Objetivos: General y específicos							
	Justificación							
CORRECCIONES								
SEGUNDA ETAPA INVESTIGACION	Correcciones de la primera etapa							
	Antecedentes							
	Categorías del marco teórico							
CORRECCIONES								
TERCERA ETAPA INVESTIGACION	Correcciones							
	Desarrollo marco teórico							
	Posible diseño metodológico							
CUARTA ETAPA INVESTIGACION								
QUINTA ETAPA INVESTIGACION								
SEXTA ETAPA INVESTIGACION								
PLANEACION PRACTICA								
	Lugar de práctica							
	Personal requerido, permisos							
	Señalización del lugar							
ALISTAMIENTO MATERIALES	Equipo de medición (estacion total, GPS, camara fotografica)							
	Elementos de seguridad (extintores, botiquin, otros)							
	Elementos señalizacion (cintas, banderines, otros)							
	Otros							
ALISTAMIENTO VEHICULOS	Vehiculo automovil mazda							
	Vehiculo automovil Renault							
PRACTICA CAMPO	Práctica de medición de distancias en frenadas							
	Evaluación de velocidad de vehiculos controlado con topografía							
ANALISIS DE DATOS	Descarga de información o datos colectados en practica de campo							
	Análisis de datos, organización y cálculo de velocidad							
	Presentación de datos							
SIMULACION 3D	Modelamiento 3D en software EdgeFX de velocidad							
CORRECCIONES								
SUSTENTACION	Exposicion de la investigación							

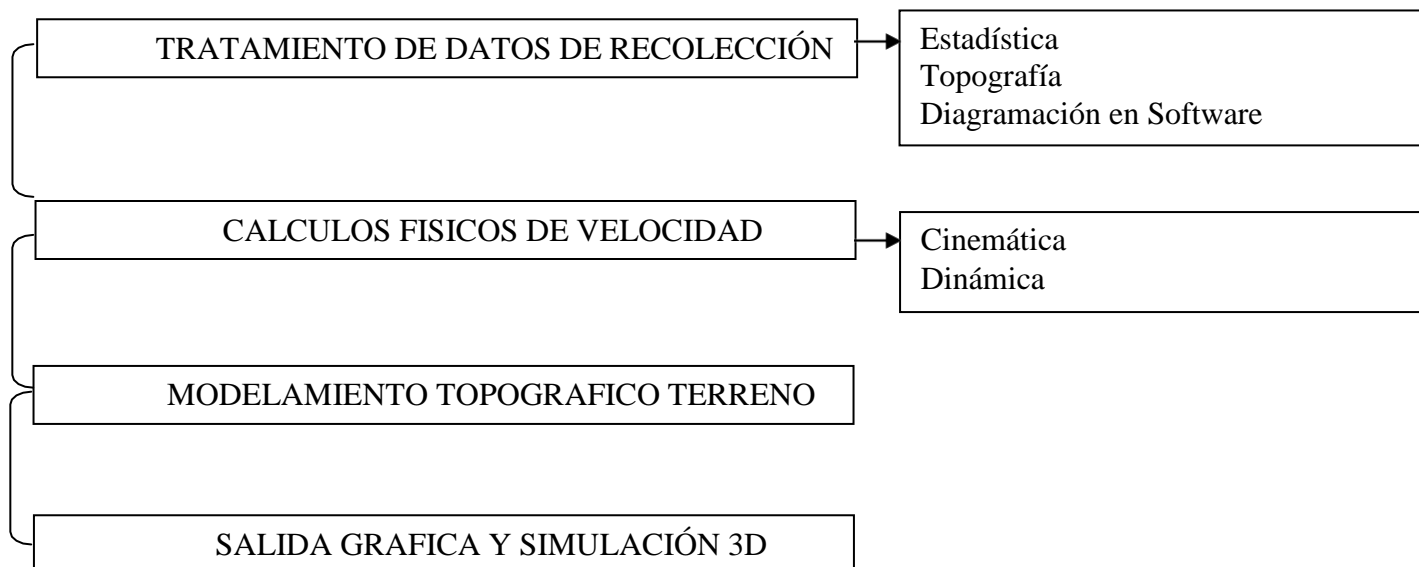
NOTA: La tabla representa el cronograma propuesto para desarrollo de la temática investigativa, práctica y evaluativa.

Propuesta de diseño metodológico

Figura 2.

Esquema general de diseño metodológico aplicado a la investigación





NOTA: La gráfica representa el esquema de trabajo en el proyecto investigativo.

Tabla 4.

Esquema general del presupuesto aplicado a la investigación

ACTIVIDAD	MATERIAL	FECHA	DIRECTO	INDIRECTO	CANTIDAD	VALOR UNIT	TOTAL
TALLER EN CLASE	COPIAS	18/02/2022	X		48	\$ 200	\$ 9.600
TALLER EN CLASE	COPIAS	23/02/2022	X		48	\$ 150	\$ 7.200
GUIA EN CLASE	COPIAS	7/03/2022	X		15	\$ 1.250	\$ 18.750
GUIA EN CLASE	COPIAS	14/03/2022	X		15	\$ 1.500	\$ 22.500
TALLER EN CLASE	COPIAS	4/04/2022	X		24	\$ 200	\$ 4.800
PRACTICA CAMPO 1	EQ. SEGURIDAD	11/04/2022	X		1	\$ 30.000	\$ 30.000
	TOPOGRAFIA				3	\$ 70.000	\$ 210.000
	AISLAMIENTO				2	\$ 12.500	\$ 25.000
	REFRIGERIOS				50	\$ 3.250	\$ 162.500
	CINTAS-TIZAS				5	\$ 500	\$ 2.500
	IMPRESIONES				10	\$ 150	\$ 1.500
	TRANSPORTES				2	\$ 7.500	\$ 15.000
ACCESO SOFTWARE		25/04/2022	X	X	1	\$ 700.000	\$ 700.000
TALLER EN CLASE	MATERIALES	19/05/2022	X		20	\$ 200	\$ 4.000
PRACTICA CAMPO 2	EQ. SEGURIDAD	20/08/2022	X		1	\$ 10.000	\$ 10.000
	TOPOGRAFIA				2	\$ 185.000	\$ 370.000
	AISLAMIENTO				1	\$ 12.500	\$ 12.500
	REFRIGERIOS				37	\$ 4.000	\$ 148.000
	CINTAS-TIZAS				2	\$ 500	\$ 1.000
	IMPRESIONES				5	\$ 200	\$ 1.000
	TRANSPORTES				1	\$ 15.000	\$ 15.000
	CONOS				5	\$ 2.500	\$ 12.500
	PAPEL PERIDICO				10	\$ 400	\$ 4.000
	BANDERINES				10	\$ 250	\$ 2.500
	MEMORIAS CAM				2	\$ 10.000	\$ 20.000
	PAGO ENFERME				1	\$ 150.000	\$ 150.000
	OTROS			X	1	\$ 50.000	\$ 50.000
							\$ 2.009.850

NOTA: La tabla representa el esquema de gastos generales del proyecto investigativo

Tipo de investigación

El trabajo está enfocado y constituido con una metodología de investigación acción educativa con enfoque mixto, la metodología es aplicada para ilustrar y detallar desde actividades a implementar por los docentes en el aula de clases, enfocada en la aplicación de la ley de la conservación de energía en los siniestros de tránsito; por lo que se tiene como panorama el mejorar los ambientes escolares y la afinidad con la física, contribuir con el mejoramiento de programas educativos, desarrollo didáctico curricular y progreso interdisciplinario profesional. Cada una de las actividades propuestas para el desarrollo de los temas en el aula de clases identifican estrategias de acción y mejora; cada ejercicio tiene un proceso de observación, análisis y evaluación en aras de lograr reflexionar sobre los avances o dificultades presentadas por los estudiantes, con ello se busca el mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en los ambientes educativos de tránsito, transporte y criminalista de los estudiantes de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá.

De lo anterior se colige, que la investigación bajo el enfoque mixto que se sustenta en evidencias que se orientan más hacia la descripción profunda del fenómeno con la finalidad de comprenderlo y explicarlo a través de la aplicación de métodos y técnicas derivadas de sus concepciones y fundamentos epistémicos, como la hermenéutica, la fenomenología y el método inductivo.

Descripción del estudio

Tabla 5.

Fases de la investigación

Fases	Acciones	Objetivo específico de la investigación
Fase 1: Deliberación	<ol style="list-style-type: none"> Definición del problema. Construcción del marco de antecedentes. Diseño del pretest para la realización del diagnóstico Construcción de los objetivos de investigación e hipótesis. Construcción de la justificación 	Diagnosticar los niveles iniciales que tienen los estudiantes acerca de la competencia de la indagación y la capacidad de comprensión de la primera ley de la termodinámica.
Fase 2: Plan de acción	<ol style="list-style-type: none"> Construcción del marco referencial Diseño de la secuencia didáctica Selección de la muestra. Aplicación de la prueba de Entrada (pretest) 	Diseñar guía didáctica y alistamiento de material didáctico, aplicados a la ley de la termodinámica y los siniestros viales.
Fase 3: Observación de la acción y análisis	<ol style="list-style-type: none"> Sistematización de los resultados Informe final 	Evaluar la incidencia del uso del instrumento didáctico, el nivel de motivacional frente al trabajo de indagación

Fuente: Autoría propia.

Instrumentos de investigación

Categorías

Demostrar la importancia y relevancia de la termodinámica con relación a la ley de conservación de energía en la vida cotidiana, propiamente en el estudio de los eventos viales con los estudiantes de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá.

Operacionalización de las categorías

Tabla 6

Matriz operacionalización de las Variables – Categorías

Escala de desempeño		Rúbrica		
CATEGORÍAS	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	SUBCATEGORÍAS	ITEM
Conservación de energía	<p>La termodinámica se puede definir como la ciencia de la energía. Aunque todo el mundo tiene idea de lo que es la energía, es difícil definirla de forma precisa. La energía se puede considerar como la capacidad para causar cambios.</p> <p>El término termodinámica proviene de las palabras griegas therme (calor) y dynamis (fuerza), lo cual corresponde a lo más descriptivo de los primeros esfuerzos por convertir el calor en energía. En la</p>	<p>Que el estudiante se acerque a la noción de termodinámica y seguido, sepa las diferencias y relaciones que existen entre temperatura y calor; entendiendo la temperatura como una medida de que tan “caliente” o “frío” se encuentra un cuerpo y que tiene que ver con la energía cinética de las partículas (movimiento de las partículas) y el calor como la transferencia</p>	Temperatura	2, 8, 10, 13, 17, 20
			Calor	7, 12, 14, 17, 20
			Ley de la termodinámica	1, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 15, 16, 18, 19, 20

	actualidad, el concepto se interpreta de manera amplia para incluir los aspectos de energía y sus transformaciones, incluida la generación de potencia, la refrigeración y las relaciones entre las propiedades de la materia. (Cengel 2019)	de energía.		
--	--	-------------	--	--

NOTA: La tabla representa la categorización y aspectos generales de la rúbrica

Población

Este proyecto se desarrolló con estudiantes de jornada única, modalidad presencial, de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá, de los programas técnicos de criminalística con 23 estudiantes y tránsito y transporte con 21 estudiantes entre los 18 años a los 27 años, estos representan la población que contribuyo en el recaudo de información técnica desde el aula de clases, hasta la ejecución del proyecto en terreno en el proceso de análisis de la ley de la conservación de energía en los procesos de huella de frenado de vehículos.

Figura 3.

De la práctica y pruebas de frenado



Nota. En la figura se observa el acondicionamiento de espacio para prácticas de frenado y mediciones de huellas generadas por transferencia calórica.

Como elemento vital en el proyecto se realizó con los estudiantes de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá, una práctica integrada de observación, análisis y medición de huellas de frenada, identificando de forma directa el principio de conservación de energía, es decir la ley de la termodinámica. Se recolecta y toman mediciones de velocidad y distancia en pro de modelarlas en software especializado EgdeFX; para ello se contó con 9 vehículos y 9 motocicletas.

Tabla 7.

