



REPÚBLICA BOLIVARINA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD SANTA MARÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CATEDRA DE PROYECTO DE GRADO

**SISTEMA EXPERTO EN EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES  
PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN VEHÍCULOS  
PESADOS USANDO TÉCNICAS DE DEEP LEARNING  
APLICADAS AL SEGUIMIENTO OCULAR**

Autores: Joshua Larrosa e Iván Fernández

Tutor: MSc. José G. Ramírez P.

Caracas, marzo de 2023



REPÚBLICA BOLIVARINA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD SANTA MARÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CÁTEDRA PROYECTO DE GRADO

**SISTEMA EXPERTO EN EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES  
PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN VEHÍCULOS  
PESADOS USANDO TÉCNICAS DE DEEP LEARNING  
APLICADAS AL SEGUIMIENTO OCULAR**

Proyecto del trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas.

Autores: Joshua Larrosa e Iván Fernández

Tutor: MSc. José G. Ramírez P.

Caracas, marzo de 2023

## ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por la presente hago constar que he leído el Trabajo Especial de Grado, presentado por los ciudadanos **Joshua L. Larrosa G.** Titular de la Cédula de Identidad No. **V-27.746.132**, e **Iván A. Fernández B.** Titular de la Cédula de Identidad No. **V-26.609.878**; para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, cuyo título tentativo es: **SISTEMA EXPERTO EN EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN VEHÍCULOS PESADOS USANDO TÉCNICAS DE DEEP LEARNING APLICADAS AL SEGUIMIENTO OCULAR**, y que acepto en calidad de tutor, asesorar a los estudiantes durante la etapa de desarrollo del proyecto hasta su presentación y evaluación.

En la ciudad de Caracas, a los 14 días del mes de marzo de 2023.

Tutor: MSc. José G. Ramírez P.  
C.I. V-6.109.510

## ÍNDICE GENERAL

	pp.
<b>RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULOS</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Interrogantes de la Investigación.....	26
1.3. Objetivos de la investigación .....	27
1.3.1. Objetivo general.....	27
1.3.2. Objetivos específicos .....	27
1.4. Justificación.....	28
1.4.1. Como abordarlo .....	29
1.5. Alcance, Delimitación y Limitaciones de la Investigación .....	30
1.5.1. Alcance de la investigación.....	30
1.5.2. Delimitación de la Investigación .....	31
1.5.3. Limitaciones de la Investigación .....	31
1.6. Sistema de variables .....	32
1.6.1. Identificación y definición de variable .....	33
1.7. Operacionalización de variables.....	34
Cuadro N° 2 Operacionalización de variables.....	34
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	<b>35</b>
2.1. Antecedentes relacionados con la investigación.....	35
2.1.1. Nacionales .....	36
2.1.2. Internacionales.....	38
2.2. Bases teóricas .....	44

2.2.1. Accidentes de tránsito en vehículos pesados .....	44
2.2.2. Seguimiento ocular .....	45
2.3. Bases Legales .....	46
2.4. Definición de términos.....	56

### **III MARCO METODOLÓGICO 58**

3.1. Paradigma de la investigación.....	58
3.2. Diseño y tipo de investigación .....	59
3.2.1. Investigación de campo.....	60
3.2.2. Investigación documental.....	60
3.2.3. Proyecto especial .....	61
3.3. Nivel de la investigación.....	61
3.4. Población y muestra.....	63
3.4.1. Población .....	63
3.4.2. Muestra .....	64
3.5. Técnica de recolección de datos .....	64
3.5.1. Determinación de la muestra.....	64
3.5.2. Técnicas.....	65
3.5.3. Instrumentos .....	66
3.5.4. Validez.....	67
3.5.5. Confiabilidad .....	67

### **IV ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 71**

### **V LA PROPUESTA 84**

5.1. Denominación de la propuesta .....	84
5.2. Título de la propuesta .....	85
5.3. Diagnóstico de la propuesta .....	85
5.4. Objetivos del modelo .....	87
5.4.1. Objetivo general.....	87
5.4.2. Objetivos específicos .....	87

5.5. Justificación de la Propuesta .....	88
5.6. Fundamentación Teórica.....	89
5.7. Diseño de la Propuesta.....	91
5.8. Estudio de Factibilidad del Sistema .....	92
5.9. Factibilidad Operativa.....	92
5.10. Factibilidad Técnica.....	94
5.11. Factibilidad Económica .....	96
5.12. Análisis costo/beneficio .....	98
<b>VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>97</b>
6.1. Conclusiones .....	99
6.2. Recomendaciones .....	100
 <b>VII ANEXOS</b>	 <b>101</b>
ANEXO – A.....	101
ANEXO – B .....	104
ANEXO – C .....	105
ANEXO – D .....	106
 <b>VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS</b>	 <b>107</b>
Bibliográficas .....	107
Electrónicas .....	108

## LISTA DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>pp.</b>
1. Identificación y definición de Variables.....	33
2. Operacionalización de variables.....	34
3. Población involucrada en la investigación.....	63
4. Estimación de la confiabilidad del método K20.....	69
5. Escala de interpretación de magnitud de confianza según Kuder y Richardson.....	70
6. Tabulación de Datos ítem N°1. ....	72
7. Tabulación de Datos ítem N°2.....	73
8. Tabulación de Datos ítem N°3.....	74
9. Tabulación de Datos ítem N°4.....	75
10. Tabulación de Datos ítem N°5. ....	76
11. Tabulación de Datos ítem N°6.....	77
12. Tabulación de Datos ítem N°7.....	78
13. Tabulación de Datos ítem N°8.....	79
14. Tabulación de Datos ítem N°9.....	80
15. Tabulación de Datos ítem N°10.....	81
16. Tabulación de Datos ítem N°11.....	82
17. Tabulación de Datos ítem N°12.....	83
18. Plan operativo de actividades.....	93
19. Factibilidad Técnica de Hardware y Software.....	95
20. Recursos Humanos.....	96
21. Hardware empleado.....	97
22. Costos totales.....	97

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>pp.</b>
1. Ítem N°1.....	72
2. Ítem N°2.....	73
3. Ítem N°3.....	74
4. Ítem N°4.....	75
5. Ítem N°5.....	76
6. Ítem N°6.....	77
7. Ítem N°7.....	78
8. Ítem N°8.....	79
9. Ítem N°9.....	80
10. Ítem N°10.....	81
11. Ítem N°11.....	82
12. Ítem N°12.....	83





REPÚBLICA BOLIVARINA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD SANTA MARÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
CÁTEDRA PROYECTO DE GRADO I

**SISTEMA EXPERTO EN EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES  
PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN VEHÍCULOS  
PESADOS USANDO TÉCNICAS DE DEEP LEARNING  
APLICADAS AL SEGUIMIENTO OCULAR**

Autores: Joshua L. Larrosa G.  
Iván A. Fernández B.  
Tutor: MSc. José G. Ramírez P.

Fecha: marzo 2023.

**RESUMEN**

El propósito de la presente investigación es elaborar un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados, usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular. Dichos vehículos ocupan el 27% del parque automotor de Venezuela, teniendo en la zona de Miranda, gran participación en lo que a accidentes respecta, dichos percances tienen como principal causa, el factor humano, tales como distracciones, cansancio o la falta de pericia; requiriendo la evaluación, diseño y creación de un sistema de seguimiento ocular para disminuir la tasa de accidentes. Los conductores de este tipo de transporte normalmente son expuestos a largas y continuas horas de manejo, generando un alto grado de cansancio en los mismos, y quedando más expuestos a distracciones tras el volante, sea por exceso de confianza o falta de pericia. Por este motivo, el presente proyecto busca brindar a las diversas empresas de transporte de carga, una herramienta para disminuir los daños y pérdidas causadas por accidentes. Asimismo, la metodología aplicada en el presente trabajo es un diseño de investigación de campo de tipo no experimental, siendo enmarcado a su vez, en un nivel de investigación descriptiva y documental, consiguiendo que su elaboración fuera de tipo proyecto especial para su desarrollo. La muestra utilizada durante el desarrollo de la investigación, se encuentra constituida por 20 conductores y 5 miembros de la junta directiva de la empresa de transporte Invermack siendo utilizado el método de la encuesta para realizar el estudio.

**Palabras Claves:** Seguimiento Ocular, Accidentes de Tránsito, Vehículos Pesados, Factor Humano, Sistemas Embebidos, Inteligencia Artificial, Deep Learning.

## **INTRODUCCIÓN**

La Doctora en Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Mirian Balestrini (2006) afirma que:

Todo proyecto de investigación o proyecto de tesis, debe tener, como una parte constitutiva y fundamental del mismo, una introducción. En esta última, es necesario presentar de manera clara y de forma resumida, una visión general de lo que se trata el estudio; es decir, de su contenido, a fin de facilitar su comprensión. (p. 35).

Por tanto, se presenta una visión general del presente proyecto, el cual aborda una de las problemáticas más atroces existentes en el sector automovilístico, los accidentes de tránsito. Estos dejan en los casos más lamentables un daño permanente e irreversible, privando la vida de los usuarios de la vía pública. Para hacer frente a esta amarga realidad, los investigadores consideran distintos aspectos relacionados al tránsito automotor y al manejo de vehículos pesados o de carga.

Los accidentes de tránsito, aunque se presentan de forma repentina e inesperada son potencialmente previsibles, debido a que son los mismos factores humanos los mayores causantes de los mismos.

Ratificando lo anterior, Un estudio realizado por la Federación Española de la Seguridad Vial (FESVIAL), determinó que el 45% de los accidentes podrían prevenirse si los conductores estuviesen atentos a la carretera.

Basco, B. (2020) aporta lo siguiente:

El estudio presentado por la Fundación para la Seguridad Vial (FESVIAL) revela la importancia del factor humano y el comportamiento del conductor en la siniestralidad al volante. Por este motivo, FESVIAL insiste en la necesidad de seguir actuando precisamente en este factor humano para mejorar la seguridad vial, a través de la investigación, información, educación, sensibilización, concienciación e información.

Para estudiar y lograr profundizar en la problemática que se presenta, es necesario identificar las causas de la misma. Una de ellas y como bien lo mencionó FESVIAL, el factor humano es sin lugar a dudas, la principal causa de accidentes automovilísticos, ya que este origina múltiples fallas negligentes o por descuido, como la somnolencia, el manejo bajo efectos de sustancias estupefacientes como el alcohol, las distracciones con aparatos electrónicos, el uso indebido del teléfono celular ocasionando la pérdida parcial o completa del camino, la falta de atención, cuidado o mantenimiento del vehículo, dando lugar a posibles complicaciones mecánicas, entre otros muchos factores causantes de accidentes.

Bajo este contexto, se expone el interés de la presente investigación, el cual es diagnosticar las necesidades, identificar las causas y determinar el impacto de accidentes que involucren vehículos pesados en las carreteras del Estado Miranda.

Además, se propone una herramienta tecnológica para prevenir y reducir aquellos factores causantes de accidentes antes mencionados, disminuyendo la probabilidad de sufrir un infortunio frente el volante.