Listado de vehículos utilizados en práctica de campo

Vehículo	Marca	Modelo	Año	Frenos	
Camioneta	Zotye	Nómada	2013	Disco	Campana
Moto	AKT	CR4 125	2019	Disco	Tambor
Moto	AKT	NKD 125	2020	Disco	Tambor
Moto	Hero	Thriller Pro	2020	Disco	Disco
Moto	Yamaha	Fz 250	2022	ABS	Doble Canal
Automóvil	Renault	Sandero	2016	Disco	Tambor
Moto	Suzuki	GSX R150	2021	Disco	Disco
Moto	Apache	RTR 160 4V	2022	Disco	Disco
Camioneta	SsangYong	Rexton Sport	2022	Disco	Disco
Moto	Pulsar	NS 125	2020	Disco	Tambor
Camioneta	Chevrolet	Grand Vitara XL7	2006	Disco + ABS	Campana + ABS
Moto	Hero	Xpulse 200 Fi	2022	ABS	Disco
Moto	Yamaha	CTZ 150 Fi	2023	Disco	Tambor
Automóvil	Renault	Sandero expression	2012	Disco	Campana
Automóvil	Renault	Clio	2002	Disco	Tambor
Automóvil	Hyundai	HB20S	2023	Disco	Tambor
Automóvil	BMW	Serie 1	2021	ABS	Tambor
Automóvil	Renault	Logan	2012	Disco	Tambor

Nota: La tabla representa los vehículos que se utilizaron para dar inicio con las pruebas de la tesis

Instrumentos recolección

Tabla 8.

Guía de observación

Parámetros		Calificación			
PARAMETROS		No Nada 1	Poco 2	Mucho 3	Si Todo 4
1	Reconoce las aplicaciones de la termodinámica en el mundo real				
2	Realiza una lectura previa de la situación o problema antes de abordarlo.				
3	Trabaja de manera colaborativa buscando soluciones con sus compañeros.				
4	Realiza análisis y diagramas para entender la situación planteada				
5	Pregunta al profesor sobre aspectos que no entiende del problema				

Fuente: Elaboración propia

Instrumento. Cuestionario Pretest – Postest.

El presente instrumento de recolección de datos consiste en un cuestionario de preguntas cerradas tipo dicotómica, el cual tiene como finalidad recabar información necesaria y suficiente para evaluar a los estudiantes de grado undécimo. Los datos obtenidos serán tratados con absoluta confidencialidad, pues solo servirán para fines de investigación; en consecuencia, a los mismos solo tendrá acceso los investigadores.

De la veracidad y objetividad con la cual sea respondido este instrumento, dependerá la validez y confiabilidad de los resultados. Por lo tanto, se sugiere a los sujetos encuestados ajustarse a la realidad en cuanto les sea posible. Los resultados que se desprendan de esta investigación se pondrán al servicio de las instituciones educativas, universidades e investigadores libres, para que sirvan de base a futuras investigaciones y a la toma de decisiones en función del mejoramiento de los procesos didácticos y de formación.

La guía diagnóstico se presenta en un grupo de 19 cuestionamientos con instrucciones sencillas de tal manera los estudiantes logren resolverla solos en un tiempo de 45 minutos, la guía diagnóstico pretende obtener información acerca de los saberes previos de la muestra de estudiantes a intervenir y es el punto de partida para la construcción de la secuencia didáctica, a medida que se avanza en el desarrollo de la guía diagnóstico va aumento el nivel de complejidad, cada cuestionamiento se construye con base al componente del concepto de la ley de la termodinámica dado por el Ministerio de Educación Nacional en los documentos de estándares de competencias para ciencias naturales y mallas curriculares correspondiente a entorno físico,

articulado con la competencia específica de indagación, los cuestionamientos se presentan formando tres grupos:

- I. Imágenes pictóricas: se presentan con el objetivo de identificar nociones básicas y epistemológicas del origen del concepto de la ley de la termodinámica
- II. Pictogramas: Se presenta con el objetivo de que el estudiante indague el pictograma y logre una hipótesis de la acción que se presenta en la óptica de la ley de la termodinámica.
- III. Texto escrito: Se presenta con el objetivo de que el estudiante lea e indague una oración, se auto proponga conjeturas y logre una hipótesis e indicar si la oración es falsa o verdadera.

Instrucciones

A continuación se presenta una serie de preguntas acerca de situaciones que ocurren a en la vida cotidiana con relación a la ley de la termodinámica - conservación de energía, por lo cual te sugerimos leer atentamente cada enunciado para responder Verdadero o Falso a cada cuestionamiento.

(Anexo 1. Cuestionario Pre test)

¡Gracias por su participación!

Rubrica del instrumento Pretest

Figura 4.

Rubrica Pretest

Conceptos básicos de termodinámica	Poor	Fair	Good	Excellent
Interpretación	<p>No reconoce concepto de termodinámica</p> <p>No reconoce un plano cartesiano, entre coordenadas en x,y, y diferencia en orientación gráfica.</p>	<p>Reconoce de forma parcial fundamentos y conceptos de termodinámica en cuanto a la primera ley y sus aplicaciones.</p> <p>Reconoce parcialmente un sistema de coordenadas cartesianas, de qué forma parcialmente se orienta en gráficas de dos dimensiones.</p>	<p>Reconoce perfectamente qué es un sistema de coordenadas en su interpretación de gráficas en dos dimensiones y conceptos de termodinámica que surgen de gráficas que exponen el proceso de conservación de energía.</p>	<p>Reconoce perfectamente qué es un sistema de coordenadas en su interpretación de gráficas en dos dimensiones y conceptos de termodinámica que surgen de gráficas que exponen el proceso de conservación de energía, así como los modelos físico matemáticos que surgen luego de dichos análisis gráficos.</p>
Sinestros vial	<p>No identifica, no reconoce qué es un siniestro vial, y como la termodinámica influye en un accidente de tránsito.</p>	<p>Reconoce de forma parcial qué es un accidente de tránsito y cómo la termodinámica permite delegar variables de velocidad en un siniestro vial, que a su vez, se traducen en consecuencias jurídicas y económicas para los involucrados de un accidente de tránsito.</p>	<p>Identifica de forma plena las características de un accidente de tránsito y la relación que existe entre la velocidad de un vehículo y las huellas de frenado del mismo, que a su vez se traduce en el nivel de seguridad partiendo un principio de conservación de energía y de los leyes de la termodinámica.</p>	<p>Identifica de forma plena las características de un accidente de tránsito y la relación que existe entre la velocidad de un vehículo y las huellas de frenado del mismo, que a su vez se traduce en el nivel de seguridad partiendo un principio de conservación de energía y de las leyes de la termodinámica. Permite además identificar los modelos físico matemáticos para esta fin.</p>
Conservación de energía	<p>No reconoce conceptos de termodinámica, conservación de energía, accidente de tránsito a la relación entre los mismos.</p>	<p>Identificar forma parcial la relación que existe entre una muestra de un vehículo y el proceso de transferencia calórica, es decir, termodinámica.</p>	<p>Reconoce e identifica que es la termodinámica, su relación con un proceso de frenado de un vehículo en un accidente de tránsito, el transformarse la velocidad del rodante en una huella de frenado, así por medio a través del principio de transferencia calórica.</p>	<p>Identifica de forma plena las características de un accidente de tránsito y la relación que existe entre la velocidad de un vehículo y las huellas de frenado del mismo, que a su vez se traduce en el nivel de seguridad partiendo un principio de conservación de energía y de las leyes de la termodinámica. Permite además identificar los modelos físico matemáticos para esta fin.</p>
Keywords:	<p>termodinámica, frenadas, accidentes, velocidad, huellas de frenado</p>			

Fuente: Construcción propia.

Tabla 9.

Niveles de desempeño o logro de cuestionario pretest

PARAMETROS		Calificación				
		Deficiente 1	Regular 2	Aceptable 3	Bueno 4	Excelente 5
1	Reconoce las indicaciones del test 1.2. sobre termodinámica.					
2	Realiza una lectura previa de la actividad en pro de abordarla.					
3	Trabaja de manera organizada y sistemática en análisis del test o actividad de sondeo.					
4	Realiza análisis y diagramas para entender la situación planteada en el test de sondeo					
5	Resuelve sus dudas con comparaciones prácticas enfocadas al mundo real desde la termodinámica.					

Fuente: Elaboración propia

Instrumento. Cuestionario Pretest Siniestros viales

El presente instrumento de recolección de datos consiste en un cuestionario de preguntas cerradas tipo dicotómica, el cual tiene como finalidad recabar información necesaria y suficiente para evaluar a los estudiantes de tercer y cuarto semestre de la institución técnica educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas, en cuanto al tema de siniestros viales y procesos de frenada. Los datos obtenidos serán tratados con absoluta confidencialidad, pues solo servirán para fines de investigación; en consecuencia, a los mismos solo tendrá acceso los investigadores.

La guía diagnóstico se presenta en un grupo de 10 cuestionamientos con instrucciones sencillas de tal manera los estudiantes logren resolverla solos en un tiempo de 15 minutos, la guía diagnóstico pretende obtener información acerca de los saberes previos de la muestra de estudiantes a intervenir y es el punto de partida para la construcción de la secuencia didáctica, a medida que se avanza en el desarrollo de la guía diagnóstico va aumento el nivel de complejidad, cada cuestionamiento se construye con base al componente de siniestros viales y la relación de la termodinámica en el proceso de frenada de un vehículo, partiendo del concepto de la ley de la conservación de energía, los cuestionamientos se presentan formando un solo grupo:

- I. Texto escrito: Se presenta con el objetivo de que el estudiante lea e indague una oración, se auto proponga conjeturas y logre una hipótesis e indicar si la oración es falsa o verdadera.

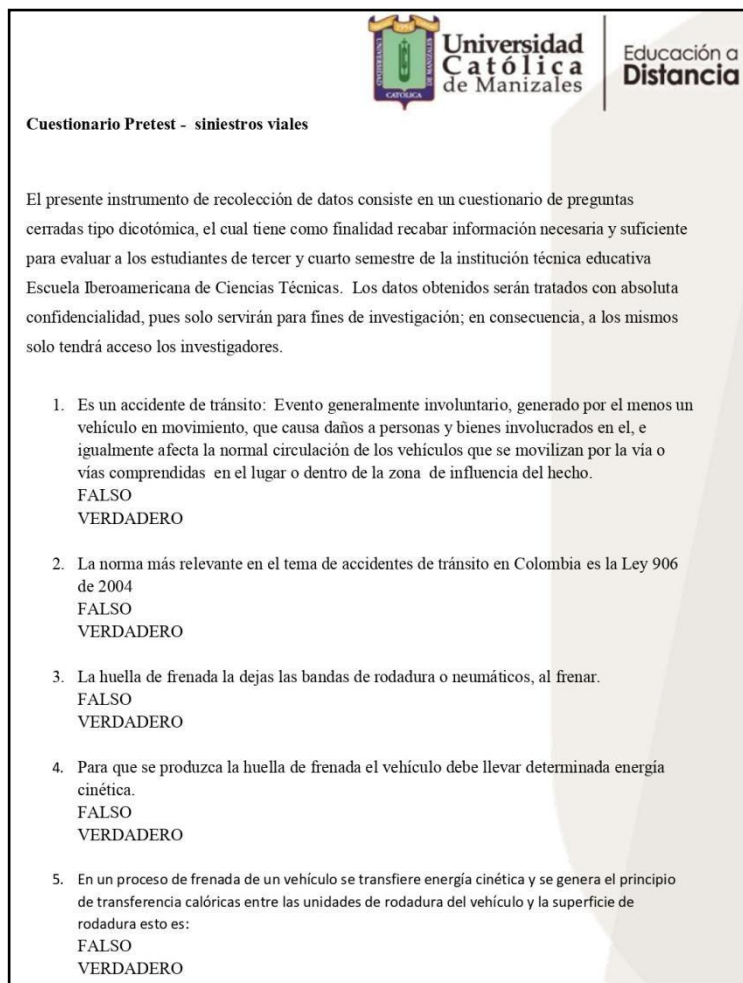
3.6.2.1. Instrucciones


A continuación se presenta una serie de preguntas acerca de situaciones que ocurren a en la vida cotidiana con relación a la ley de la conservación de energía y el proceso de frenado de un vehículo, por lo cual te sugerimos leer atentamente cada enunciado para responder Verdadero o Falso a cada cuestionamiento.

¡Gracias por su participación!

Figura 5.

Del cuestionario Pretest aplicado a siniestros viales y huellas de frenada



 **Universidad Católica de Manizales** Educación a Distancia

Cuestionario Pretest - siniestros viales

El presente instrumento de recolección de datos consiste en un cuestionario de preguntas cerradas tipo dicotómica, el cual tiene como finalidad recabar información necesaria y suficiente para evaluar a los estudiantes de tercer y cuarto semestre de la institución técnica educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas. Los datos obtenidos serán tratados con absoluta confidencialidad, pues solo servirán para fines de investigación; en consecuencia, a los mismos solo tendrá acceso los investigadores.

1. Es un accidente de tránsito: Evento generalmente involuntario, generado por el menos un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en el, e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.
FALSO
VERDADERO
2. La norma más relevante en el tema de accidentes de tránsito en Colombia es la Ley 906 de 2004
FALSO
VERDADERO
3. La huella de frenada la dejas las bandas de rodadura o neumáticos, al frenar.
FALSO
VERDADERO
4. Para que se produzca la huella de frenada el vehículo debe llevar determinada energía cinética.
FALSO
VERDADERO
5. En un proceso de frenada de un vehículo se transfiere energía cinética y se genera el principio de transferencia calóricas entre las unidades de rodadura del vehículo y la superficie de rodadura esto es:
FALSO
VERDADERO

Fuente: Elaboración propia. Anexo 2.