Adicional a esto, se consigue enriquecer la investigación aportando cifras estadísticas de accidentes, con sus causas concernientes en el área Mirandina. En tales estadísticas, se ven involucrados tanto vehículos particulares como vehículos de carga o camiones pesados. Cabe mencionar que se tomaron los datos más recientes para el estudio, considerando distintos factores como la fuente de información para resguardar la veracidad de la misma.

Por lo tanto, llevando lo anterior expuesto al ámbito profesional, el presente proyecto pretende ofrecer a la empresa especializada en transporte de carga pesada, Inversiones Invermack, con sede principal en Los Teques, Edo. Miranda, una solución tecnológica que preserve la seguridad tanto de los trabajadores como de los vehículos de la empresa.

Con la intención de proporcionar una visión más clara y detallada al lector frente a la investigación, es necesario exponer la finalidad u objetivos del desarrollo, desglosando los diferentes segmentos o capítulos del mismo.

En el Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, el cual explica los diversos inconvenientes relacionados a la situación que atañe al parque automotor de vehículos pesados, resaltando las estadísticas correspondientes al Estado Miranda, tanto en cantidad de lesionados y difuntos.

En el mismo Capítulo, se definen las interrogantes de la investigación, las cuales establecen el cuestionamiento principal de todo el proyecto y dan inicio a los objetivos específicos, metas a corto plazo que se deben realizar para poder alcanzar el objetivo central, también conocido como objetivo general, el cual también será expuesto en el Capítulo I.

Vinculado a esto se tiene la justificación, la cual es un conjunto de especificaciones para indicar porqué la investigación es válida y en base qué se quiere lograr.

También se tendrá presente el abordaje del análisis, como la definición del alcance, el cual será la limitación y delimitación de los objetivos, es decir, hasta dónde llega la investigación.

En el Capítulo II, se elabora el marco teórico, el cual contiene los antecedentes de investigación y consideraciones teóricas tomadas en cuenta para el sustento, elaboración y basamentos del presente proyecto.

En el Capítulo III, se describen los pasos, técnicas y procedimientos utilizados para abordar el proyecto. Conocido como marco metodológico, el cual consta con un sistema de variables para su respectivo estudio, también contiene las pautas y consideraciones tomadas para llevar a cabo el análisis, el abordaje general, el diseño, el tipo, nivel de estudio y

modalidad. También cuenta con las técnicas de recolección de datos, la población y finalmente la muestra objetivo.

En el Capítulo IV, se observan los resultados de la investigación, teniendo el análisis e interpretación de resultados, en el cual se evalúan los datos obtenidos por el instrumento de investigación mediante gráficos y tablas según sea el caso.

En el Capítulo V, están las conclusiones y recomendaciones, en este capítulo se definen resultados, se analizan y dan sugerencias para futuras investigaciones o trabajos a realizar.

En el Capítulo VI, se observan los objetivos alcanzados, la justificación, los fundamentos y estructura de la propuesta (estrategia, plan de acción, duración, responsables, recursos) y estudios de factibilidad, tanto económica, técnica y operacional.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Balestrini. M (2006) afirma que “Una vez que se han destacado, el conjunto de factores que intervienen en la selección del tema, es necesario explicar los aspectos fundamentales a considerar en el planteamiento o la formulación de un problema de investigación” (p.50)

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022) afirmó, que las muertes por accidentes automovilísticos aumentan a razón de 1,35 millones cada año, siendo los usuarios vulnerables de la vía pública los más afectados. Esta declaración se fundamentó bajo el informe que presentó la OMS, sobre el estado mundial de la seguridad vial en 2018, en el cual se asevera, que los usuarios vulnerables (peatones, ciclistas y motociclistas) representan la mitad de todas las muertes por accidentes de tránsito en el mundo.

Bajo estas declaraciones los autores sostienen, que a nivel mundial la tasa de mortalidad causada por accidentes viales se encuentra en un constante aumento, especialmente en los países o zonas en vías de desarrollo.

Gran parte de estos países se ubican en la región latinoamericana, razón por la cual, la ONU decretó el 20 de noviembre, Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Accidentes de tráfico.

Entre los datos estadísticos obtenidos por la OMS (2018), se expone que: “...los países de ingresos medianos y bajos circula aproximadamente el 60% de los vehículos del mundo, en ellos se registra el 93% de las defunciones relacionadas con estas colisiones...”

Por otro lado, se logra apreciar, que dentro de las empresas aseguradoras se desarrollan una serie de conceptos y consideraciones que rigen los principios y las causas más comunes de los accidentes de tránsito, de tal modo, la empresa aseguradora MAPFRE España (2022) estableció una serie de factores comunes que atentan la seguridad vehicular, como son:

- **Fallas mecánicas:** Cualquier tipo de falla vehicular, como son comunes las fallas en los sistemas de frenos, de suspensión, en las llantas o simplemente cualquier falla en el motor que impida seguir avanzando.
- **Conducción bajo la influencia del alcohol:** Se refiere al abuso de sustancias alcohólicas durante el manejo, causando somnolencia y falta de coordinación en el piloto.



- **Sueño (Fatiga):** Esta es una de las principales causas de accidentes, originada por las largas jornadas tras el volante a las que se someten algunos conductores, sin descanso, provocando en el peor de los casos que se queden dormidos durante el manejo.
- **Uso del teléfono móvil:** Una de las faltas más comunes al volante, la distracción durante el manejo producto la adicción a la telefonía móvil puede causar graves accidentes.
- **Exceso de velocidad:** Se refiere a sobrepasar los límites de velocidad establecidos por la ley, con el fin de guardar la seguridad e integridad del conductor y los demás usuarios de las vías públicas.
- **Distracciones:** Además del uso del teléfono móvil durante el manejo, el manipular cualquier instrumento electrónico, sintonizar la radio o incluso buscar algún objeto dentro de la guantera del vehículo, son algunas de las distracciones más comunes que suceden durante el manejo.

Asimismo, según un estudio realizado por la Dirección General de Tráfico (DGT, 2022), un organismo autónomo del Gobierno español, afirmó que, pese a que el 68% del parque de vehículos de España son de turismo, el transporte de mercancía tiene un peso significativo en lo que

respecta a la seguridad vial, ya que con el 14% del parque automotor, son el segundo tipo de vehículo más frecuente en el territorio nacional.

Estos mismos se ven involucrados en el 13% de los accidentes con víctimas ocurridos en el año 2020 en España, acotando la gravedad de los accidentes, debido a las dimensiones de estos vehículos.

Del mismo modo, el DGT afirma que los camiones de más de 3.500 kilos se vieron implicados en 2.705 accidentes con víctimas durante el transcurso del año 2020, falleciendo en estos, 109 personas, 45 fueron ocupantes de camión y el resto de fallecidos viajaban en otros vehículos implicados en el siniestro, tomando en consideración que el 75% de dichas contingencias ocurrieron en vías interurbanas.

Bajo tal señalamiento (Rodríguez, 2022) afirma que dentro de los comunicados del DGT, son omitidos algunos datos relevantes, como la responsabilidad de dichos accidentes, la cual recae sobre el conductor del vehículo pesado en uno de cada tres siniestros. Significando esto, que en el 65% de las contingencias anteriormente mencionadas, los vehículos pesados son los que sufren los accidentes.

Asimismo, los presentes autores logran observar dentro del análisis realizado por (Rodríguez, 2022), donde se evidencia el hecho que los conductores de vehículos pesados, deben ser pilotos profesionales y especializados en diferentes tipos de manejo y control de carga, destacando la cantidad de accidentes que involucran vehículos pesados y las causas de los mismos, siendo la principal de estas, los vehículos ajenos, llegando a causar el 65% de los accidentes.

Como consecuencia, los accidentes de tránsito causados por descuido afectan fuertemente a los conductores de vehículos pesados, encontrándose las causas antes mencionadas.

A continuación, se observan los tipos de accidentes más comunes en vehículos pesados según (THE PATEL FIRM PLLC 2021):

- **Colisiones frontales y traseras:** Son de las más comunes, siendo los choques en la parte del parachoques delantero o la plataforma o defensa trasera del vehículo.
- **Accidentes con navaja:** Ocurre cuando las ruedas del vehículo se bloquean por áreas mojadas o resbaladizas, mientras el transporte sigue avanzando, causando que el mismo se balance.
- **Accidentes en el ángulo muerto:** Estos ocurren cuando en uno de los extremos del transporte (donde la vista del piloto no cubre), se posiciona un vehículo, persona u objeto.
- **Accidentes por vuelco:** Se produce cuando un vehículo se tumba sobre un costado o sobre su techo, muchas veces ocasionados por la altura del transporte y la inercia en una curva.

- **Accidentes por empotramiento:** Se produce cuando un vehículo colisiona por la parte trasera del transporte pesado, quedando una parte debajo del mismo.
- **Reventones de neumáticos:** Ocurre cuando el desgaste o algún objeto es capaz de perforar la superficie del neumático, ocasionando una pérdida repentina de la presión de aire y provocando un comportamiento indeseado en el vehículo.

Por consecuente, se destacan las colisiones frontales y traseras, los accidentes por ángulo muerto, accidentes con navaja y por vuelco, ya que todos ellos comparten un factor en común, son causadas por los conductores, sea del vehículo pesado o el vehículo particular, desglosando este factor en causas como la distracción, el exceso de velocidad, el uso del teléfono y el agotamiento del piloto.

Asimismo, la firma de abogados de Estados Unidos FARAH Law Firm (2022) afirma que: “Un incidente se considera accidente de camión cuando uno de los vehículos pesa más de 10.000 libras (4535,924Kg)”

Es esencial para el manejo prudente y seguro, tomar en consideración lo antes mencionado, ya que el factor humano siempre será una variable en el manejo, siendo necesaria alguna medida para disminuir la ratio de accidentes ocasionados por el mismo.

En tal sentido, estudios realizados por la corporación Renault Euro franceses de México (13 noviembre, 2018) en un estudio titulado:

Principales causas de accidentes, el cual está basado en los reportes generados por la Policía Federal, afirma que el 80% de los accidentes viales se originan por el conductor, un 7% por problemas mecánicos en el automóvil, 9% por agentes naturales y un 4% ocasionado por las vías o el camino. Significando así, que 8 de cada 10 accidentes podrían prevenirse, desglosando a continuación las principales causas siniestros en México:

- **Conductor:** Los descuidos, la falta de pericia al volante, los efectos del alcohol y drogas son los principales factores humanos que conducen a un accidente vial. Afirmando que el 22.1% de los mismos se debe al uso del teléfono celular durante el manejo.
- **Vehículo:** Un vehículo en mal estado, es una amenaza tanto para el conductor como para el resto del tránsito adyacente. Por esto se destaca la importancia de hacer revisiones y mantenimiento periódico para garantizar la correcta funcionalidad de todos los elementos de dicho transporte.
- **Condiciones climatológicas:** Todo fenómeno natural, como la lluvia, la niebla, o la nieve, por si solos son inofensivos. La problemática empieza cuando no se cuenta con el equipo correcto para la conducción bajo estas condiciones o son ignoradas las recomendaciones básicas de manejo para este tipo de casos.