Instrumento. Video de apoyo de conceptos básicos de termodinámica, en función a la observación sistemática.

El presente instrumento de recolección de datos consiste en observar video de apoyo de temas específicos de la ley de la conservación de energía, en pro de resolver actividad didáctica en función al afianzamiento de conceptos básicos; el cual tiene como finalidad recabar información necesaria y suficiente para evaluar los estudiantes de grado undécimo. Los datos obtenidos serán tratados con absoluta confidencialidad, pues solo servirán para fines de investigación; en consecuencia, a los mismos solo tendrá acceso los investigadores.

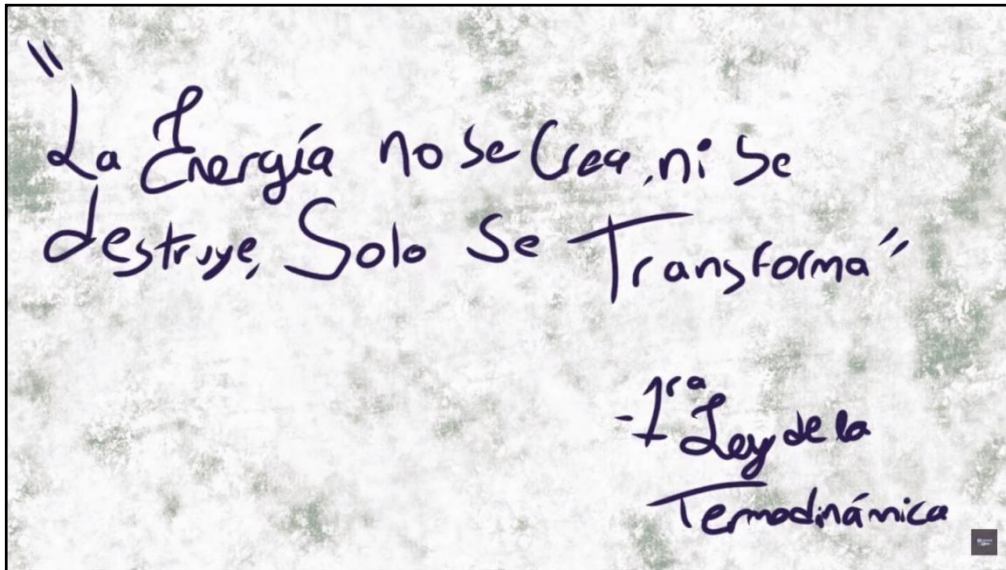
De la veracidad y objetividad con la cual sea respondido este instrumento, dependerá la validez y confiabilidad de los resultados. Por lo tanto, se sugiere a los sujetos encuestados ajustarse a la realidad en cuanto les sea posible. Los resultados que se desprendan de esta investigación se pondrán al servicio de las instituciones educativas, universidades e investigadores libres, para que sirvan de base a futuras investigaciones y a la toma de decisiones en función del mejoramiento de los procesos didácticos y de formación.

3.6.3.1. Instrucciones

A continuación usted encontrará una serie de videos relacionados con la ley de la termodinámica y el proceso de frenado de un vehículo, seguida de actividades de escalas cuantitativas del 1 al 5, y cualitativa, de acuerdo, de eficiencia, de frecuencia y altitud.

Figura 6.

Video ley de la termodinamica



Nota. En la figura de observan la portada del video de la ley de la termodinámica.

Figura 7.

Actividades refuerzo termodinámica

TERMODINAMICA

Horizontales

3. transferencia de energía entre el sistema y el entorno por métodos que no dependen de la diferencia de temperatura

5. por el hecho vibrar en el interior del sistema

6. Un sistema está formado por gran cantidad de partículas en movimiento

Verticales

1. por el hecho de encontrarse a una determinada velocidad

2. relación entre la energía interna del sistema y la energía que intercambia con el entorno en forma de calor o

4. por el hecho de encontrarse en determinadas posiciones unas respecto de otras. Alturas

TERMODINAMICA

Horizontales

3. transferencia de energía entre el sistema y el entorno por métodos que no dependen de la diferencia de temperatura

5. por el hecho vibrar en el interior del sistema

6. Un sistema está formado por gran cantidad de partículas en movimiento

Verticales

1. por el hecho de encontrarse a una determinada velocidad

2. relación entre la energía interna del sistema y la energía que intercambia con el entorno en forma de calor o

4. por el hecho de encontrarse en determinadas posiciones unas respecto de otras. Alturas

Fuente: Construcción propia. ANEXO 2.

Instrumento. Cuestionario Likert

Lea detenidamente cada una de las preguntas y seleccione una respuesta de acuerdo con su opinión, marcando con una “X” el número de la escala cuantitativa que aparece en cada pregunta.

Nombre del estudiante: _____

Cuestionario Tipo Escala de Likert

1.- ¿Identifico la relación de la termodinámica, el mundo real y de matemáticas?

- 1 _____ MUY DEFICIENTE
- 2 _____ DEFICIENTE
- 3 _____ MEDIANAMENTE EFICIENTE
- 4 _____ EFICIENTE
- 5 _____ MUY EFICIENTE

2.- ¿Reconoció la relación entre la termodinámica y la frenada de un vehículo por medio del proceso de transferencia calórica?

- 1 _____ MUY DEFICIENTE
- 2 _____ DEFICIENTE
- 3 _____ MEDIANAMENTE EFICIENTE
- 4 _____ EFICIENTE
- 5 _____ MUY EFICIENTE

3.- ¿Identifico las propiedades de la termodinámica en cuanto a la ley de la conservación de energía y la relación con la velocidad de un móvil?

- 1 _____ MUY DEFICIENTE
- 2 _____ DEFICIENTE
- 3 _____ MEDIANAMENTE EFICIENTE
- 4 _____ EFICIENTE
- 5 _____ MUY EFICIENTE

Instrumento. Propuesta indicativa para secuencia didáctica

La termodinámica se considera como una rama de la física y de la química que estudia los principios básicos que rigen el comportamiento de la materia respecto a la energía. Estudia los procesos o las transformaciones energéticas y las relaciones entre las propiedades físicas de los sistemas afectados por dichas transformaciones; igualmente, se analizan las interacciones energéticas entre varios sistemas y su evolución en el tiempo. En esta propuesta didáctica se hace un estudio teórico de la termodinámica clásica, esperando que al final del curso los estudiantes hayan potenciado y desarrollado su capacidad analítica, crítica, de trabajo en grupo y de integración, para que sean capaces de aplicar adecuadamente las nociones y los conceptos que constituyen el campo de la termodinámica al estudio de problemáticas que se plantean en su campo del saber, y así resolver problemas específicos en materia de conservación de energía aplicada a los siniestros viales.

Tabla 10.

Propuesta indicativa para secuencia didáctica

SECUENCIA DIDÁCTICA	
Ítem	Descripción
<i>Asignatura</i>	Física termodinámica
<i>Unidad temática o ubicación del programa dentro del curso general</i>	Conservación de energía
<i>Tema general</i>	Leyes de la termodinámica
<i>Contenidos</i>	Conceptos básicos termodinámica. Ley cero y primera ley; conservación de energía Accidentes de tránsito y sus clases Los neumáticos y su funciones Transferencia calórica La termodinámica en los siniestros viales Cálculo de velocidad por principio de conservación de energía
<i>Duración de la secuencia y número de sesiones previstas</i>	3 - 4 clases magistrales 2 clases de aplicación - ejercicios 1 clase en evaluación de saberes
<i>Nombre del profesor que elaboró la secuencia</i>	Nelson Rodríguez Ortega
<i>Finalidad, propósitos u objetivos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar en los estudiantes de básica secundaria grado décimo, de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá la importancia y relevancia de la termodinámica con relación a la ley de conservación de energía en la vida cotidiana, propiamente en el estudio de los eventos viales. • Relacionar de forma didáctica termodinámica en cuanto la ley de conservación de energía y sus propiedades enfocadas en los eventos viales. • Analizar las dificultades encontradas en los estudiantes de de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá en cuanto a la apatía a la física, propiamente la termodinámica, buscando cambiar este paradigma desde lo didáctico y práctico. • Promover en los jóvenes habilidades y destrezas para que tengan un desarrollo positivo hacia la física, propiamente a la termodinámica en cuanto la ley de conservación de energía y sus propiedades enfocado de forma didáctica en los eventos viales.
<i>Orientaciones generales para la evaluación.</i>	<p>El curso se desarrollará basado en las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases magistrales combinadas con talleres dirigidos basados en la formulación de la termodinámica y sus aplicaciones en el campo de la física forense.

- Ejemplos fundamentales y prácticos de aplicaciones a los temas expuestos con la asesoría del docente.
- La realización de tareas en las que se indica la metodología de resolución de ejercicios.
- Talleres dirigidos haciendo uso de la metodología de talleres, el docente con una activa participación de los estudiantes orientará y dirigirá una serie de actividades, las cuales básicamente consisten en realizar desarrollos de problemas específicos que se encuentran en los libros que conduzcan al dominio de las herramientas conceptuales, matemáticas y aplicación.
- Test, se realizaran evaluaciones de los temas tratados y se insistirá en que se corrijan las evaluaciones extra clase para modificar las posibles deficiencias presentadas.

Secuencia didáctica

Vinculación contenido-realidad

La termodinámica y sus propiedades en muchos estudiantes de básica secundaria es vista como un proceso matemático, sin una aplicación real o directa al medio o entorno del mismo; por lo cual, es tomada con complejidad y desmotivación. Además la motivación y el rendimiento se ve afectado en los estudiantes por la técnica y dinámica de la enseñanza al no relacionar en algunos escenarios la física con contextos de la vida cotidiana, para muchos la vida real; por tal motivo es importante tener una metodología motivadora y novedosa para que así pueda ser llevada al aula de clases de forma integral en el proceso de enseñanza de la termodinámica.

Vinculación contenido conocimientos y experiencias de los alumnos

En la actualidad captar el interés de los jóvenes estudiantes de secundaria es complejo y en ocasiones desmoralizante, pues muchas de las nociones académicas en diversas áreas de la ciencia son vistas como inaplicables o innecesarias para su cotidiano que hacer; por ejemplo la termodinámica que no solo estudia los fenómenos térmicos, sino que además estudia el movimiento, la fuerza y el trabajo. el ideal es demostrar a importancia de la termodinámica en situaciones de impacto social y real, como lo son los siniestros de tránsito, permitiendo a los estudiantes compartir experiencias en el desarrollo de las actividades e incluso el análisis de eventos reales expuestos en diferentes medios de comunicación.

Uso de las apps y recursos de la red; obtención de evidencias de aprendizaje

El aula de clase de secundaria es el escenario propicio para

recolectar muestras importantes por medio de los estudiantes, reflejando su progreso en la asimilación de conceptos y aplicación de los mismos al mundo real propiamente en la termodinámica, en función al análisis de siniestros viales. Para lograr este propósito, se cuenta con software especializados forenses como:

Edgefx
Aras 360
Farozone

El proceso físico matemático es de vital importancia, por lo cual se busca acompañar a los estudiantes con la herramienta física forense crashmash.

El uso de tema preparado en red en temas de siniestros viales también es un recurso propuesto para los estudiantes:

<https://prezi.com/zj8jkwtkz4-/investigacion-y-reconstruccion-de-accidentes-de-tránsito-causas-y-tipos/?present=1>

Línea de secuencias didáctica

Actividades de apertura:

Captar la atención y el interés del estudiante por medio de 3 videos cuidadosamente seleccionados donde en actividad grupal se recuperan los principios físicos inmersos en el material audio visual observado. Seguido de la introducción teórica al tema general de la termodinámica y su aplicación directa con los accidentes de tránsito.

En las actividades de apertura esta incluidas:

- Saberes previos modo test
- Link: <https://forms.gle/na17nwufdhmwypff6>
- Video explicativo de la termodinámica y la ley de la conservación de energía.
- link: https://www.youtube.com/watch?v=egie_tkbfisy

Actividades de desarrollo:

Consiste en exposición de temas puntuales como lo es el evento de tránsito, como se produce una huella de frenada y el principio de transferencia calórica, para luego observar el aspecto físico matemático y entrar a resolver ejercicios en talleres orientados y guiados por el docente.

Ejercicio aplicados a:

- ley de la conservación de la energía
- calculo de velocidad de un vehículo partiendo de las

- huellas de frenada
- calculo de velocidad y perdidas por transferencia calórica

Como segundo mecanismo de interacción con los estudiantes se proponen laboratorios virtuales con software forense en pro de diagramar y realizar animación 3d de los cálculos obtenidos.

Actividades de cierre:

Se parte de actividades compuestas que permitan medir y determinar desde la estadística el grado de comprensión de cada estudiante a lo largo del temario visto en clase, para ello la primera propuesta es un test que permita recolectar información sujeta de análisis y despeje de variables estadísticas.

Como segunda actividad es e observar los productos grafios digitales y animación 3d que logran realzar los estudiantes frente al escenario de la termodinámica aplicada a los siniestros viales.

Nota. Principales estrategias en la secuencia didáctica. *Fuente:* *Elaboración propia*

Validez y pilotaje de los instrumentos

Faculta de Educación a Distancia

Licenciatura en matemáticas y física

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

TEST DE TERMODINAMICA CONSERVACION DE ENERGIA

Un saludo muy cordial, me permito enviarle la presente comunicación con el fin de solicitarle su valiosa colaboración para la validación en calidad de experto del instrumento que fue elaborado con el fin de recolectar la información necesaria para la investigación titulada:

**Aplicación de la ley de conservación de energía para el estudio de velocidad por
huella de frenada en los eventos viales.**

Investigación que tiene como objetivo principal demostrar la importancia y relevancia de la termodinámica con relación a la ley de conservación de energía en la vida cotidiana, propiamente en el estudio de los eventos viales con los estudiantes de de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá.

Esta investigación es realizada por el estudiante Rodríguez Ortega Nelson como requisito para optar al título de Licenciado En Matemáticas y Física. Si desea obtener más información puede comunicarse al correo electrónico nelson.rodriguez@ucm.edu.co

De antemano le agradezco su muy valiosa colaboración.

Atentamente,

Rodríguez Ortega Nelson

CC. 80777869

CEL. 3115052902

Nombre del Instrumento: TEST DE TERMODINAMICA

Título de la Investigación: Aplicación de la ley de conservación de energía para el estudio de velocidad por huella de frenada en los eventos viales.

Validación del instrumento

3.6.7.1. Instrucciones: A continuación usted deberá leer el cuestionario que lo conforman 19 ítems. Posteriormente se le entregará una rúbrica compuesta por cuatro categorías fundamentales: Suficiencia, Claridad, Coherencia y relevancia. Cada Categoría tiene 4 niveles de calificación, seguidos de una serie de indicadores. Usted deberá realizar la evaluación global del instrumento de acuerdo con cada categoría, su respectiva calificación y su indicador, para ello deberá marcar el nivel de calificación y el indicador respectivo, además puede hacer las observaciones pertinentes, de antemano muchas gracias por sus aportes y el tiempo que dedica a esta valoración.

3.6.7. 2. Dimensión a evaluar: reconocimiento de la ley de la conservación de energía

El presente instrumento de recolección de datos consiste en un cuestionario de preguntas cerradas tipo dicotómica, el cual tiene como finalidad recabar información necesaria y suficiente para evaluar a los estudiantes de grado undécimo. Los datos obtenidos serán tratados con absoluta confidencialidad, pues solo servirán para fines de investigación; en consecuencia, a los mismos solo tendrá acceso los investigadores.

3.6.7. 3. Matriz de Rúbrica de Evaluación de expertos

A continuación se presenta la rúbrica. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems o tópicos (1 – 19) según corresponda de 1 a 4 de acuerdo a la tabla anexa en Excel para su valoración. (Anexo 4)

Tabla 11.

Matriz de Rúbrica de Evaluación de expertos

Evaluación de expertos		
CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son claros
	2. Bajo nivel	Los ítems requieren bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del o los ítems
	4. Alto nivel	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no tiene relación lógica con la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	Los ítems tienen una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	Los ítems se encuentran completamente relacionados con la dimensión que se está midiendo.
RELEVANCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo mismo que mide éste.
	3. Moderado nivel	Los ítems son relativamente importantes
	4. Alto nivel	Los ítems son muy relevantes y deben ser incluidos todos en el cuestionario.

Fuente: Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008)

Capítulo III

Ejecución del diseño y resultados

Procedimiento de campo-entrenamiento practico

El lugar donde se realizó la práctica de recolección de datos fue en el municipio de Soacha Cundinamarca, barrio Ciudad Verde; específicamente en la Avenida Tierra Negra, entre los conjuntos residenciales Astromelia I, Eucalipto y el centro comercial Jardín. El lugar fue seleccionado dado el poco tráfico en la zona y las aceptables condiciones de seguridad. La vía está ubicada en las coordenadas $4^{\circ}36'11.91''$ N y $74^{\circ}13'36.99''$ O con una distancia de 100 m aproximadamente.

Figura 8.

De la ubicación de la zona de práctica



Nota: la figura representa la cartografía donde se realizó la práctica de conservación de energía.

Insumos

Para la realización de la práctica se utilizaron 4 criterios primordiales de seguridad e instrumentos necesarios para el desarrollo de la actividad, los cuales imperaron en:

Tabla 12.

Instrumentos práctica

MATERIALES			
Señalización de seguridad	Seguridad de conductores	Señalización para marca de frenado	Equipos de medición
Conos	Botiquín	Palos	Estación
Cintas de seguridad	Casco	Papel craft	Distanciómetro
Letreros de señalización	Rodilleras	Bombillos portátiles	Cinta métrica
Banderines	Coderas	Cinta de enmascarar verde	Flexómetro
Chalecos	Pechera protectora	Cinta adhesiva roja y plateada	Gps

Nota: la tabla representa los instrumentos que se utilizaron para desarrollo de la actividad práctica de conservación de energía.

Señalización de seguridad vial: la mayoría de estos elementos se usaron para poder delimitar la zona donde quedaron las huellas de frenado, elementos como conos, cintas de seguridad y banderines; se empleo una señal visual “Paleta” para poder dar señal al conductor para el inicio al desplazamiento en el vehículo y por último los chalecos se utilizaron como seguridad de los estudiantes.

Aditamentos seguridad de los conductores: su función o propósito fue evitar o minimizar al máximo lesiones en caso de algún accidente en el transcurso de la práctica, elementos como rodilleras, cascos, trajes anti fricción, extintores, otros y una ambulancia con 2 paramédicos que estuvo cerca al lugar de la práctica.

Señalización para identificar y marcar las huellas de frenado: se utilizo cinta plástica de colores, marcadores permanentes y tizas para la señalización de las marcas de frenado, diferenciándolas para cada vehículo y sus diversas velocidades.

Equipos de medición topográficos y registro: su utilidad fue medir las huellas de frenado y dónde quedó la posición final de cada vehículo y motocicleta. Se usaron los siguientes instrumentos de medición y registró:

Figura 9.

Del GPS para ubicación de la zona de práctica



CARACTERÍSTICAS	
RECEPTOR GNSS	ZED-F9P
Recepción simultánea	GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou
Recibe las bandas	L1C/A y L2C
Corriente	68 mA - 130mA
Tiempo para la primera solución	25 s (frio), 2s (caliente)
Velocidad Máx de navegación	PVC - 25 HZ, RTC - 20 Hz, Crudo - 25 Hz
Precisión de posición Horizontal	2,5 m sin RTK y 0,010 m con RTK
Altitud máxima	50 km
Velocidad máxima	500 m/s

Nota la figura muestra el equipo GPS RTK kit express SparkFuen el lugar de práctica de conservación de energía.

Figura 10.

De la estación total



CARACTERÍSTICAS	
MEDICIÓN DE ÁNGULO	
Sistema de lectura	codificador absoluto
Precisión1	2"
COMPENSADOR AUTOMATICO	
Sistema	detección de líquidos compensador de doble eje
Rango de compensación/Precisión	± 3' / 1"
RANGO DE MEDIDA DE DISTANCIA	
Con lámina reflectante (60mm x 60mm)	1.0~ 800 metros
PRECISIÓN DE LA MEDICIÓN	
Con lámina reflectante (60mm x 60mm)	± (3+2x10-6D)mm
TIEMPO DE MEDICIÓN	
Tiempo de medición (seguimiento/rápido/fino)	0,5 s / 1,5 s / 2,0 s
Unidad de distancia	m/pies/pies estadounidenses
MEDICIÓN DE ÁNGULO PLOMO LÁSER	
Tipo de láser	láser semiconductor de 635nm
Precisión	1 mm a 1,5 m instrumento H
Punto láser	±1,5mm/1,5m

Nota: la ilustración y datos característicos de la Estación STONEX R 1-5 PLUS 300. Para la medición de huellas de frenado.

Figura 11.

Del nivel y trazador laser



Nota: la figura muestra el Nivel Skil laser automático 500, que traza la línea de paso de los vehículos.

Figura 12.

Camara Hero 4 Silver

CARACTERÍSTICAS	
Memoria	microSD/HC/XC hasta 64 GB
Dimensiones	41 x 59 x 21/30 mm
Batería	1160mAh
Resolución de imagen	Hasta 12MP
Resolución de video	Hasta 4k a 15fps
Pantalla	Táctil de 1,7 pulgadas



Nota: la figura muestra la cámara digital Full HD GoPro Hero Silver para registro de paso de los vehículos.

Figura 13.

Camaras empleadas

FIJACIÓN FOTOGRÁFICA DE PRACTICA DE VELOCIDAD				
MARCA	CAPTURA FOTOGRAFÍA	CAPTURA VIDEO		
Samsung	15,9 mega píxeles (4.608 x 3.456)	Panorámica		
MODELO	RAFAGA FOTOS	RESOLUCIÓN		
DV150F	3 fps	1080p/60fps/720p/120		
RESOLUCIÓN	VELOCIDAD	LENTE		
1.280 x 720	1/2000 seg Angular de 155°	25-125(formato35mm)		
SENSOR		BATERÍA		
15,9 mega píxeles (4.608 x 3.456)		LC-E17E		
MARCA	CAPTURA FOTOGRAFÍA	CAPTURA VIDEO		
Kodak	360°	Panorámica		
MODELO	RAFAGA FOTOS	RESOLUCIÓN		
PixPro SP360	12 MP/30 fps	1080p/60fps/720p/120		
RESOLUCIÓN	VELOCIDAD	LENTE		
4K 2028x2028	15 fps	Angular de 155°		
ANGULO DE VISIÓN (HORIZONTAL, VERTICAL, DIAGONAL)				
27° - 6°50', 18°11' - 4°35', 32°11' - 8°15'				
MARCA	CAPTURA FOTOGRAFÍA	CAPTURA VIDEO		
GoPro	12 / 7 / 5 Mega píxeles	Panorámica		
MODELO	RAFAGA FOTOS	RESOLUCIÓN		
Hero 4	12 MP/30 fps	1080p/60fps/720p/120		
RESOLUCIÓN	VELOCIDAD	LENTE		
4K	15 fps	Angular de 155°		
SENSOR OPT	TIPO LENTE	SENSOR		
CMOS	Wide-Angle	Sony/IMX117/12MP		
MARCA	OBJETIVO	MEMORIA		
Xiaomi Redmi	13 Mpx + 8Mpx + 5Mpx + 2Mpx	ROM:64GB/RAM/4G		
ZOOM	SISTEMA OPERATIVO	OBT. ELECTRÓNICO		
Digital	Android 10	8 - 1/8000 s		
Lente	PROCESADOR	FORMATO		
Fijo	Tek Helio G80 (12nm)	JPEG + RAW		
REGISTRO MP4 FINCA "EL PALMAR" ZONA VISADA - 2021 Vs 2022				
Nombre Video	Tipo	Tamaño	Cantidad	Observaciones
				Registro externo y interno del paramento
Temperatura de color entre 55000 a 7400 Kelvin para el momento de la inspección al lugar de hechos (Diurno). De planos generales a primeros planos en diferentes secuencias				

Nota: la figura muestra las diferentes cámaras y dispositivos para registro de la práctica de velocidad

Procedimiento en campo

Una vez se cuenta con las condiciones de seguridad para desarrollar la práctica, nos situamos en la ubicación anteriormente mencionada donde inicialmente usamos todos los instrumentos preindicados de seguridad vial. Se inició delimitando los accesos a la vía para vehículos ajenos a la práctica, para ello hicimos uso de los banderines y conos.

Figura 14.

Práctica de campo



Nota: Registro de la demarcación para práctica de conservación de energía.

Continuamos con la armada de los equipos de medición: estación total, GPS para arranque con coordenadas conocidas por el RTK. Medición de huellas de frenada a diferentes velocidades, con diferentes vehículos y motocicletas.

Figura 15.

Configuración y medición con estación total.



Nota: Del proceso de configuración de equipos topográficos para medición de huellas de frenada.