- **Camino:** El factor que produce la menor cantidad de accidentes es el que tiene que ver con el camino, compuesto por el 4% de los siniestros viales, como el mal estado de las carreteras o falta de pintura en las líneas de las mismas.

Bajo el análisis de la afirmación realizada anteriormente, se observa que las principales causas de los accidentes automovilísticos son procuradas por los conductores, donde se destaca 1. la falta de pericia y 2. el descuido al volante, debido al uso indebido del teléfono, la fatiga tras las largas jornadas conduciendo y en algunos casos, el uso de estupefacientes como las drogas y el alcohol.

De esta manera, aseguramos que el manejo es una actividad delicada que no se debe tomar a la ligera. Muchas veces, la llamada falta de pericia y los descuidos son causados por la falta de atención que se la presta al camino y a lo sucedido en el entorno durante el manejo. Cuando tocamos el tema de la fatiga o sueño, mayormente son ocasionados por los largos periodos de exposición al manejo y al poco descanso.

Por otra parte, dentro de los accidentes de tránsito tenemos los ocasionados por vehículos particulares y por vehículos pesados, siendo los primeros, la mayor parte del parque automotor de nuestro país, sin embargo, los vehículos pesados no dejan de lado su gran importancia y variedad en el mismo.

Por otra parte, la revista virtual LA Network, en su primera edición del Ranking latinoamericano de ciudades fatales, concluye que las 10

ciudades más fatales de toda Latinoamérica se encuentran en El Salvador, Brasil y Colombia. Los mismos, afirman que Venezuela es el único país del cual no se tienen datos creíbles respecto a accidentes de tránsito.

LA Network (2017) indica, que el último reporte con base en información oficial sobre mortalidad por accidentes de tránsito en Venezuela, fue presentado en el año 2013, por el Ministro del Poder Popular para la Salud. También afirma que el reporte de muertes por ese año fue de 7.029 personas.

Además, resalta el esfuerzo realizado por el Observatorio de Seguridad Vial de este país, por llenar ese vacío de información en el año 2016, esto a través de un estudio en donde dio a conocer las cinco ciudades con más muertes por accidentes de tránsito, las cuales fueron: Charavalle con 36 muertes (estado Miranda); Maracaibo 29 (Zulia); Caracas 24; Valencia 16 (Carabobo) y Maracay 14 (Aragua). Lo que dio un total de 119 muertes, una cifra que solo refleja la crisis de información.

El V informe de la organización ciudadana (2016) declaró “Desde el Observatorio, exhortamos a las autoridades a brindar la información oficial relacionada con la siniestralidad vial en el país. Cabe destacar que aún tenemos tres años de retraso en la presentación de los Anuarios de Mortalidad...” (p.5).

En tal sentido, debido a la falta de información es imposible decir en qué lugar de la tabla de posiciones de accidentes automovilísticos se encuentran las ciudades de Venezuela, ya que no se manejan datos fidedignos. Asimismo, según la OMS en su estudio de Global Status

Report On Road Safety 2018 (2018) mediante un gráfico reafirma que no cuenta con dichos datos.

Por consiguiente, un estudio realizado por la Asociación de Seguridad Vial Paz Activa (2015), basándose en el Anuario de Mortalidad del Ministerio del Poder Popular para la Salud, afirma que “En Venezuela, para el año 2012, la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito de vehículos de motor fue de 26 por cada 100.000 habitantes” (p.12) Confirmando lo que anteriormente expuso LA Network en su estudio de accidentes de tránsito en los países de Latinoamérica.

Continuando la idea, la Asociación de Seguridad Vial Paz Activa (2015 pp. 41 y 42) añade que, cuando se analizan los 754 registros existentes, se encuentra que, la distribución de siniestros viales según el tipo de vehículos; 48% involucran automóviles, 25% motocicletas, 13% vehículos especiales, 7% autobuses, 6% vehículos de carga y 1% minibuses.

Así pues, según el Anuario Estadístico del Instituto Nacional de Tránsito Terrestre 2013, el parque automotor venezolano está conformado por 8.954.599 vehículos de motor, entre los cuales, 4.391.952 son automóviles, 15.937 autobuses, 898.316 camiones, 18 camiones especiales, 2.266.297 camionetas, 128 grúas, 75.763 minibuses, 1.980.636 motos, 12.907 vehículos especiales y 403.058 rústicos.

En ese mismo contexto, es afirmado que los automóviles ocupan el 50% parque automotor venezolano total, por ende, su presencia en las vías logra ser particularmente notable y los mismos tienden a ser generalmente



los que se ven envueltos en accidentes reportados. Por otro lado, el caso de las motocicletas y los vehículos especiales el caso es preocupante, ya que el porcentaje de participación en los siniestros es considerable con respecto al total de unidades registradas. Lo mismo podría suceder con los vehículos de carga y autobuses, mientras que, en el caso de vehículos especiales, cabe destacar que se trata de transporte autopropulsado o remolcado.

En ese mismo contexto, los presentes autores logran evidenciar el tipo de parque automotor que existe actualmente en Venezuela, siendo el 50% del mismo conformado por vehículos particulares o automóviles, mientras que un 27% en los diversos tipos de vehículos pesados dentro del territorio nacional. Al mismo tiempo la Asociación Vial Paz Activa (2015), afirma que “En el caso de los autobuses tenemos que los volcamientos son los hechos viales más comunes, y lo mismo ocurre para los vehículos especiales. Para los vehículos de carga son los choques simples los hechos que registran mayor ocurrencia.” (p.45).

Tomando en consideración lo antes mencionado, dicha aserción deja muy en claro que, en la mayoría de los casos, los accidentes en los que se ven involucrados vehículos pesados son ocasionados por errores humanos.

Es así como la Asociación Vial Paz Activa concluye que la entidad que presenta mayor número de fallecidos en Miranda con 324, seguido de Zulia con 290, Lara con 179, Carabobo con 168, Falcón con 167 y Barinas con 144. Se debe considerar que estos datos son absolutos, no tasas, es decir que se hace imposible la comparación entre estados ya que no se está considerando la densidad poblacional.

Por lo tanto, si se analizan los datos por entidad, se tiene a Miranda como la entidad con el mayor número de lesionados, siendo 711, seguido de Zulia con 671, Aragua con 565, Lara con 444 y Carabobo con 385.

De otra manera, con respecto a los daños materiales para el año 2013, según el Anuario Estadístico del Instituto Nacional de Transporte Terrestre 2013 fueron registrados 35.723 siniestros, destacando nuevamente para este año el estado Miranda con 5.221 accidentes viales con daños materiales, seguido de Carabobo con 5.103, Aragua 3.699, Lara con su 3.038 y Zulia con 2.484.

## **1.2. Interrogantes de la Investigación**

1. Qué necesidades se pudieran abordar para el desarrollo de un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular.
2. Cómo diseñar un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular.
3. Que procedimiento se pudiera abordar para la implementación de un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Desarrollar un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Según Arias. F (2006 p.45) “Los objetivos específicos indican con precisión lo conceptos, variables o dimensiones que serán objeto de estudio. Se derivan del objetivo general y contribuyen al logro de éste.”

- 1) Diagnosticar las necesidades del parque automotor de vehículos pesados para evitar accidentes de tránsito en las carreteras del Estado Miranda.
- 2) Diseñar un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular.
- 3) Implementar un sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de Deep Learning aplicadas al seguimiento ocular.

#### **1.4. Justificación**

Balestrini. M (2006) hace la siguiente afirmación:

Una vez, que se ha planteado el problema, con gran precisión y reducido a términos posibles de abordar en un solo estudio, dentro del tratamiento del problema de investigación, también se debe presentar una sección, relacionada con un breve desarrollo y exposición acerca de la importancia y justificación de la investigación (p.85).

Existe una gran oportunidad de disminuir la cantidad de accidentes automovilísticos, ya que tomando en consideración toda la problemática que puede llegar a generar un descuido al volante por cualquier piloto, la problemática planteada y los resultados esperados de esta investigación, se busca visualizar una mejoría notable y un sistema facilitador del manejo seguro.

En síntesis, la justificación teórica de este estudio tiene como enfoque las diferentes posibles causas de un accidente automovilístico. Además, se visualiza un manejo mucho más seguro, mediante el uso de diferentes sensores, para conseguir una herramienta viable para el manejo diario.

En cuanto al aspecto metodológico, la investigación toma un rumbo de estudio cuantitativo, buscando utilizar un demarcado numérico de estadísticas en accidentes, sus principales causas, un listado de países según su tasa de accidentes y muertes por los mismos.

Igualmente contribuye a la justificación, el público al que se busca llegar, siendo principalmente las empresas de vehículos pesados o de carga, con gran cantidad de puntos ciegos y que cuentan con conductores expuestos a largas jornadas laborales, generando altos niveles de cansancio en los mismos.

Se espera mejorar el nivel de seguridad a nivel vial y disminuir la tasa de accidentes y mortalidad de los mismos, salvando así muchas vidas y evitando víctimas en las vías públicas que involucren vehículos pesados, en pro a aumentar las regulaciones de los mismos.

#### **1.4.1. Como abordarlo**

El presente proyecto se desarrollará mediante pruebas en entornos controlados para garantizar el funcionamiento del software, minimizando de esta manera los riesgos durante el desarrollo, como accidentes o fallas en el sistema de rastreo ocular y sensores ultrasónicos.

Este sistema fue pensado y desarrollado principalmente para vehículos de gran tamaño, como autobuses, camiones de carga, remolques, etc. Con la finalidad de prevenir accidentes debido a la escasa visibilidad de los mismos y a la fatiga causada por largos periodos tras el volante.

## **1.5. Alcance, Delimitación y Limitaciones de la Investigación**

### **1.5.1. Alcance de la investigación**

El proyecto que se presenta en esta investigación tiene como objetivo principal prevenir en mayor medida los accidentes de tránsito, implementando un sistema sobre vehículos pesados o de carga, como camiones, autobuses, trailers, gandolas, etc.

El sistema consiste en el uso de sensores ultrasónicos adaptados a los laterales del vehículo para la detección de otros usuarios de la vía pública que se encuentren ubicados en los puntos ciegos del vehículo en cuestión, de este modo y mediante luces leds, se le indicará al piloto que existe un riesgo en caso de querer cambiar de carril, frenar o realizar alguna otra maniobra que pudiese ocasionar una colisión entre los implicados.

Para optimizar el funcionamiento de los sensores antes mencionados y brindar una mayor seguridad, se hará uso de una cámara dedicada al seguimiento ocular para detectar la fatiga del conductor y una bocina que emita una señal de alerta en caso de que esta se presente, evitando posibles accidentes.

Dichos instrumentos serán controlados con una placa Arduino modelo Uno, programada en lenguaje C y una neurona artificial desarrollada en Python que interprete el seguimiento ocular.