Estrategia: se dieron indicaciones a cada uno de los pilotos con el fin de enseñarles la finalidad de la práctica de manera que conocieran el proceso y metodología para llevarla a cabo, luego de la socialización se hizo un pequeño recorrido con el que se mostraron los espacios adecuados a todas las personas y de esta manera lograr una percepción correcta de la zona en el momento de pasar con el medio de transporte requerido. Se comunicó a cada uno de los conductores el mecanismo del ejercicio ordenando las velocidades que se usarían para cada uno de los carros o motos (30-50 y 70 km/h), también se enseñaron los puntos de partida junto con el punto exacto en el que se debía iniciar el proceso de frenado

Figura 16.

De la transferencia calórica, conservación de energía en la frenada



Nota. En la figura de observa el principio de transferencia calórica, que deja la huella de frenada

Figura 17.

De la medición de huellas de frenada



Nota. En la figura de observa el principio de transferencia calórica, que deja la huella de frenada

Cálculo de velocidad vehículos: Teniendo en cuenta la posición de reposo, una vez se inicia la frenada, se establece la velocidad por el trayecto recorrido y la huella de frenada dejada por cada vehículo a diferentes velocidades, partiendo de la premisa que la energía total de un sistema antes y después de una interacción (frenada) se conserva, es decir; la energía total de un sistema después de la frenada es igual o similar a la energía total antes de la frenada MENOS la energía gastada (consumida) en daños y lesiones en una siniestro vial; considerando que la cantidad de movimiento de un cuerpo es el producto de su masa por la velocidad que lleva.

Es decir, la ley de la termodinámica establece que la energía no se crea, ni se destruye, sino que se conserva. Entonces esta ley expresa que, cuando un sistema es sometido a un ciclo termodinámico, el calor cedido por el sistema será igual al trabajo recibido por el mismo, y viceversa. Al analizar la velocidad de los vehículos nos basamos en este principio de conservación de energía; en este análisis aplicamos el primer principio de la termodinámica, gracias a la cuál sabemos que la energía cinética que posee un automóvil – motocicleta mientras se mueve, debe ser igual a la energía que pierde completamente cuando se ha detenido o impacta un objeto u obstáculo y como la energía que ha hecho falta emplear para detener el vehículo la han aportado los frenos o barrera obstáculo, podemos decir que, aproximadamente, toda la energía cinética del vehículo se ha convertido en energía de rozamiento.

$$\Delta U = Q - W ; \Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

ΔU : cambio de energía interna

Q : calor añadido al sistema

W : trabajo realizado por el sistema

- ✓ dU es la expresión matemática de la variación de la energía entre dos puntos distanciados infinitesimalmente, su integración entre el punto 1 y 2 nos da la siguiente expresión:

$$\int dU = U_2 - U_1 \rightarrow \text{donde, } U_2 = U_1$$

- ✓ En el Δt de frenada - acumulación de energía, se produce un ΔQ transformado parcialmente o totalmente la misma en huella de frenado. Aclaremos que las transformaciones en el recorrido y en las marcas de frenada son funciones muy vinculadas a la velocidad del proceso.

La expresión queda en este caso: $\Delta Q = \Delta U$

Considerando lo anterior nos queda: $U_1 - U_2 = \Delta Q$

Sin entrar en el análisis detallado del valor de donde se produjo el ΔQ , podemos deducir la expresión:

$$U_1 = \Delta Q + U_2$$

- ✓ Ahora cuando se aplica este principio termodinámico a los siniestros viales, se considera la energía en la posición potencial a partir del reposo, y en la energía cinética cuando se recorre una distancia, por lo tanto recordando las expresiones de la E_p y de la E_c , podemos escribir:

La cantidad o el valor de esta energía cinética es igual a $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

Donde:

m = masa del vehículo en kg

V = velocidad del vehículo en m/s

Consideración: Para detener esta inercia, hay que aplicar un trabajo muy grande. Cuanta mayor es la masa del vehículo, más fuerza hay que hacer para frenarlo y cuanto mayor velocidad lleve, también.

$$E_r = m \cdot g \cdot d \cdot \mu$$

Donde:

m = masa del vehículo en kg

g = aceleración de la gravedad 9.81m/s²

d = distancia del frenado, parada, expulsión, pre-impacto o arrastre metálico en m.

μ = coeficiente de rozamiento

$$\sum F_x = -F_r = ma$$

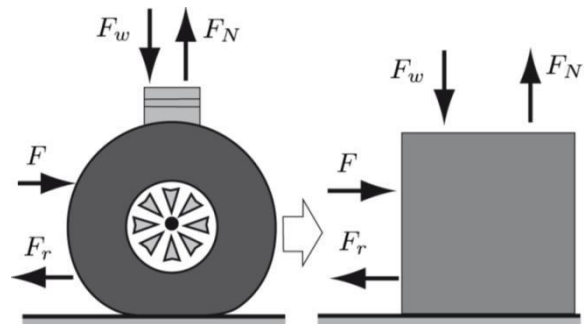
$$\sum F_y = N - F_w = 0$$

Pero $F_r = \mu N$ y $F_w = mg$,

$N = mg$, por lo que (1) queda:

$$-\mu N = -\mu mg = MG$$

$$a = -\mu g$$



Consideremos: La aceleración es independiente de la masa, puesto que la aceleración media se considera constante, en un sistema ideal, es posible utilizar la ecuación:

$$V^2 = V_0^2 + 2ad_f \rightarrow V_0^2 + 2ad_f = V_0^2 - 2\mu g d_f = 0$$

$$\mu = V_0^2 / 2gd_f$$

$$E_c = E_r$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot d \cdot \mu$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot d \cdot \mu$$

$$V = \sqrt{2gd(\mu \cos \theta \pm \text{sen} \theta)}$$

Tabla 13.

Resumen de resultados velocidades

TABLAS DE DISTANCIAS RECORRIDAS A DETERMINADAS VELOCIDADES									
TIPO	MARCA	LINEA	MODELO	VEL	DIST	VEL	DIST	VEL	DIST
Camioneta	Zotye	Nómada	2013	30KM/H	5.7	50KM/H	11.45	70KM/H	29.3
Moto	AKT	CR4 125	2019		6.7		12.23		31.05
Moto	AKT	NKD 125	2020		7.4		12.54		39.8
Moto	Hero	Thriller Pro	2020		9.1		13.45		33.11
Moto	Yamaha	Fz 250	2022		5.2		10.56		29.78
Automóvil	Renault	Sandero	2016		4.85		10.11		37.25
Moto	Suzuki	GSX R150	2021		3.99		12.57		34.43
Moto	Apache	RTR 160 4V	2022		5.26		12.33		26.12
Camioneta	SsangYong	Rexton Spor	2022		6.33		14.21		38.01
Moto	Pulsar	NS 125	2020		6.18		10.97		33.55
Camioneta	Chevrolet	nd Vitara X	2006		5.21		11.38		31.78
Moto	Hero	pulse 200 F	2022		4.78		13.64		32.15
Moto	Yamaha	CTZ 150 Fi	2023		6.01		14.97		33.44
Automóvil	Renault	dero expres	2012		4.78		16.25		36.64
Automóvil	Renault	Clio	2002		3.87		12.45		35.5
Automóvil	Hyundai	HB20S	2023		6.54		11.25		35.01
Automóvil	BMW	Serie 1	2021	5.22	13.87	36.42			
Automóvil	Renault	Logan	2012	4.77	14.75	34.38			

Nota: la tabla representa las distancias y velocidades recorridas por los vehículos mediante el proceso de frenada

Resultados

Test Termodinámica: Partimos de interpretar los resultados de los diferentes test realizados a los estudiantes de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias Técnicas de la ciudad de Bogotá, de los programas técnicos de criminalística con 23 estudiantes y tránsito y transporte con 21 estudiantes entre los 18 años a los 27 años; donde en la prueba de termodinámica con instrumento de recolección de datos consistente en un cuestionario de preguntas cerradas tipo dicotómica se obtuvo:

Tabla 14.

Resumen de resultados Pretest

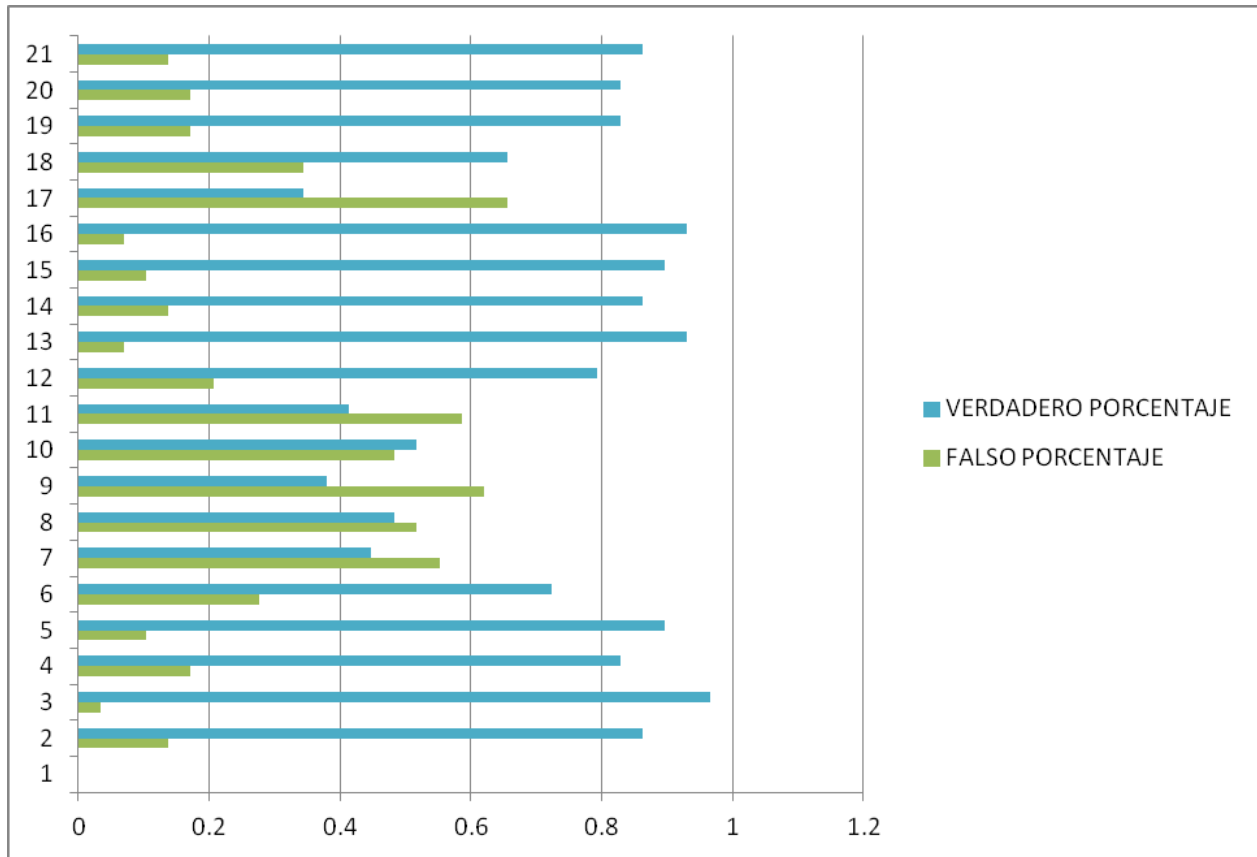
RESULTADOS TEST TERMODINAMICA				
PREGUNTAS	FALSO		VERDADERO	
	PUNTAJE	PORCENTAJE	PUNTAJE	PORCENTAJE
1	4	13.80%	25	86.20%
2	1	3.40%	28	96.60%
3	5	17.20%	24	82.80%
4	3	10.30%	26	89.70%
5	8	27.60%	21	72.40%
6	16	55.20%	13	44.80%
7	15	51.70%	14	48.30%
8	18	62.10%	11	37.90%
9	14	48.30%	15	51.70%
10	17	58.60%	12	41.40%
11	6	20.70%	23	79.30%
12	2	6.90%	27	93.10%
13	4	13.80%	25	86.20%
14	3	10.30%	26	89.70%
15	2	6.90%	27	93.10%
16	19	65.50%	10	34.50%
17	10	34.50%	19	65.50%
18	5	17.20%	24	82.80%
19	5	17.20%	24	82.80%
20	4	13.80%	25	86.20%

Nota: la tabla representa los resultados del Pretest de termodinámica. El color amarillo simboliza la respuesta correcta tras cada pregunta

La tabla número 12 figura 19 indican que de las preguntas 1 a las 5, más de 20 estudiantes de 29 respondieron de forma correcta cada una de las preguntas. Mientras que la pregunta número 6 solo 13 estudiantes de 29 contestaron de forma correcta, es decir un 44.80% de acierto en esta pregunta. Una pregunta 7, 8, 9 y 17 representan que más del 50% de los estudiantes se equivocaron en la respuesta. Por otra parte el resto del cuestionario refleja que más del 79. Por ciento de la muestra es decir más de 20 estudiantes respondieron cada pregunta de forma adecuada.