### **1.5.2. Delimitación de la Investigación**

Según Arias. F (2006, p.42) “La delimitación del problema significa indicar con precisión en la interrogante formulada: el espacio, el tiempo o período que será considerado en la investigación, y la población involucrada (si fuere el caso)”.

La presente investigación se realizó en instituciones dedicadas al transporte y carga de materiales mediante la utilización de vehículos pesados en la zona de Miranda, los Teques, motivado a los límites de tiempo para la entrega de la misma, imposibilitando así la visita de varias instituciones para la realización de dicho estudio, debido a esto la investigación se centró en una única institución, encontrándose enmarcada en la institución de transporte y carga de materiales mediante vehículos pesados: Inversiones Invermack.

### **1.5.3. Limitaciones de la Investigación**

Según Arias. F (2006, p.106) “Son obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo del estudio y que escapan del control del investigador.”

Motivado al corto lapso de tiempo establecido para el periodo académico y los límites del mismo con respecto a la entrega del presente trabajo especial de grado, contando con un máximo de 4 meses

aproximadamente para la elaboración y desarrollo tanto de la presente investigación, y la propuesta a exponer.

Escasez de data fidedigna a nivel nacional con respecto a los accidentes de tránsito en vehículos pesados, heridos y víctimas de los mismos, generando un amplio lapso de tiempo para recolectarlos, causando un vacío informacional desde el año 2012 hasta la actualidad, afectando algunos datos a nivel cuantitativo.

## **1.6. Sistema de variables**

Según Álvarez (2008), un sistema de variables consiste: “en una serie de características por estudiar, definidas de manera operacional, es decir, en función de sus indicadores o unidades de medida” (p. 59).

Asimismo, según Arias, F. (2006, p.109) “Un sistema de variables es el conjunto de características cambiantes que se relacionan según su dependencia o función en una investigación.”.



### 1.6.1. Identificación y definición de variable

**Cuadro N° 1 Identificación y definición de Variables.**

Objetivos Específicos	Variables	Definición Conceptual
Diagnosticar las necesidades del parque automotor de vehículos pesados para evitar accidentes de tránsito en las carreteras del Estado Miranda.	Necesidades	Motivación dirigida a satisfacer una carencia dentro del parque automotor de vehículos pesados para evitar accidentes.
Diseñar un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular	Sistema	Se refiere a un conjunto de elementos interconectados que trabajan juntos para realizar una función específica. En este contexto, los elementos pueden ser hardware, software o una combinación de ambos.
Implementar un Sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de Deep Learning aplicadas al seguimiento ocular	Implementar	Es el proceso de llevar a cabo la instalación, configuración y puesta en marcha de un sistema o conjunto de sistemas interconectados con el fin de que cumplan su función específica en un entorno operativo.

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

### 1.7. Operacionalización de variables

**Cuadro N° 2 Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>
Necesidades	Carencia dentro del parque automotor.	Factores que inciden en los accidentes.	1
		Estado del vehículo.	2
		Experiencia del conductor.	3
	Disminuir distracciones visuales.	Nivel de atención en la conducción.	4
Sistema	Tecnología	Controladores.	5
		Señalizador.	6
	Innovación.	Modernización.	7
		Adaptabilidad.	8
Implementar	Conductor	Tasa de mortalidad por accidentes	9
		Grado de lesión	10
	Vehículo	Mecánica	11
		Mantenimiento.	12

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Tomando como marco o estructura referencial para la elaboración de este proyecto y su metodología, se encuentra el trabajo de investigación realizados por Julián Garrido, “Modelo organizacional inteligente para coevolución deportiva del estado Lara desde la perspectiva de la a teoría del caos” en Caracas, para la obtención del título de Doctor en la Universidad Santa María (2007).

#### **2.1. Antecedentes relacionados con la investigación**

Haciendo referencia a los antecedentes de investigación, Arias. F (2006) “se refiere a los estudios previos: trabajos y tesis de grado, trabajos de ascenso, artículos e informes científicos relacionados con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con nuestro proyecto...” (p.106).

En la revisión documental que se realizó para explorar trabajos relacionados a la presente investigación, se pueden destacar los siguientes:

### **2.1.1. Nacionales**

Encontramos a Ramírez, C. (2020), en el presente trabajo titulado “Aplicación móvil para el reconocimiento y validez de billetes circulantes en el territorio nacional para personas con discapacidad visual” en la Universidad Alejandro Humboldt, para optar por el título de ingeniero en informática.

Dicha investigación está relacionada con la discapacidad visual, esto se refiere a la insuficiencia en el funcionamiento del ojo humano, causando carencia en el sentido de la vista de los individuos que la padecen.

Según este estudio, en Venezuela existen 28.729 personas registradas con discapacidad visual, las cuales, con gran esfuerzo intentan mantener un ritmo de vida corriente, destacando la ejecución de actividades como la de realizar alguna compra.

Estas personas, las cuales padecen de este tipo de condición, son muy vulnerables a ser engañadas y/o estafadas, por este motivo se desarrolló este proyecto, el cual fue dedicado a ayudar a las personas por medio de un sistema de reconocimiento y validación de billetes.

En este sentido, la metodología aplicada para el estudio, consistió en un diseño de investigación de campo de tipo no experimental, enmarcado a su vez, en un nivel de investigación descriptiva, consiguiendo que la elaboración y modalidad de la investigación fuese factible para su desarrollo.

Este trabajo aportó a la investigación actual, las características que requiere un sistema Arduino, para el uso de Inteligencia Artificial, aplicando Redes Neuronales Convolucionales (CNN), así como su forma de manipular y aprender de datos expuestos por el investigador en la verificación de datos.

Simultáneamente, encontramos el proyecto realizado por Acosta, L. (2019) titulado “Sistema experto basado en el procesamiento de imágenes y realidad aumentada para la detección y prevención de problemas de salud mediante el análisis de la esclerótica usando técnicas de machine learning” en la Universidad Alejandro Humboldt, para optar por el título de ingeniero en informática.

Dicha investigación está relacionada con el cuidado de la salud, la cual es una de las áreas más estudiadas por diversas empresas de tecnología a nivel mundial, estas ponen su esfuerzo para sacar al mercado productos que mejoren las condiciones de vida del ser humano, a pesar de esto, en Venezuela, no suelen desarrollar o plantear con frecuencia ideas que fusionen el conocimiento de los especialistas en el área del cuidado de la salud con la tecnología, imposibilitando así, la ampliación del alcance tecnológico.

Debido a esto, la investigación basó su estudio en la parte blanca de los ojos, conocida como esclerótica, con el fin de desarrollar un sistema capaz de analizarlo y poder detectar no solo la intensidad y frecuencia con la que ocurre una coloración distinta a la normal sobre dicha superficie, sino también, da la posibilidad de que el usuario conozca los posibles padecimientos que estén asociados a los casos detectados.

Mediante encuestas realizadas a los especialistas del área, con una muestra total de 7 personas, se concluyó, que el total de la muestra apoya el desarrollo de un sistema basado en el procesamiento de imágenes y realidad aumentada, para la detección y prevención de problemas de salud mediante el análisis de la esclerótica usando técnicas de Machine Learning.

El investigador sostiene que el desarrollo de un sistema de este tipo, representa un excelente punto de inicio para promover otras áreas de desarrollo tecnológico en el país, siendo una solución viable que puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas mediante el simple uso de dispositivos móviles

### **2.1.2. Internacionales**

Los señores José González Argudo y Juan Ordóñez Ruilova (2014), en su proyecto titulado “Estudio de los factores que intervienen en los accidentes e infracciones de tránsito ocasionados por los buses de transporte público de pasajeros tipo urbano en la ciudad de Cuenca y planteamiento de la propuesta para disminuirlos”, afirman que en las causas de accidentes de tránsito intervienen tres factores, los cuales se relacionan entre sí, estos son: el factor humano, el factor mecánico y el factor ambiental, además, en su investigación aseguran que existen estudios efectuados en Uruguay los cuales establecen que el factor humano se encuentra presente en el 91% de los casos de accidentes.

Los autores concluyeron que las causas más comunes que perturban la concentración de los conductores durante el manejo, son las que se mencionan y describen a continuación:

- **Fatiga:** Descrito como un proceso en el cual se va deteriorando la calidad y precisión de los conductores al ejecutar una acción o maniobra frente el volante, producto de las largas jornadas de manejo a las que en ocasiones se exponen.
- **Alcohol en el organismo:** El consumo de bebidas alcohólicas forma parte de las causas más comunes dentro de los accidentes de tránsito, principiando especialmente en los que el número de víctimas es mayor.
- **Distracciones:** Las distracciones durante el manejo tales como el uso del teléfono móvil, reproductores de sonido excesivamente altos, prender un cigarrillo, maquillarse, etc. Son también causas muy comunes de accidentes de tránsito.
- **Conducta agresiva al volante:** El manejo agresivo o impulsivo se caracteriza por realizar acciones tales como, tocar la bocina de forma abrupta o desesperada, gritar o insultar a otros conductores, acelerar o frenar de forma brusca y amenazante, entre otro tipo de conductas que tientan contra la seguridad vial.

Otra de las conclusiones que expresan los autores, fue que los registros de accidentes de tránsito que suministran las autoridades son en ocasiones inadecuados, lo que dificulta su análisis para la realización de estudios relacionados a la investigación, además, de que los registros de datos no están homologados para los diferentes agentes que realizan esta actividad.

Otra investigación que se relaciona con lo descrito anteriormente es la de Delia Arapa (2019), estudiante de la Universidad Católica Santa María, Escuela de Postgrado, Maestría en Proyecto de Inversión, presentó una tesis titulada “Identificación de los factores determinantes de los accidentes de tránsito fatales en las provincias de Arequipa, Caylloma e Islay 2013-2018”.

La cual tuvo como objetivo identificar los tipos de accidentes de tránsito más frecuentes, además de determinar los factores determinantes y contribuyentes para los mismos.

La investigación concluyó que los factores más determinantes que se presentan en los accidentes son de tipo Atropello, Choque y Despiste, causados por los siguientes factores: Exceso de confianza (45,2%), velocidad no adecuada (24.6%), Desatención en la conducción (16,5%), Imprudencia (6,2%), Velocidad mayor a la permitida (3,6%), Falla de los sistemas (1,4 %), Impericia (0.6%), Negligencia (0,6%), Falla mecánica (0,2%), Condiciones de la vía (0,2%), Somnolencia (0,1%), Otro (0,1%).

En paralelo a lo anteriormente mencionado, se debe tener en cuenta que un accidente automovilístico puede ser causado por diversas razones,



destacando entre ellas el descuido humano y la fatiga, siendo estas las principales causas de accidentes en el estado Miranda.

Por otro parte, se menciona la tecnología de seguimiento ocular o Eye Tracking, con la finalidad de exponer proyectos relacionados a esta ciencia. Sus inicios se remontan a los años 1950, cuando Alfred L. Yarbus “En uno de sus experimentos mostró una imagen y dependiendo de la instrucción que diera, el movimiento de los ojos y la intención de búsqueda cambiaba” (Marisa Casasola) (2019). Usando una fotografía y dando diversos requerimientos, y analizando el movimiento de los ojos de cada sujeto del experimento, observando el patrón y los puntos de enfoque principales.

Con el pasar de los años, el seguimiento ocular ha seguido en vías de desarrollo a pasos muy agigantados, hasta convertirse en lo que es ahora, una tecnología utilizada por miles de empresas y personas para mejorar la comunicación, hasta una herramienta para usuarios con problemas psicomotores.

Del mismo modo, es utilizado en muchos métodos de comercialización, como lo son los comercios electrónicos, mejorando la experiencia de los usuarios y sirviendo para la reorganización del mismo, permitiendo incluso, mejorar estrategias de marketing.

Los presentes autores, asimismo logran encontrar el balance entre la prevención de accidentes automovilísticos y el seguimiento ocular, buscando implementar este último en los vehículos pesados y aumentar el nivel de seguridad vial en Venezuela en el estado Miranda.

Con esta introducción, se presenta el trabajo final del Máster Universitario en Inteligencia Artificial, del Sr. XinZhe Jin, titulado “Seguimiento ocular para análisis del comportamiento mediante ANN” de la Universidad Politécnica de Madrid en el año 2020, en el que se afirma lo siguiente:

El algoritmo con mejor precisión a la hora de la clasificación, es SVM con un 98.63%. Sin embargo, los autores han comentado que el porcentaje de fallo restante, tiende a fallar generalmente para los casos donde el usuario tiene los ojos cerrados. Este número de casos, aunque sea bajo, no ocurre para las redes de este trabajo, donde se ha tenido en cuenta este problema y se han añadido suficientes datos para identificarlo y evitar el fallo a la hora de la clasificación.

Este proyecto deja la premisa de que el aprendizaje automático (machine learning) en el campo de la inteligencia artificial, puede ser aplicado para la detección ocular de forma no invasiva con un cercano 100% de efectividad.

En el año 2022, Eduardo Alfonso Torres, en condición de estudiante de la Universidad Señor de Sipan, ubicada en Pimentel – Perú, expuso su tesis titulada “Desarrollo de un método para detectar movimiento en los ojos utilizando redes neuronales”. Este método consiste en cuatro etapas fundamentales, las cuales son:

- **Clasificación de movimiento de los ojos:** Consiste en catalogar las imágenes de los movimientos físicos de los ojos para la conformación del dataset.
- **Tratamiento de imágenes:** Procura el proceso de tratamiento de imágenes para obtener la matriz de vectores de características.
- **Diseño y entrenamiento de la red neurona:** El proceso de aprendizaje o entrenamiento, consiste en ajustar cada uno de los pesos de entrada de todas las neuronas que forman parte de la red neuronal.
- **Implementación de prototipo y medición de desempeño de la red neuronal:** la medición de desempeño de una red neuronal, consiste en hacer una predicción sobre una hipótesis, y utilizar el aprendizaje profundo para predecir un resultado.

Por otro lado, cabe destacar que, en cada una de las investigaciones anteriormente mencionadas, se realizaron diversos tipos de estructuras de datos, por esta razón, fueron objeto de estudio para el presente Trabajo de Grado.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Accidentes de tránsito en vehículos pesados

Primeramente, definimos vehículos pesados, ya sea de transporte de usuarios o mercancía, es aquel que tenga o exceda en peso las 3.5 toneladas (3.500kg). De este modo, se entiende que cualquier accidente que involucre a un vehículo de dicho peso, se considera accidente de tránsito en vehículos pesados, irrelevantemente si involucra o no a usuarios vulnerables (peatones, ciclistas o motociclistas) u otros vehículos particulares de su misma categoría.

Asimismo, se pueden evidenciar las principales causas de accidentes de tránsito en vehículos pesados como las siguientes:

- **Colisiones frontales y traseras:** Son los choques en la defensa trasera o delantera de cualquier vehículo involucrado.
- **Accidentes con navaja:** Es el bloqueo de las ruedas causando un deslizamiento completo del vehículo.
- **Accidentes en el ángulo muerto:** Ocurre cuando otro vehículo o usuario vulnerable se encuentra en algún extremo del transporte fuera de la vista del conductor.

- **Accidentes por vuelco:** Se produce cuando dicho vehículo se recuesta de cualquier lateral del mismo, generalmente causado por la inercia de las curvas a altas velocidades.
- **Accidentes por empotramiento:** Se produce cuando un vehículo colisiona por la parte trasera del transporte pesado, quedando una parte debajo del mismo.
- **Reventones de neumáticos:** Ocurre cuando alguna de las llantas del vehículo en cuestión sufre un exceso de presión por alguna circunstancia y tiende a explotar de manera repentina.

Por otro lado, los accidentes de tránsito en vehículos pesados son muy variados, generando una infinidad de posibilidades y situaciones que ocasionen los mismos, por esta razón, se implementan diversas leyes para regular el manejo dentro del parque automotor de Venezuela.

### **2.2.2. Seguimiento ocular**

El Eye Tracking o el seguimiento ocular es el proceso en el cual se detecta, registra y analiza el movimiento del iris de una persona, con el fin de determinar que objetos o elementos captan su atención. Con esta tecnología es posible captar de forma precisa patrones de conducta ante distintos estímulos, sea frente campañas publicitarias de marketing digital,

elementos visuales en interfaces de usuarios u otros elementos relacionados al mundo real.

### **2.3. Bases Legales**

La documentación legal que se presenta en esta investigación, enfocada en el ámbito de las tecnologías e informática, está enmarcada dentro del ordenamiento jurídico vigente con la finalidad de brindar soporte o jurisprudencia, bien sea en el sector público o privado, en relación con el tema central de este proyecto, como es el diseño de un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados. A continuación, se presentan brevemente algunas de estas leyes o decretos:

**Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.**

**Gaceta Oficial No. 36.860 - diciembre 30, 1999.**

#### **Capítulo VI de los derechos culturales y educativos.**

**Artículo 98:** La creación cultural es libre. Esta libertad comprende el derecho a la inversión, producción y divulgación de la obra creativa, científica, tecnológica y humanística, incluyendo la protección legal de los derechos del autor o de la autora sobre sus obras. El Estado reconocerá y protegerá la propiedad intelectual sobre las obras científicas, literarias y

artísticas, invenciones, innovaciones, denominaciones, patentes, marcas y lemas de acuerdo con las condiciones y excepciones que establezcan la ley y los tratados internacionales suscritos y ratificados por la República en esta materia.

**Artículo 102:** La educación es un derecho humano y un deber social fundamental, es democrática, gratuita y obligatoria. El estado la asumirá como funciones indeclinables y de máximo interés en todos sus niveles y modalidades, y como instrumento del conocimiento científico, humanístico y tecnológico al servicio de la sociedad.

La educación es un servicio público y está fundamentado en el respeto a todas las corrientes del pensamiento, con la finalidad de desarrollar el potencial creativo de cada ser humano y el pleno ejercicio de su personalidad en una sociedad democrática basada en la valoración ética del trabajo y en la participación activa, consciente y solidaria en los procesos de transformación social. Consustanciados con los valores de la identidad nacional, y con una visión latinoamericana y universal.

El Estado, con la participación de las familias y la sociedad, promoverá el proceso de educación ciudadana de acuerdo con los principios contenidos de esta Constitución y en la ley.

**Artículo 108:** El Estado garantizará servicios públicos de radio, televisión y redes de bibliotecas y de informática, con el fin de permitir el acceso universal a la información. Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley.

**Artículo 109:** El Estado reconocerá la autonomía universitaria como principio y jerarquía que permite a los profesores, profesoras, estudiantes, egresados y egresadas de su comunidad dedicarse a la búsqueda del conocimiento a través de la investigación científica, humanística y tecnológica, para beneficio espiritual y material de la Nación.

Las universidades autónomas se darán sus normas de gobierno, funcionamiento y la administración eficiente de su patrimonio bajo el control y vigilancia que a tales efectos establezca la ley. Se consagra la autonomía universitaria para planificar, organizar, elaborar y actualizar los programas de investigación, docencia y extensión. Se establece la inviolabilidad del recinto universitario. Las universidades nacionales experimentales alcanzarán su autonomía de conformidad con la ley.

**Artículo 110:** El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley.

El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.



**Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación.****Publicada en Gaceta Oficial N° 38.242 de fecha 03 de agosto del 2005.**

**Artículo 5:** Las actividades de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, así como, la utilización de los resultados, deben estar encaminadas a contribuir con el bienestar de la humanidad, la reducción de la pobreza, el respeto a la dignidad, a los derechos humanos y la preservación del ambiente.

**Artículo 27: De la propiedad intelectual.** El Ministerio de Ciencia y Tecnología, en coordinación con los miembros del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, formulará los programas donde se establecerán las condiciones previas de la titularidad y la protección de los derechos de propiedad intelectual producto de la actividad científica, tecnológica y sus aplicaciones que se desarrollen con sus recursos o los de sus organismos adscritos.

**Ley Especial Contra los Delitos Informáticos.**

**Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°37.313 de fecha 30 de octubre de 2001.**

**Título I. Disposiciones Generales.**

**Artículo 1: Objeto de la Ley.** La presente Ley tiene por objeto la protección integral de los sistemas que utilicen tecnologías de información, así como la prevención y sanción de los delitos cometidos contra tales sistemas o cualesquiera de sus componentes, o de los delitos cometidos mediante el uso de dichas tecnologías, en los términos previstos en esta Ley.

**Título II: De los Delitos Contra los Sistemas que Utilizan Tecnologías de Información.**

**Artículo 6: Acceso indebido.** Toda persona que sin la debida autorización o excediendo la que hubiere obtenido, acceda, intercepte, interfiera o use un sistema que utilice tecnologías de información, será penado con prisión de uno a cinco años y multa de diez a cincuenta unidades tributarias.

**Artículo 7: Sabotaje o daño a sistemas.** Todo aquel que con intención destruya, dañe, modifique o realice cualquier acto que altere el funcionamiento o inutilice un sistema que utilice tecnologías de información o cuales quiera de los componentes que lo conforman, será penado con prisión de cuatro a ocho años y multa de cuatrocientas a ochocientas unidades tributarias.

En la misma pena, incurrirá quien destruya, dañe, modifique o inutilice la data o la información contenida en cualquier sistema que utilice tecnologías de información o en cuales quiera de sus componentes. La pena será de cinco a diez años de prisión y multa de quinientas a mil unidades tributarias, si los efectos indicados en el presente artículo se realizaren mediante la creación, introducción o transmisión intencional, por cualquier medio, de un virus o programa análogo.

**Artículo 11: Espionaje informático.** Toda persona que indebidamente obtenga, revele o difunda la data o información contenidas en un sistema que utilice tecnologías de información o en cuales quiera de sus componentes, será penada con prisión de tres a seis años y multa de trescientas a seiscientas unidades tributarias. La pena se aumentará de un tercio a la mitad, si el delito previsto en el presente artículo se cometiere con el fin de obtener algún tipo de beneficio para sí o para otro (...).