Figura 18.

Resumen de resultados Pretest termodinámica



Nota. En la figura representa los resultados del Pretest de termodinámica.

Test Siniestros viales: Esta actividad está encaminada a evaluar el nivel de conocimientos adquiridos en materia de siniestros viales previa inducción y temáticas desarrolladas en el aula de clases en esta temática. Donde la prueba de siniestros viales con instrumento de recolección de datos consistente en un cuestionario de preguntas cerradas tipo dicotómica se obtuvo:

Tabla 15.

Resumen de resultados test siniestros

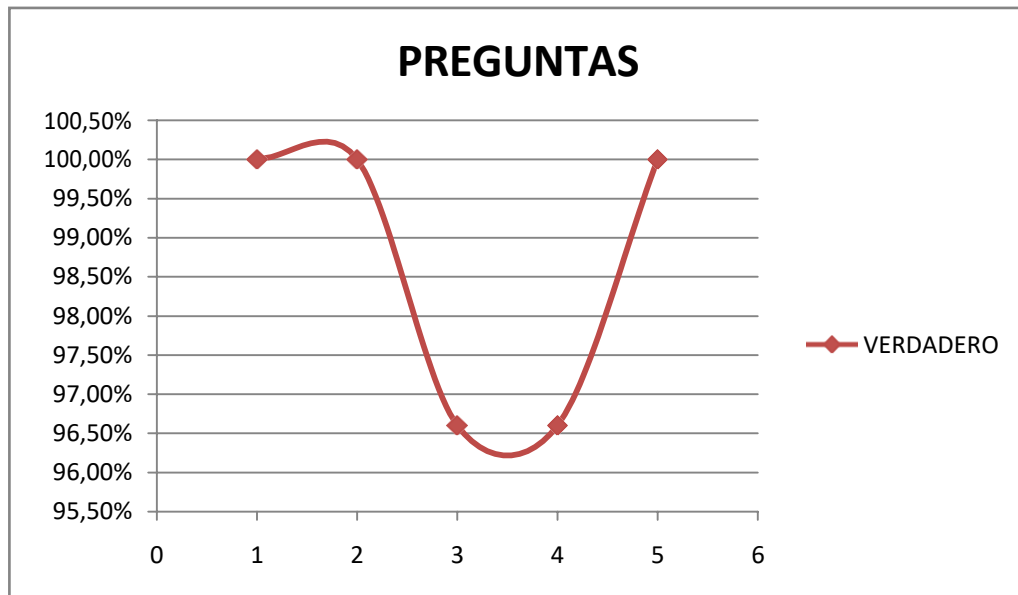
RESULTADOS TEST SINIESTROS VIALES				
PREGUNTAS	FALSO		VERDADERO	
	PUNTAJE	PORCENTAJE	PUNTAJE	PORCENTAJE
1	0	0.00%	44	100.00%
2	0	0.00%	44	100.00%
3	1	3.40%	43	96.60%
4	1	3.40%	43	96.60%
5	0	0.00%	44	100.00%

Nota: la tabla representa los resultados del test de siniestros viales. El color amarillo simboliza la respuesta correcta tras cada pregunta

La tabla número 13 y figura 20 m los resultados obtenidos superan más del 80% de asertividad en las respuestas de los estudiantes. En la pregunta 12 y 5 hubo un 100% ver respuestas correctas es decir 44 de 44 estudiantes respondieron las preguntas 1, 2 y 5 de forma apropiada. La pregunta 3 y 4 tiene 96.6% de asertividad, lo que indica que dos estudiantes de 44 se equivocaron en una respuesta por cada pregunta.

Figura 19.

Resumen de resultados test siniestros viales



Nota. En la figura representa los resultados del test siniestros viales

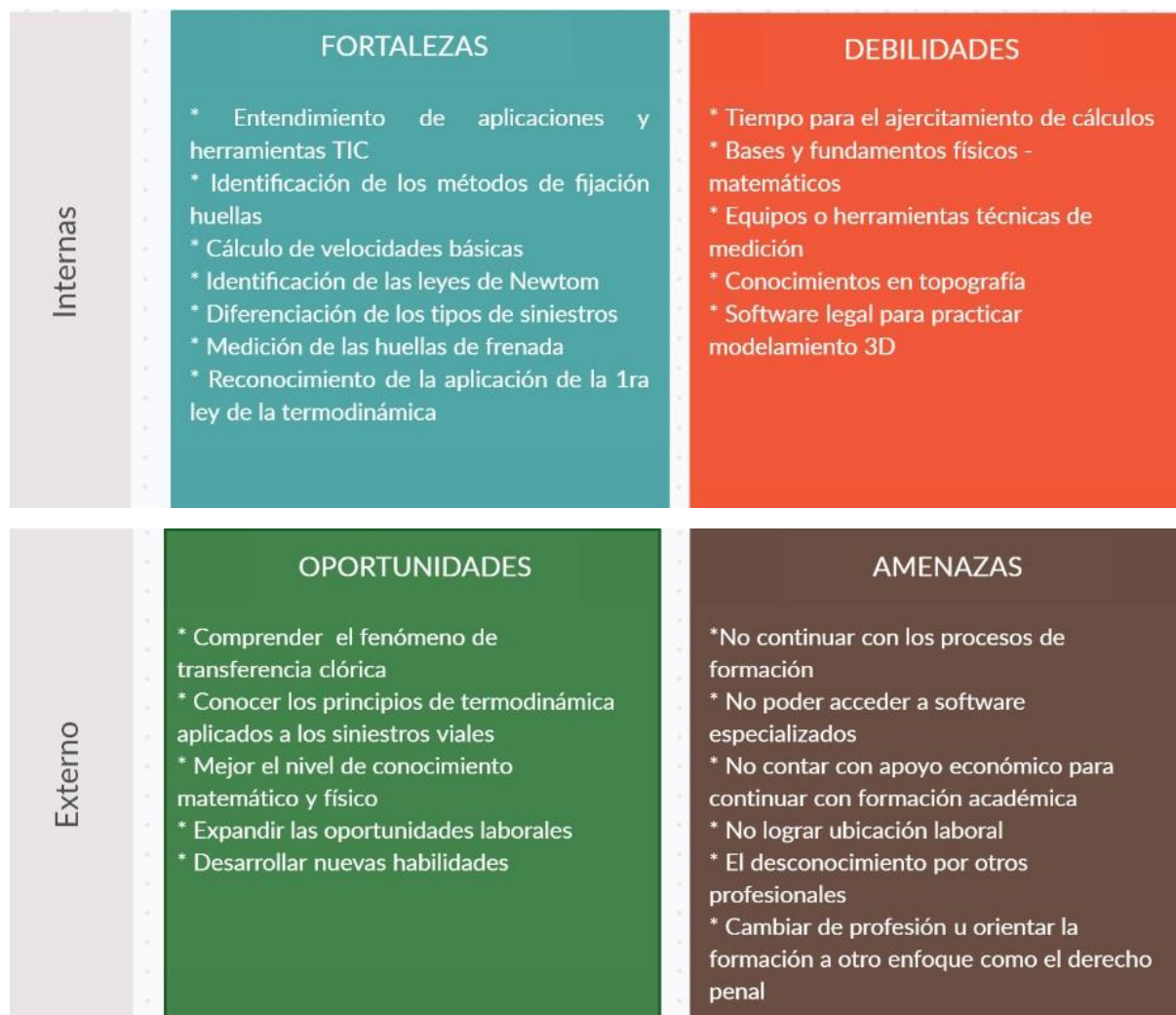
Cuestionario Likert: Al evaluar el desempeño de los estudiantes en este tipo de cuestionario que ofrece una escala cuantitativa, se pudo determinar que el índice o el porcentaje de aprendizaje es *eficiente*, puesto que está por encima del 82.80%. Evaluando en una muestra de 44 estudiantes desde diferentes actividades teóricas realizadas en clase, ejercicios de aplicación de la termodinámica en cuanto a su primera ley, siniestros viales y conceptos generales de los mismos.

DOFA: Se realiza dentro de las actividades académicas con los estudiantes de la escuela iberoamericana de ciencias técnicas, en sus diferentes semestres, en los módulos de criminalística y tránsito y transporte; la socialización de la práctica realizada en campo cuyo objetivo era identificar de forma directa el principio de transferencia calórica dada

por la ley de la termodinámica, realizar mediciones directas para posterior cálculo. Se identificaron los avances realizados con los estudiantes, para ello se planteo una mesa redonda, dónde en grupo desarrollamos una matriz dofa, buscando conocer las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades observadas en la práctica pedagógica.

Figura 20.

Dofa desarrollada en clase



Nota. En la figura representa los resultados de matriz DOFA

Práctica de velocidad:

Las pruebas realizadas en campo arrojaron resultados impredecibles, los cuales imperan en los siguientes:

1. Como un primer factor es que dependiendo el sistema de frenos del vehículo va a marcar o no huella de frenado a determinada velocidad.

Figura 21.

Registro de frenadas



Nota. En la figuras se observan las pruebas de velocidad y frenada

2. Un segundo elemento que se logró observar, es que a una velocidad de 30 km/h ninguno de los vehículos, marco huellas de frenado. Es más diversa la muestra para esta velocidad en cuanto a la distancia de parada.

3. Otro aspecto en extremo relevante, es que una vez inicia el proceso de frenado de emergencia no, y de ninguna manera es instantánea; es decir no se marca la huella de frenado de forma inmediata, pues transcurre un tiempo y una distancia mientras que se alcanza la suficiente energía calórica para fundir la banda de rodadura en la superficie hidráulica.

Figura 22.

Registro de frenadas a 30 km/h



Nota. En la figura se observa las pruebas de velocidad a 30 km/h, sin que queden huellas de frenada

4. Como factor adicional, es la composición del material de la banda de rodadura del neumático, donde no se realizaron pruebas de calidad, estado y adherencia; sin embargo se presumen como un estado bueno o cotidiano que cumple con las reglamentaciones de la Ley 769 de 2002.

5. Como última consideración a rescatar en la presente práctica es el coeficiente de rozamiento, " μ ", que es una constante que depende exclusivamente del tipo de material que roza. Si hacemos que se deslicen entre sí dos materiales muy deslizantes, el valor es muy pequeño (por ejemplo, teflón contra hielo). Y si rozamos dos materiales muy rugosos, su valor es grande (por ejemplo, caucho contra asfalto). En el caso que nos ocupa, los materiales que entran en contacto entre sí son, las bandas de rodadura de las llantas (hombro-hoyuelos-estrías-surcos-tacos) de los vehículos los cuales generan fricción, roce o rastro contra asfalto u otros "material compuesto".

Tabla 16.

Coefficientes de fricción

Superficie	Liviano	Mediano	Pesado
Asfalto	0.68-0.88	0.59-0.86	0.55-0.81
Concreto	0.52-0.66	0.62-0.75	0.56-0.70
Adoquín	0.58-0.60	0.67-0.75	0.64-0.70
Tierra	0.50-0.58	0.58-0.74	0.43-0.75
Césped	0.36-0.42	0.43-0.75	0.42-0.61

Nota: la tabla representa los resultados de coeficientes de fricción según. El manual de investigación de accidentes de tránsito – Colombia. Pág. 147.

6. Contrastando lo anterior con un escenario real en materia de siniestralidad vial, con un errado proceso de aplicación del " μ "; se expone el siguiente estudio del caso dónde el día 01 de Julio del 2016, sobre la Calle 84 Sur / AV. Villavicencio de la ciudad de Bogotá; se presentó un accidente de tránsito de clase "Atropello" entre un vehículo tipo camioneta y un peatón,

dadas las lesiones presentadas por la víctima pierde la vida en el lugar de los hechos. La multinacional que realiza este tipo de estudios viales y sus peritos regularmente indican coeficientes de fricción como se muestra en la imagen: “Figura 25, contenido original del estudio realizado por la multinacional”.

Figura 23.

Cálculo físico de velocidad con Coeficiente de fricción subjetivo

ANEXO 2: CALCULOS NUMÉRICOS

Velocidad del vehículo Camperero – Zona de impacto

$$v = 3.6\sqrt{2gl(\mu\cos\varphi + \sin\varphi)}$$

Dónde:

- v = Velocidad de la camioneta
- g = Aceleración gravitacional terrestre. Tomado como 9,8m/s²
- u = Coeficiente de fricción del Camioneta. (0.1 y 0.2).
- l= Distancia desde la posición final a la zona de contacto (1.1m)
- Φ= Ángulo en Ascenso 4°

Nota. En la figura representa la ecuación para cálculo de velocidad de un vehículo empleando coeficientes de fricción no reales. Recuperado de archivo homicidios de la Unidad de Investigación forense.

Como se puede observar en el planteamiento matemático de la multinacional que realiza reconstrucción de accidentes de tránsito en Colombia, indica un μ comúnmente visto en superficies lisas, lo anterior convenientemente en un caso donde el vehículo camioneta deja una huella de frenada de 17.2 m. Con los anteriores parámetros la velocidad de ese vehículo rodaba a **27.22 km/h**, convenientemente para una zona donde la velocidad máxima era de 30 km/h; pero si se utiliza un μ real como 0.68, la velocidad de ese vehículo era superior a **57.20 km/h**.

Lo anterior es una práctica muy común en algunas empresas y peritos que realizan reconstrucción de siniestros al bajar el μ , para favorecer las velocidades de vehículos e inducir a error a la administración de justicia.

Como se pudo observar existe una problemática y se funda en que utilizan dichos peritos el coeficiente de rozamiento entre las bandas de rodadura del vehículo y superficies rugosas como el asfalto - concreto con valores en extremo bajos (0.1-0.2), sin ningún tipo de fundamento científico, pruebas técnicas soportadas, sin ningún tipo de fundamento bibliográfico, referencias científicas u otras que acompañen o ratifiquen dichos coeficientes de rozamiento en extremo bajos. Donde lo que buscan dichos peritos es dar resultados de velocidad de los vehículos por debajo de la realidad, para favorecer los intereses de sus contratantes; lo anterior donde está en juego indemnizaciones económicas cuantiosas por perjuicios materiales y morales.

3.8.5.1. Las pruebas realizadas en campo de velocidad Vs distancia de frenada, permitió observar que en función a la distancia de total de parada, existe correspondencia con la velocidad. Realizar cálculos físicos asumiendo la huella de frenada como la totalidad de la energía consumida por transferencia calórica, induce a errores de cálculos de velocidad.

La tabla 17, representa los cálculos físico matemáticos en función al principio de conservación de energía, comparando la velocidad de circulación de los vehículos de muestra, la distancia recorrida frente al cálculo de velocidad por principios físico matemáticos son semejantes. Los cuadros color amarillo son las velocidades promedios

resultantes, siendo acordes las velocidades en terreno y las velocidades resultantes por cálculos físicos.

Tabla 17.

Coefficiente de fricción y velocidad

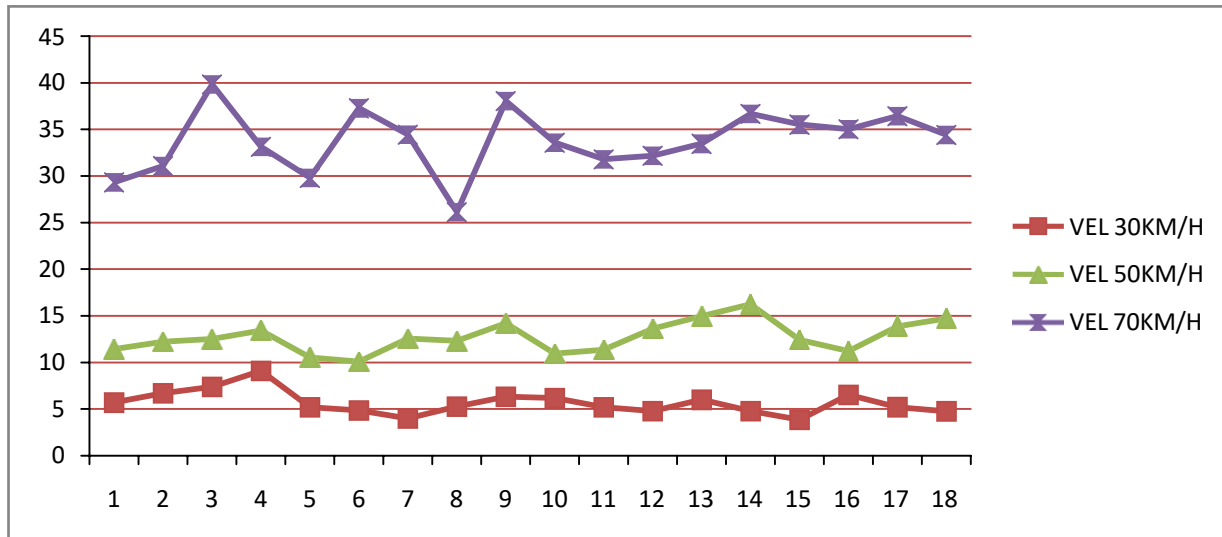
TABLA DE VALORES - VELOCIDADES EN PRUEBAS DE CAMPO Vs CALCULADAS SEGÚN COEFICIENTE DE FRICCIÓN													
Universidad® Católica de Manizales		PRUEBAS CAMPO		CALCULO GABINETE		PRUEBAS CAMPO		CALCULO GABINETE		PRUEBAS CAMPO		CALCULO GABINETE	
		COMPARACION A 30 KM/H			COMPARACION A 50 KM/H			COMPARACION A 50 KM/H					
MARCA	μ	VEL	DIST	VELOCIDAD	VEL	DIST	VELOCIDAD	VEL	DIST	VELOCIDAD			
Zotye	0.68	30KM/H	5.7	31.39	50KM/H	11.45	44.49	70KM/H	29.3	71.18			
AKT			6.7	34.04		12.23	45.99		31.05	73.27			
AKT			7.4	35.77		12.54	46.56		39.8	82.96			
Hero			9.1	39.67		13.45	48.22		33.11	75.66			
Yamaha			5.2	29.99		10.56	42.73		29.78	71.76			
Renault			4.85	28.96		10.11	41.81		37.25	80.25			
Suzuki			3.99	26.27		12.57	46.62		34.43	77.16			
Apache			5.26	30.16		12.33	46.17		26.12	67.20			
SsangYong			6.33	33.08		14.21	49.57		38.01	81.07			
Pulsar			6.18	32.69		10.97	43.55		33.55	76.16			
Chevrolet			5.21	30.01		11.38	44.36		31.78	74.13			
Hero			4.78	28.75		13.64	48.56		32.15	74.56			
Yamaha			6.01	32.24		14.97	50.88		33.44	76.04			
Renault			4.78	28.75		16.25	53.01		36.64	79.59			
Renault			3.87	25.87		12.45	46.40		35.5	78.35			
Hyundai			6.54	33.63		11.25	44.10		35.01	77.80			
BMW			5.22	30.04		13.87	48.97		36.42	79.36			
Renault			4.77	28.72		14.75	50.50		34.38	77.10			
				31.11 KM/H					46.81 KM/H			76.31 KM/H	

Nota: la tabla representa los resultados de velocidades en función a distancia de parada y cálculos de gabinete.

Un vehículo a 30 km/h difícilmente marca las huellas de frenada, por cuánto se puede estimar en este análisis, que si existen huella de frenada por simple inercia el vehículo debió circular a más de 30 km/h. Ninguno de los vehículos en la prueba realizada de campo marco huella de frenada circulando a 30 km/h.

Figura 24.

Resumen de resultados velocidades



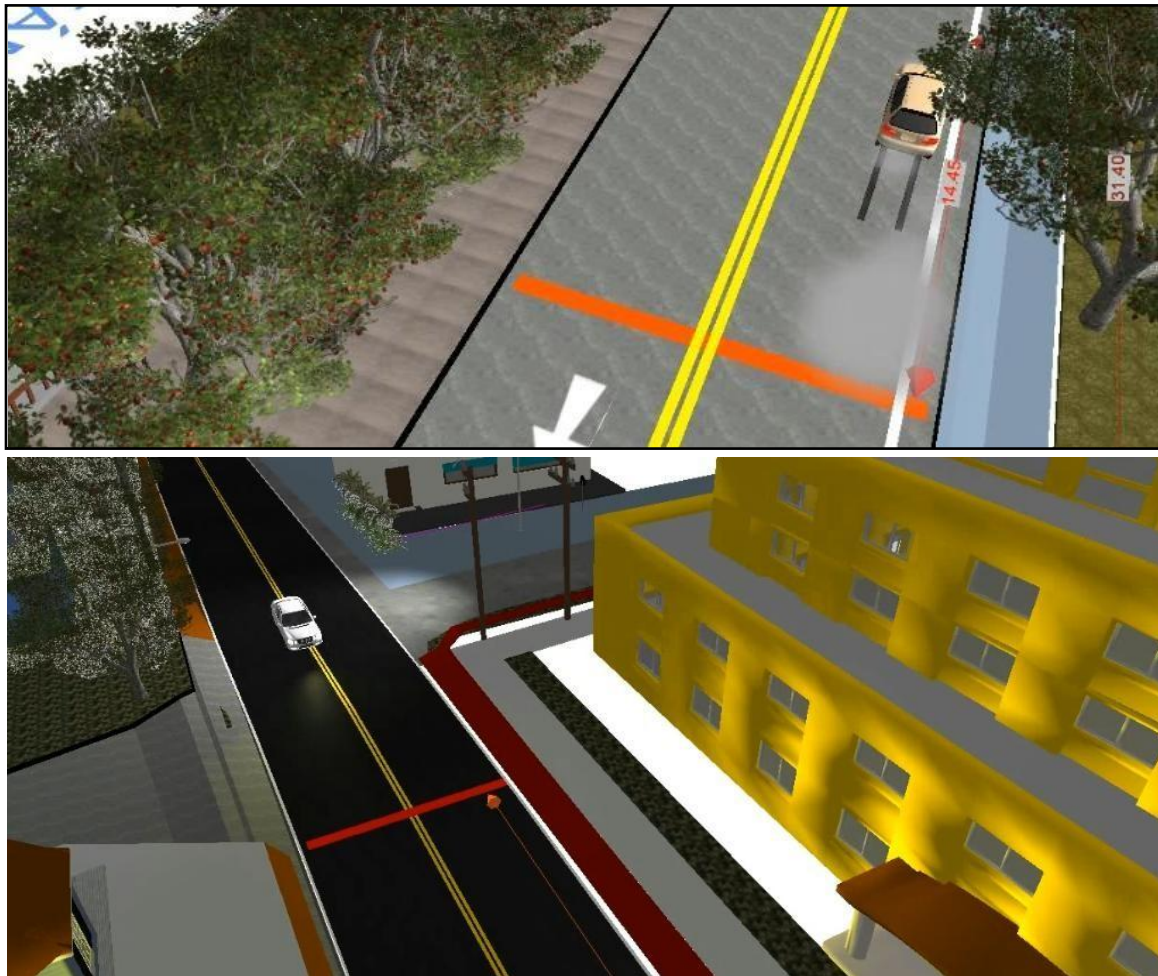
Nota. En la figura representa los resultados de pruebas de velocidad

Simulación 3D:

Culminado las actividades propuestas para la presente investigación, se realizaron las simulaciones de frenadas partiendo de los datos colectados en campo. Cómo son la distancia recorrida por determinados vehículos a velocidades controladas. Para cumplir este propósito se contó con el software EDGEFX, del cual se adquirió licencia para cumplir con tal objetivo; dónde los estudiantes de los programas técnicos en ciencias forenses y tránsito y transporte de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias técnicas de la ciudad de Bogotá, realizaron las animaciones correspondientes, encontrando una mayor receptividad y dinamismo en el entendimiento del proceso de transferencia calórica el cual fue objeto de estudio.

Figura 25.

Recreación 3D



Nota. En la figura representa la recreación 3D del principio de transferencia calórica – huella de frenada km/h

Encuesta a estudiantes:

Concluyendo las actividades se realizó encuesta general sobre las actividades realizadas con el grupo de los programas técnicos en ciencias forenses y tránsito y transporte de la institución educativa Escuela Iberoamericana de Ciencias técnicas de la ciudad de Bogotá; en la precitada encuesta con preguntas de selección múltiple y abiertas se obtuvo que:

3.8.7.1. El grupo de estudiantes logro mejorar sus conocimientos frente a la ley de la conservación de energía con un 100% de afirmación frente a la encuesta, logrando vencer diferentes barreras en el tiempo que duro el desarrollo de la temática de física y matemáticas, mejorando sus conocimientos frente a la aplicación de la ley de la termodinámica, así como la importancia del coeficiente de fricción en los siniestros viales con 100% de afirmación frente a la encuesta. Se identifico que los estudiantes encuestados presentan dificultades en común, como lo es el conocimiento previo o bases en física y matemáticas, tiempo para el ejercitarse en ejercicios prácticos y motivación frente a la temática.

Tabla 18.