### **Capítulo III**

#### **De los Delitos Contra la Privacidad de las Personas y de las Comunicaciones.**

**Artículo 22: Revelación indebida de data o información de carácter personal.** Quien revele, difunda o ceda, en todo o en parte, los hechos descubiertos, las imágenes, el audio o, en general, la data o información obtenidas por alguno de los medios indicados en los artículos 20 y 21, será sancionado con prisión de dos a seis años y multa de doscientas a seiscientas unidades tributarias. Si la revelación, difusión o cesión se hubieren realizado con un fin de lucro, o si resultare algún perjuicio para otro, la pena se aumentará de un tercio a la mitad.

### **Capítulo V**

#### **De los Delitos Contra el Orden Económico.**

**Artículo 25: Apropiación de propiedad intelectual.** Quien sin autorización de su propietario y con el fin de obtener algún provecho económico, reproduzca, modifique, copie, distribuya o divulgue un software u otra obra del intelecto que haya obtenido mediante el acceso a cualquier sistema que utilice tecnologías de información, será sancionado con prisión de uno a cinco años y multa de cien a quinientas unidades tributarias.

## **Ley sobre el Derecho de Autor**

Publicada en Gaceta oficial de la de la República Bolivariana de Venezuela N°4.638 Extraordinario de fecha 1 de octubre de 1993.

### **Título I.**

#### **De los derechos protegidos.**

#### **Capítulo I.**

#### **Disposiciones generales.**

#### **Sección primera.**

#### **De las obras del ingenio.**

**Artículo 1:** Las disposiciones de esta Ley protegen los derechos de los autores sobre todas las obras del ingenio de carácter creador, ya sean de índole literaria, científica o artística, cualquiera sea su género, forma de expresión, mérito o destino. Los derechos reconocidos en esta Ley son independientes de la propiedad del objeto material en el cual esté incorporada la obra y no están sometidos al cumplimiento de ninguna formalidad (...)

**Artículo 2.** Se consideran comprendidas entre las obras del ingenio a que se refiere el artículo anterior, especialmente las siguientes: los libros, folletos y otros escritos literarios, artísticos y científicos, incluidos los

programas de computación, así como su documentación técnica y manuales de uso (...)

### **Sección quinta.**

#### **De los programas de computación.**

**Artículo 17:** Se entiende por programa de computación a la expresión en cualquier modo, lenguaje, notación o código, de un conjunto de instrucciones cuyo propósito es que un computador lleve a cabo una tarea o una función determinada, cualquiera que sea su forma de expresarse o el soporte material en que se haya realizado la fijación. El productor del programa de computación es la persona natural o jurídica que toma la iniciativa y la responsabilidad de la realización de la obra (...)

## **Ley de Tránsito Terrestre**

### **Título I. De las Disposiciones Generales del Tránsito Terrestre**

#### **Capítulo I. Del ámbito de aplicación de la Ley**

**Artículo 1:** Esta Ley regula todo lo relacionado con el tránsito terrestre por vías públicas privadas destinadas al uso público permanente o casual, con las excepciones establecidas por leyes especiales.

## **Capítulo IV. De la Circulación**

**Artículo 26:** Todo conductor implicado en un accidente de tránsito deberá:

1. Detener el vehículo, en el lugar del accidente.
2. Cerciorarse si se han producido víctimas personales o daños a bienes públicos o privados como consecuencia del accidente, procurando mantener el estado de las cosas y prestando a las personas los debidos auxilios.
3. Avisar a la autoridad en todo caso.
4. Salvaguardar la fluidez y seguridad de la circulación e intercambiarse recíprocamente los datos de identificación de los vehículos y de las personas involucradas en el accidente y de ser posible de los testigos presenciales.

Los dispuestos en los numerales 2 y 3 de este artículo se aplicará también a los testigos presenciales y otras personas que se hagan presentes en el sitio del accidente.

**Artículo 28:** El Reglamento respectivo regularán el tiempo de conducción y descanso, así como la obligatoriedad de la presencia de más de una persona habilitada para la conducción alterna de vehículos de transporte público y privado de personas y mercancías en rutas extraurbanas y otros requisitos y condiciones para la conducción de este tipo de vehículos.

## 2.4. Definición de términos

**Sistema:** En la actualidad es una de las palabras más utilizadas dentro de casi cualquier ámbito, el mismo, es un conjunto de elementos que se interrelacionan unos con otros para lograr o conseguir un objetivo en común.

**Sistema de Información:** Es un conjunto ordenado de elementos o que tienen como finalidad la administración de datos e información para luego ser recuperada y manipulada de manera sencilla.

**Sistema Embebido:** Es un sistema integrado a una placa base o Mother Board y sus componentes están incrustados a la misma. Está basado en un microprocesador o un microcontrolador diseñado para realizar algunas funciones.

**Microcontrolador Arduino:** Es un conjunto de circuitos incrustados en una placa electrónica, de hardware libre, con un microcontrolador reprogramable que cuenta con una serie de pines para establecer conexiones entre el mismo y los diferentes sensores.

**Machine Learning:** Es una forma de la inteligencia artificial que permite el aprendizaje de datos evitando la necesidad de programación explícita. Por otro lado, no es un proceso sencillo, la inteligencia es entrenada mediante imágenes.

**Sensor de Ultrasonido:** Es aquel que mide la distancia de un punto A, a un punto B, mediante el uso de ondas ultrasónicas, emitiendo las mismas y recibiendo la onda reflejada que vuelve desde el objeto.



**Deep Learning:** También conocido como aprendizaje profundo, proviene del machine learning, partiendo de una gran variedad de datos y mediante numerosas capas de procesamiento con algoritmos, logra que un computador aprenda por su propia cuenta a imitar la forma en que los humanos obtienen conocimientos.

**Computer Vision:** Conocido también como visión artificial, es un conjunto de tecnologías el cual, permite obtener, gestionar y analizar información visual permitiéndole a la maquina tomar acciones similares a las de un ser humano.

**Hardware:** Son un conjunto de elementos físicos que constituyen al computador. Es decir, que el mismo es la parte tangible de un computador, pues se puede manipular.

**Software:** Es un conjunto de programas informáticos, un conjunto de instrucciones o cualquier interacción visual entre el usuario y el equipo. Es decir, que el mismo es la parte intangible de un computador.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se expone el método y la metodología de la investigación, incluyendo el tipo y diseño, también se expone la población y muestra del estudio, como las técnicas e instrumentos de recolección de información y el proceso para el desarrollo, siguiendo los lineamientos del Manual de metodología de la Universidad Santa María, en conjunto con la metodología de Fidias Arias y Mirian Balestrini A.

#### **3.1. Paradigma de la investigación**

Según Palella, S. y Martin, F. (2006) “El paradigma con enfoque cuantitativo se fundamenta en el positivismo, el cual percibe la uniformidad de los fenómenos, aplica la concepción hipotética-deductiva como una forma de acotación...”

El paradigma de la investigación dentro de un proyecto, es de gran importancia, ya que este, establece la base de la investigación y sus metodologías, definiendo así, la forma en la que deben ser interpretados los resultados obtenidos.

Por lo tanto, para el presente proyecto, se utilizará el paradigma de investigación positivista, el cual se emplea en investigaciones con enfoques cuantitativos, los cuales recolectan datos para dar base a la hipótesis, mediante números y estadísticas para establecer los resultados. El enfoque positivista tiene una visión para el estudio sistemático de las fuentes de datos.

Ruiz, (1989) declara que: “El método cuantitativo se basa en la teoría positivista del conocimiento, la cual modelada prácticamente en el esquema de las ciencias naturales intenta describir y explicar los procesos y fenómenos del mundo social.”

### **3.2. Diseño y tipo de investigación**

Según Arias, F. (2012), “El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental”. (p, 27). Dicho esto, el diseño de investigación se refiere a la forma en la que se darán respuestas a las interrogantes de investigación anteriormente formuladas, indicando consecuencias y pasos a seguir.

Los autores del presente proyecto no buscan establecer, ni probar relaciones de causa y efecto entre las variables, por lo tanto, se hace uso

del diseño no experimental para la recolección de datos y alcanzar los objetivos de la investigación.

### **3.2.1. Investigación de campo**

Según Palella, S. y Martin, F. (2006), una investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables” (p. 97).

En tal sentido, el diseño a utilizar en la investigación será de campo, ya que, al basarse en hechos reales, se requiere llevar a cabo una estrategia para analizar las situaciones directamente en el lugar de estudio, es decir, en Caracas, estado Miranda.

### **3.2.2. Investigación documental**

El desarrollo de todo proyecto debe estar respaldado por documentos que avalen o sostengan lo expuesto, por ende, es necesario recopilar información acerca de las normas y estándares para definir las causas de los diversos accidentes en vehículos pesados, los problemas y fallas que ocurren durante el manejo. Con tal finalidad se abordan proyectos pasados desarrollados por otros investigadores, además se consideran los manuales de procedimientos realizados por diversos metodólogos con el fin de argumentar metodológicamente la estructura del presente proyecto, como, por ejemplo: las Normas para la Elaboración,

Presentación y Evaluación de los Trabajos Especiales de Grado de la Universidad Santa María.

### **3.2.3. Proyecto especial**

De acuerdo con el objetivo de esta investigación, refiriéndose al Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular, se incorpora el tipo de investigación denominado Proyecto Especial, que según Palella (citado por UPEL, 2002) “Los define como trabajos que llevan a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados o que responden a necesidades e intereses de tipo de cultural” (p. 107). Como el desarrollo de software, prototipos y productos tecnológicos.

La misma Palella (2006), describe estos como “la creación de productos que puedan solucionar deficiencias evidenciadas, se caracterizan por su valor innovador y aporte significativo...” (p.107).

### **3.3. Nivel de la investigación**

El presente proyecto se basa en la modalidad de estudio proyectivo, correspondiente a una investigación de tipo documental y de nivel descriptivo.

Esta modalidad de estudio, según la Dra. Palella, (citado por Hurtado,

2000), lo que intenta es: “...proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio...” (p. 103).

En este caso, se propone como alternativa de solución una herramienta tecnológica, con el fin de minimizar los riesgos de accidentes de tránsito en vehículos pesados en la ciudad de Caracas, estado Miranda.

Con el fin de establecer la estructura o comportamiento del evento de estudio, los autores se basan en la indagación, observación, registro y definición de la naturaleza del problema y no en los hechos causales del mismo, describiendo de manera precisa las características de la población y dando a conocer el tipo y nivel de la presente investigación, siendo estos de tipo documental y de nivel descriptivo.

Para Ruiz (citado por Bernal, 2006):

En la investigación descriptiva, se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características, de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos prototipos, guías, etcétera. Pero no se dan explicaciones o razones del porqué de las situaciones, hechos, fenómenos etcétera; la investigación descriptiva se guía por las preguntas de investigación que se formula el investigador; se soporta en técnicas como la encuesta, entrevista, observaciones y revisión documental (p. 136).

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

Según Arias, F. (2012), “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p. 81).

De eso se desprende la población objeto de la investigación en cuestión, la cual será del tipo finita y se define como aquella cuyos elementos en su totalidad son identificables por el investigador. Por ende, la población de estudio, es la empresa de transporte de carga pesada Inversiones Invermack, constando por 37 conductores adscritos a dicha compañía, quienes realizan funciones de transporte de mercancía mediante el uso de vehículos pesados.

#### **Cuadro N° 3 Población involucrada en la investigación**

<b>Lugar</b>	<b>Cantidad</b>
Inversiones Invermack	25

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

### **3.4.2. Muestra**

La muestra en palabras de Arias, F. (2012), se define como el: “...subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83).

Asimismo, Arias (citado por Ramírez, 2010), señala que “son varios los autores que recomiendan trabajar en investigaciones sociales, con aproximadamente, un 30% de la población”. (p. 87).

Por su parte, Hernández (citado por Castro, 2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (p. 69).

Por consiguiente, los autores de la investigación, consideran la muestra igual a la población, ya que la misma cuenta con 37 individuos para su estudio.

## **3.5. Técnica de recolección de datos**

### **3.5.1. Determinación de la muestra**

El Manual TG UAH (Universidad Alejandro de Humboldt) (2016 p.33) afirma que:



Las técnicas de recolección de información son las directrices que van a permitir obtener informaciones, datos u opiniones sobre el tema que se está investigando. Entre las técnicas se tienen: (a) la observación, (b) la entrevista, (c) la encuesta, (d) la técnica socio métrica y (e) escala de actitud.

### 3.5.2. Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son definidas por Arias, F. (2012), como “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”. (p, 67).

Para la presente investigación serán utilizadas tres técnicas para la recolección de información, las mismas serán: La investigación documental, la observación directa, la encuesta y la entrevista.

**La observación directa:** es una técnica que consiste en observar directamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo que servirá de apoyo para obtener la mayor cantidad de datos.

En este caso, se observaron los factores que influyen en los accidentes de vehículos pesados, el tipo de manejo de diversos conductores de los mismos, sus puntos de concentración a la hora de manejar, y las principales distracciones que se topan en la vía.

**La encuesta:** Es la obtención de información de los sujetos de estudio, siendo facilitada por los mismos, sugerencias, entendimiento u opiniones. Existen dos maneras de obtener dichos datos.

Para la presente investigación la encuesta se llevará a cabo de manera escrita utilizando como instrumento el cuestionario, el cual consta de una serie de preguntas relativas a un evento, situación o temática particular sobre el punto de interés.

El cuestionario está conformado por un total de 16 preguntas cerradas, las cuales tendrán por respuesta Si o No, elaboradas por los presentes autores con el fin de ubicar información acerca de los requerimientos necesarios que el sistema propuesto debe lograr. Este se aplica a la muestra seleccionada la cual está conformada por veinte (20) personas, cabe destacar que estas preguntas se realizarán tomando en cuenta los indicadores de cada una de las variables de investigación.

**La entrevista:** Se determinarán factores importantes en la realización del sistema propuesto, sin embargo, esta no se tabulará, los autores tomarán nota de todo lo relevante para el desarrollo del sistema propuesto en un cuaderno de notas de uso personal.

### **3.5.3. Instrumentos**

Según Arias, F. (2012), “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (p, 68).

Por lo tanto, una de las técnicas que será utilizada para la recolección de datos en la presente investigación será la observación directa, así como también, la aplicación de la encuesta y la entrevista, los cuales fueron definidos en el apartado anterior. Dichos instrumentos, permitirán la agrupación de datos tomados de la fuente, sin ser manipulados o tratados de moldear por procedimientos algunos.

#### **3.5.4. Validez**

Para Sampieri, R. (2000), la validez de la investigación se define por “Se refiere al grado en que un instrumento de recolección de información mide lo que en realidad se desea medir y ésta se determina con un procedimiento llamado juicio de expertos”. (p. 332).

De esta manera, la validez de los instrumentos será determinada por un conjunto de expertos pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Santa María con sede en La Florencia; en donde el juicio de expertos de acuerdo con la definición planteada por Escobar y Cuervo (2008) “Una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones.” (p.29).

#### **3.5.5. Confiabilidad**

La confiabilidad para el metodólogo Sampieri, R. (2000), es definida como: “El grado en que la aplicación repetida de un instrumento

de medición al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados”. (p. 332). La anterior afirmación expone que al producir el mismo resultado de manera repetitiva a un sujeto específico, esta, no sufrirá variaciones.

Uno de los procedimientos de mayor uso para el cálculo y determinación de la confiabilidad, es el Coeficiente K-20. Donde el mismo es definido por Kuder y Richardson (1937) citados por Barón, L. (2010) como: “El estimado de homogeneidad usado para instrumentos que tienen formatos de respuestas dicotómicas. La técnica se establece en una correlación que es basada sobre la consistencia de respuestas a todos los ítems de un test que es administrado una vez”. (p.35).

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} * \frac{st^2 - \sum p.q}{st^2}$$

Donde:

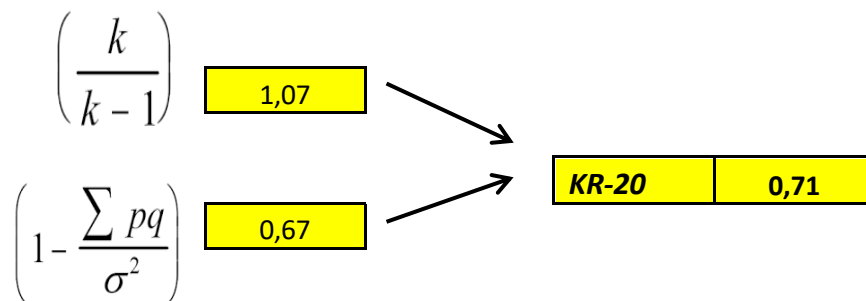
- k = Número de ítems.
- $st^2$  = Varianza de los puntajes
- p = Probabilidad de ocurrencia.
- q = Probabilidad de falla.

La fórmula propuesta en el método K-20 obtenemos el grado de confiabilidad del instrumento aplicado. A continuación, los cálculos del instrumento aplicado:

**Cuadro N° 4. Estimación de la confiabilidad del método K20.**

Individuos	PREGUNTAS												
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
2	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
6	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	7
7	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
8	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	7
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11
12	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
13	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
14	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3
15	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
16	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
17	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
18	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
19	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
20	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	8
21	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
22	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
23	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10
24	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
25	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Totales	20	16	3	24	24	24	23	24	22	20	24	19	
p	0,80	0,64	0,12	0,96	0,96	0,96	0,92	0,96	0,88	0,80	0,96	0,76	
q	0,20	0,36	0,88	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04	0,12	0,20	0,04	0,24	
p*q	0,16	0,23	0,11	0,04	0,04	0,04	0,07	0,04	0,11	0,16	0,04	0,18	
$\Sigma(p*q)$	1,21												
$\sigma^2$	3,63												
K	16												

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**



**Cuadro N° 5. Escala de interpretación de magnitud de confianza según Kuder y Richardson.**

Rango	Magnitud
0.00 a 0.20	Muy baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Media
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1.00	Muy alta

**Fuente: Ruiz, (1998, p.47).**

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Balestrini. M (2006) afirma que “Al culminar la fase de recolección de la información, los datos, han de ser sometidos a un proceso de elaboración técnica, que permite recontarlos y resumirlos”. (p.169)

Asimismo, el propósito del análisis es resumir las observaciones que se llevan a cabo buscando proporcionar respuestas a las interrogantes de la investigación, realizando así la evaluación e interpretación de los resultados.

A continuación, en el presente capítulo, se presentarán los ítems del instrumento de recolección de datos empleado, mediante gráficas, correspondiendo respectivamente a la distribución porcentual de los resultados obtenidos la aplicación del mismo. Dicho instrumento estuvo formulado de forma dicotómica y conformado a su vez por doce ítems, donde el mismo fue aplicado a 25 conductores de vehículos pesados, los cuales están adscritos a la empresa de transporte de carga pesada Inversiones Invermack, dentro de la ciudad de Miranda, en conjunto a su respectiva tabulación e interpretación de los datos registrados.

La compañía involucrada durante la aplicación del instrumento de recolección de datos fué: “Inversiones Invermack”

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°1**

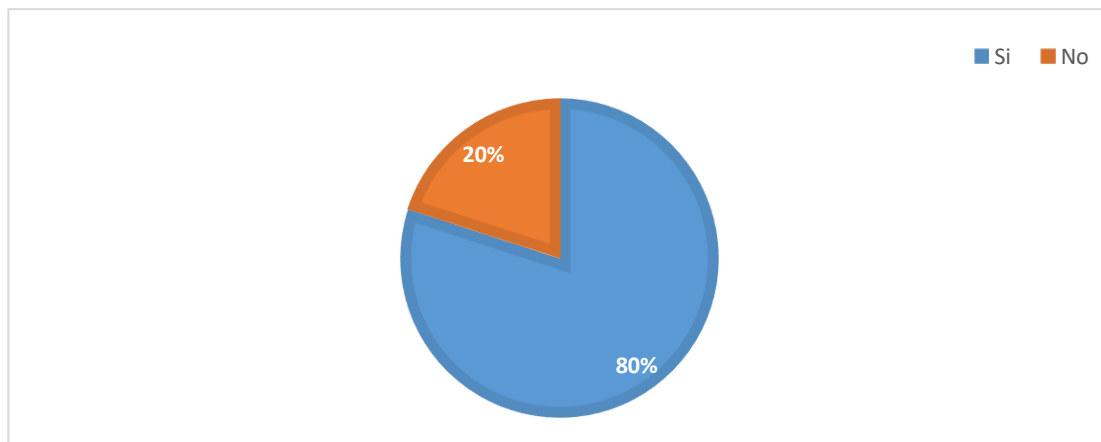
1- ¿Considera usted que los factores que inciden en los accidentes son una carencia dentro las necesidades del parque automotor?

**Cuadro N° 6. Tabulación de Datos ítem N°1.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	20	80%
No	5	20%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°1. Ítem N°1.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem N°1**

En este caso, el 80% de los conductores indicaron que los factores que inciden en los accidentes son una carencia dentro las necesidades del parque automotor.