Resultados de encuesta

No.	PREGUNTA E N LA ENCUESTA GENERAL DE LA PRACTICA PEDAGOGICA	RESPUESTAS						
		SI	NO	OPCIONES				
				TIEMPO DEFICIE	CONOCI MEDIO	GRUPO SATISFA	COMPLEJI MUJ BUEN	TODAS AN EXCELENT
				MUY DE	DESACU	NEUTRA	DE ACUER	TOTALME
				IMPORT	IMPORT	IMPORT	IMPORT	IMPORT
		SI	NO					
1	Logro mejorar sus conocimientos frente a la primera ley de la termodinámica	100						
2	Que barreras encontró en el tiempo que duro el desarrollo de la temática de física y matemáticas.							100
3	Logro mejorar sus conocimientos frente a la aplicación de la primera ley de la termodinámica en los siniestros	100						
4	Su nivel de esfuerzo frente a las temáticas tratadas						75	25
5	Conocimientos adquiridos frente a los temas tratados				10	25	50	
6	Habilidades y dedicación del profesor							100
7	Contenido del curso de física y matemáticas							100
8	Logro conocer la aplicación de la primera ley de la termodinámica en los siniestros viales	100						
9	Logro conocer la importancia del coeficiente de fricción en relación a los siniestros viales	100						
10	¿Qué aspectos de este curso te resultaron más útiles?						25	75
11	¿Cómo mejorarías este curso?							100
12	¿Por qué te apuntaste a este curso?					100		

Nota: la tabla representa los resultados de la encuesta a los estudiantes

Conclusiones.

Se logró determinar la velocidad de los vehículos de prueba considerando la distancia total de parada, comparando dicha velocidad frente a los modelos matemáticos

planteados. Donde sí existe coincidencia real entre lo observado en la práctica de campo y los modelos físicos - matemáticos consultados.

La longitud de huella de frenada en sí, induce a error, puesto que solo es una parte de la velocidad que lleva el vehículo. La longitud de la huella de frenada no arroja o permite determinar la real velocidad de un vehículo, para el fin propuesto se debe considerar la distancia total de parada.

Se determinaron e identificarón algunas de las variables y características importantes que afectan el proceso de cálculo de velocidad de un vehículo que realiza un proceso de frenado de emergencia, siendo el coeficiente de fricción de la superficie de rodadura, el estado y calidad de los neumáticos, la distancia total de parada e incluso la masa misma del vehículo.

En el proceso de cálculo de velocidad utilizando el modelo matemático de conservación de energía en función a la energía cinética y rozamiento, se obtuvo que para una superficie recta y plana se utiliza la ecuación: $\sqrt{2 * g * d * \mu}$, mientras que para una superficie con inclinación se debe incluir el grado de inclinación de la superficie de rodadura, cómo lo indica la ecuación: $V = \sqrt{2gd(\mu \cos \theta \pm \text{sen}\theta)}$. Para la presente práctica técnica de velocidad realizada se encontró que el terreno contaba con una leve inclinación inferior a 1.5° , lo cual no afectó el proceso de cálculo matemático. Es decir; se emplearon los dos modelos matemáticos precitados sin que existieran cambios significativos en los resultados.

La presente práctica se desarrolló en función a un terreno recto, sí bien es cierto el principio de conservación de energía aplica para escenarios donde la geometría de la vía sea curva o sencillamente la huella de frenado contenga radio de curvatura, por lo que es imperativo aplicar y considerar otras variables estrictas para esta condición. Las cuales imperan en el radio de curvatura del terreno, la dirección de la curva horizontal, el peraltemáximo de la curva y sus transiciones, considerando además las fuerzas centrípeta y centrífuga, entre otras variables influyentes en este tipo de dinámica de eventos viales.

Se determino que en el proceso de cálculo de velocidad, influye de forma drástica el coeficiente de rozamiento, el cual debe ser superior a (0.5) para superficies secas en asfalto.

Se observo en el proceso investigativo, que empresas que realizan reconstrucción de siniestros viales en Colombia, emplean sin ningún fundamento o soporte científico el coeficiente de fricción por debajo de (0.2), buscando bajar las velocidades de un vehículo implicado en procesos penales y/o civiles.

Algunas empresas y peritos que realizan reconstrucción de siniestros en Colombia bajan el μ , utilizan dichos peritos el coeficiente de rozamiento con valores en extremo bajos (0.1-0.2), sin ningún tipo de fundamento científico, pruebas técnicas soportadas, sin ningún tipo de fundamento bibliográfico, referencias científicas u otras que acompañen o ratifiquen dichos coeficientes de rozamiento en extremo bajos.

Bibliografía

- Anaya-Durand, A. I. (2014). Un día sin fricción. Educación Química. *SciELO*, 60-61.
- Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación: (para los Estudios Formulativos o Exploratorios, Descriptivos, Diagnósticos, Evaluativos, Formulación de*
- Berenguer Albaladejo, C. (2016). *Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom*. Alicante, España: Instituto de ciencias de la educación, Universidad de licante.
- Becker, G. (1993). Human Capital. A theoretical and empirical analysis with special reference to education. Chicago, USA: Third.
- Bono Cabré, R. (2012). *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales*. Barcelona.
- Blasco, J. y Pérez, J. (2007). Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: ampliando horizontes. Madrid, España: Club Universitario.
- Brousseau, G. (1998/2007). *La teoría de las situaciones didácticas/Théorie des situations didactiques*. Grenoble, Francia.
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas/Introduction to study the theory of didactic situations: Didactico/Didactic to Algebra Study*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Bryman. (s/f). *El portal de la tesis*. Ucol.mx. Recuperado el 5 de mayo de 2022, de <https://recursos.ucol.mx/tesis/investigacion.php>
- Calderón, F. (2015). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la geometría descriptiva. *AUS*, 1, 18-22.
- Constitución política de Colombia*. (1991). Bogotá, Colombia: Leyer.
- de la Horra Villacé, I. (2016). Realidad aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC*.

Corbetta, P. (2003). *Social Research: Theory, Methods and Techniques*. California USA: Sage Publications.

Denzin, N. y Lincoln, Y. (2005). Introduction: The discipline and practice of qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (3rd ed., Pág. 1–32). Thousand Oaks, California, USA: Sage.

Duran, D. Y. M. (2020). *Estrategias de seguimiento y formación integral para el desarrollo de capacidades desde la propuesta de Martha Nussbaum, en grupo de jóvenes de 14 a 17 años*. Uniminuto.

Driessnack, M., Sousa, V. y Costa, I. (2007). Revisión de los diseños de investigación relevantes para la enfermería: Métodos mixtos y múltiples. *Revista Latino- Americana de Enfermagem*. Pág. 179-182. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/_v15n5a24.pdf.

Edgar, V. S. (10 de 04 de 2009). *Análisis de Huellas en Accidentes de Tránsito*. Recuperado el 3 de 10 de 2016, de <http://xn-- analisisdehuellasdefrenado-dlc.blogspot.com.co/>

Fernández, J. L. (09 de 04 de 2018). *FisicaLAB*. Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/termodinamica-concepto>

Frade Rubio, L. (2009). *Planeación por competencias*. México: Inteligencia educativa.

García, A. (2004). *La ingeniería Forense Su aplicación a la investigación de los siniestros viales*. Obtenido de <http://www.perarg.com.ar/docs/asist-Let/documentos/2-1003-Ingenieria-Forense-y-siniestros-viales.pdf>

Gómez Vargas, I., Medel Esquivel, R., & García Salcedo, R. (12 de 2018). *Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D*. 12.

Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Brujas.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). México DF: Mcgraw-hill.

Hernández Sampieri, R. y Mendoza, C. (2008). El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto. En J. L. Álvarez Gayou (Presidente), 6º Congreso de Investigación en Sexología. Congreso efectuado por el Instituto Mexicano de Sexología, A. C. y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

Hernandez, J. M. (2008). *Los accidentes de tránsito: Manual básico de investigación de hechos de tránsito terrestre*. Mexico: Flores editor y distribuidor.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGrwall Hill Education.

Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C. (2014). Capítulo 1. En *Metodología de la investigación*, página web de Online Learning Center. Consultado en la red mundial el 29 de abril de 2015

Herrera Jaramillo, J. F. (2013). Casos de estudio de Realidad Virtual y Realidad Aumentada en educación. Medellín, Colombia.

Hidalgo, L. (2005). *Confiabilidad y Validez en el Contexto de la investigación y evaluación cualitativas [Documento en línea]*. (U. C. UCV, Ed.) Obtenido de <http://www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf>

Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia* (Cuarta ed.). Caracas, Venezuela: Quirón Ediciones.

Hurtado, M. (2006). Huellas de frenado irregulares importancia en el análisis y resultados de un accidente vehicular. *Forensis*, 5.

Jick, T. (1979). *Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action.*

Administrative Science Quarterly, Vol. 24, No. 4, *Qualitative Methodology*. Pág. 602-611. Recuperado de citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.317.

Josep, C. (6 de Septiembre de 2012). *Circula Seguro*. Obtenido de

<https://www.circulaseguro.com/que-es-el-neumatico/>

Johnson, B. y Onwuegbuzie, A. (2004). *Mixed Methods Research: A Research Paradigm whose*

time has come. *Educational Researcher*. Pag.14-26. Recuperado de <http://edr.sagepub.com/cgi/content/abstract/33/4>.

J.M., S. L. (2011). *Termodinámica Fundamental*. Rioja: Universidad de la Rioja.

Leskow, E. C. (15 de Julio de 2021). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/movimiento/>

López Moreno, M. (14 de Julio de 2014). *Nubemia*. Obtenido de Nubemia: Tu academia en la

nube: <https://www.nubemia.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/>

López Pumalema, J. I. (2012). *Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje en niños*

de seis años del colegio Jr. College. Riobamba, Ecuador.

Margolinas, C. (2009). *La importancia de lo verdadero y lo falso en la clase de matemáticas/De*

l'importance du vrai et du faux dans la classe de mathématiques (1993). (M. E. Acosta, & J. Fiallo, Trads.) Bucaramanga, Colombia: Ediciones UIS.

Margulieux, L., Majerich, D., & McCracken, M. (2013). *C21U's guide to flipping your*

classroom. Atlanta, Georgia: Institute of Technology of Georgia.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias.* Imprenta

Nacional de Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA)*

Matemáticas V.2. Bogotá.

- Ministerio de Transporte 4189. (1997). *Norma Técnica Colombiana*. Bogotá: Min Transporte.
- Ministerio de Transporte. (4189. NTC.1997). *Norma Técnica Colombiana 4189.Vehiculos de Carretera. Colisiones. Terminologia*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (Ley 769 de 2002). *Ley 769 de 2002. Código Nacional de Tránsito*. Bogotá.
- Montalván Rodríguez, D. R. (2016). Juegos didácticos con Realidad Aumentada para Matemáticas utilizando el sistema operativo Android. Ciudad de México, México.
- Najera, C. (2015). Estudio del grado de motivación para el aprendizaje de principios de la termodinámica utilizando el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje. *Revista de enseñanza de la física*, 7-18.
- Olmedo. (2012). *Manual de cinemática y dinámica*. Madrid: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement*.
- Rodriguez, F. (2011). Manual de Topografía forense aplciado a la reconstrucción de muertes violentas. 2011. Bogotá, Colombia, Colombia.
- Rosales, Y. (marzo de 2016). Análisis de huellas de frenado de un vehiculo liviano marca mazda. San Juan Chamelco, Alta Vera Paz, Guatemala: Universidad Rafael Landinar.
- Ortega, A. O. (2021, junio 13). *Enfoques De Investigación: Métodos Para El Diseño Urbano - Arquitectónico*. Researchgate.net. https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_Enfoques_de_investigacion/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/enfoques-de-investigacion.pdf
- Significados. (15 de 5 de 2020). *Dinámica*. Obtenido de <https://www.significados.com/dinamica/>
- Significados. (01 de abril de 2022). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/leyes-de-newton/>

Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J. H., & García Fraile, J. A. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación por competencias*. México: Pearson educación.

Transporte, M. d. (4189. NTC.1997). *Norma Técnica Colombiana 4189.Vehiculos de Carretera. Colisiones. Terminología*. Bogotá.


Tashakkori, A. y Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social & Behavioral research*. California, USA: Sage Publications.

Urrieta, V. (2003). *“Accidentología Vial y Pericia*. Buenos Aires: La Rocca.

Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*.

Vygotsky, L. S. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: PAIDÓS.

REVISADO POR

NOMBRE	FIRMA
César Javier Benavides M Monitoria Práctica I	 <small>Escaneado con Lantacenter</small>

ANEXOS

- Instrumento, cuestionario pretest – postest.
- Rubrica del instrumento pretest
- Instrumento, cuestionario pretest siniestros viales
- Instrumento, Video de apoyo de conceptos básicos de termodinámica, en función a la observación sistemática.
- Actividades refuerzo termodinámica
- Instrumento, cuestionario likert
- Carta de validación de instrumento
- Encuesta a estudiantes
- Simulaciones 3d (2)
- Fotografías de práctica en campo
- Videos soporte de práctica en campo



Universidad[®]
Católica
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



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

Universidad Católica de Manizales
Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia
PBX (6)8 93 30 50 - www.ucm.edu.co