**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°2**

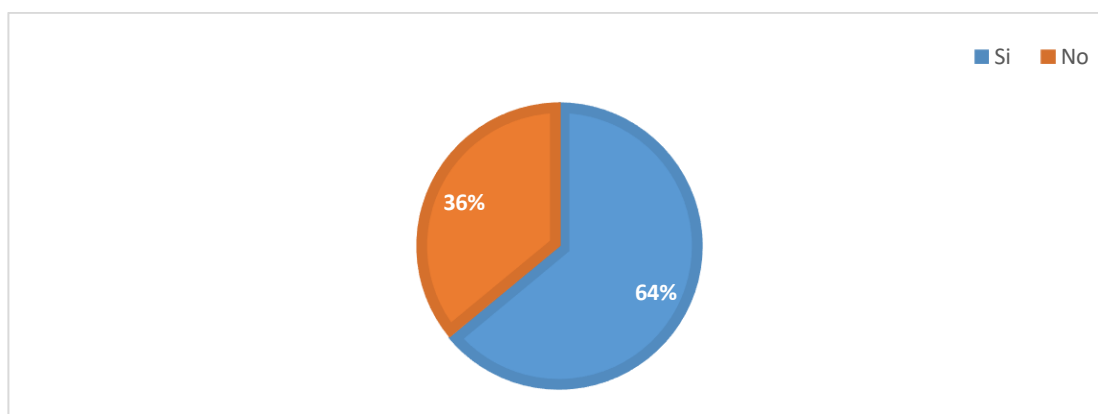
2- ¿Cree usted que el estado de los vehículos puede considerarse una carencia en las necesidades del parque automotor?

**Cuadro N° 7. Tabulación de Datos ítem N°2.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	16	64%
No	9	36%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°2. Ítem N°2.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°2**

Guardando relación con el ítem anteriormente presentado, el 64% de los conductores considera que el estado de los vehículos puede considerarse una carencia en las necesidades del parque automotor.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°3**

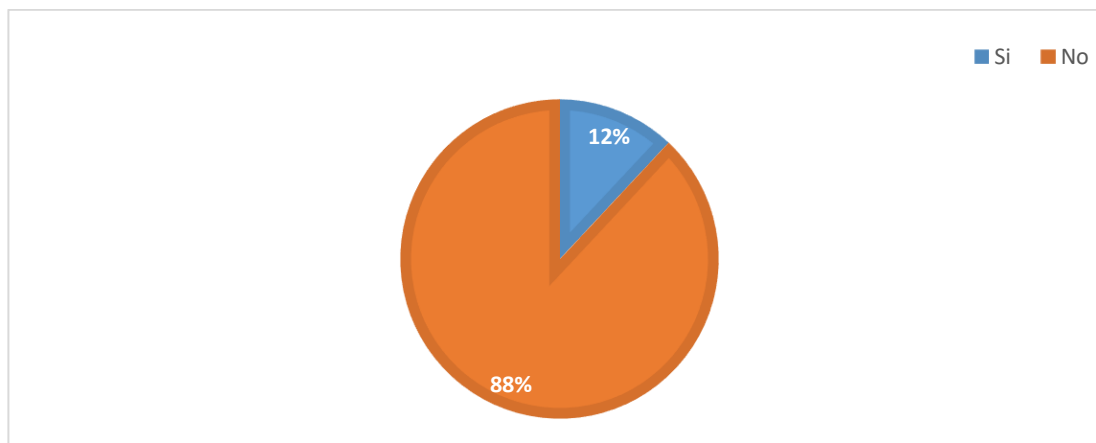
3- ¿Piensa usted que la experiencia baja es un factor presente en los conductores del estudio?

**Cuadro N° 8. Tabulación de Datos ítem N°3.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	12%
No	22	88%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°3. Ítem N°3.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°3**

El 92% de los conductores encuestados indicaron la experiencia baja es un factor que no está presente en los conductores del estudio.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°4**

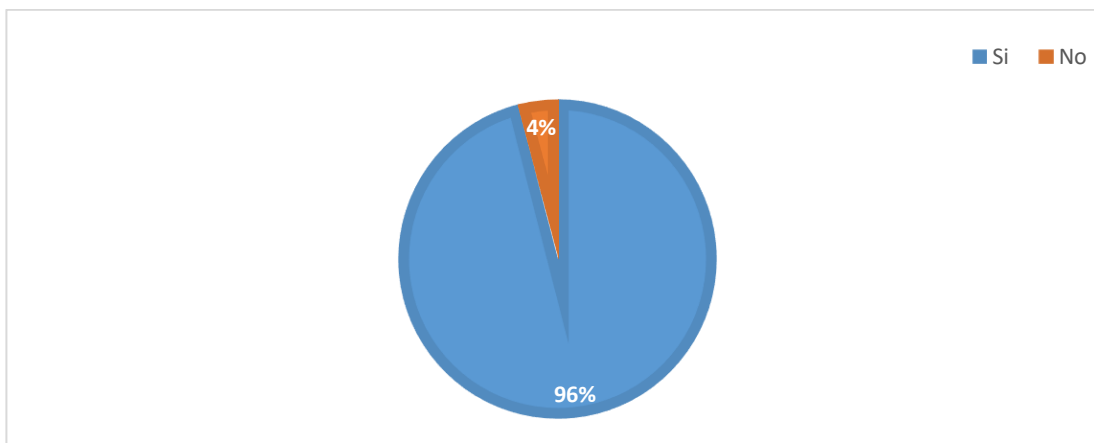
4- ¿Considera usted que el nivel de atención en la conducción es un factor que debe ser tomado en cuenta para disminuir las distracciones visuales?

**Cuadro N° 9. Tabulación de Datos ítem N°4.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	100%
No	1	0%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°4. Ítem N°4.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°4**

En el presente caso, el 100% de los conductores encuestados consideran que el nivel de atención en la conducción es un factor que debe ser tomado en cuenta para disminuir las distracciones visuales.

### **Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°5**

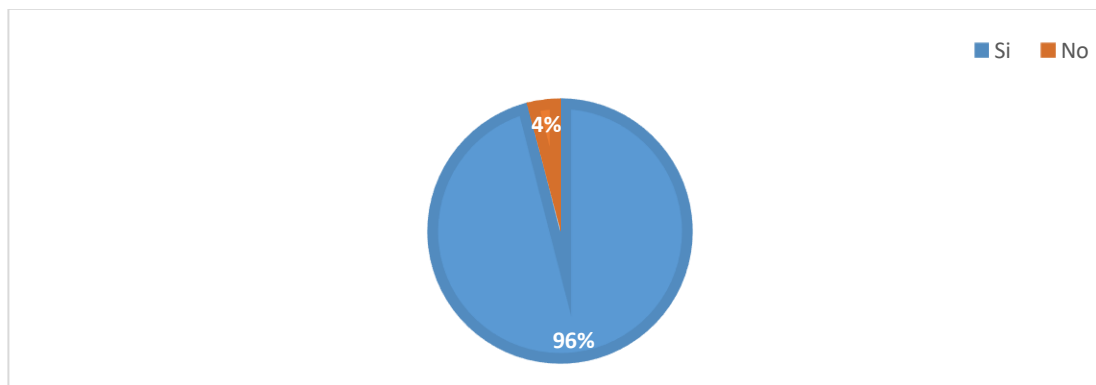
¿Cree usted que emplear controladores (alarmas, sensores, luces leds, pequeños circuitos, microcontroladores) sería una correcta opción a la tecnología utilizada en la elaboración del sistema?

**Cuadro N° 10. Tabulación de Datos ítem N°5.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	96%
No	1	4%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°5. Ítem N°5.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

### **Análisis de los resultados del Ítem n°5**

Con respecto al presente ítem, la totalidad de los conductores encuestados consideran que emplear controladores sería una correcta opción a la tecnología utilizada en la elaboración del sistema.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°6**

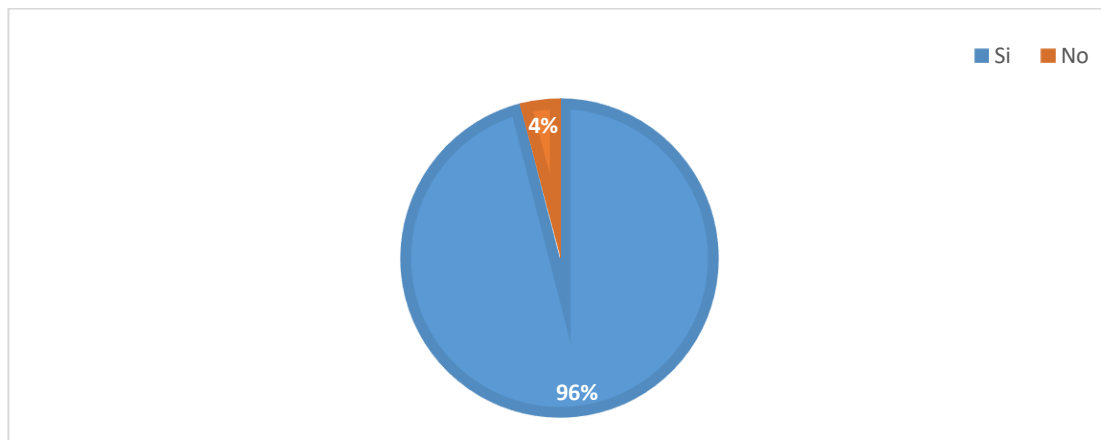
6- ¿Piensa usted que un señalizador (sensores de proximidad y luces led) sería una buena opción para emplear como tecnología dentro del sistema?

**Cuadro N° 11. Tabulación de Datos ítem N°6.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	96%
No	1	4%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°6. Ítem N°6.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°6**

En este caso, el 96% de los conductores encuestados opinan que un señalizador sería una buena opción para emplear como tecnología dentro del sistema.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°7**

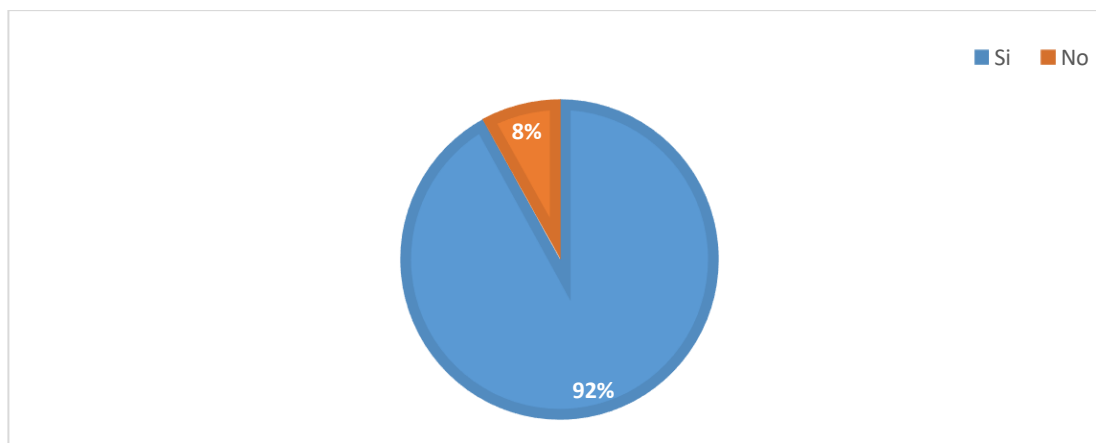
7- ¿Considera usted que la modernización e innovación serian palabras que definen el sistema a desarrollar?

**Cuadro N° 12. Tabulación de Datos ítem N°7.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	23	92%
No	2	8%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°7. Ítem N°7.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°7**

En el ítem mencionado anteriormente el 96% de los conductores encuestados consideran que la modernización e innovación serian palabras que definen el sistema a desarrollar.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°8**

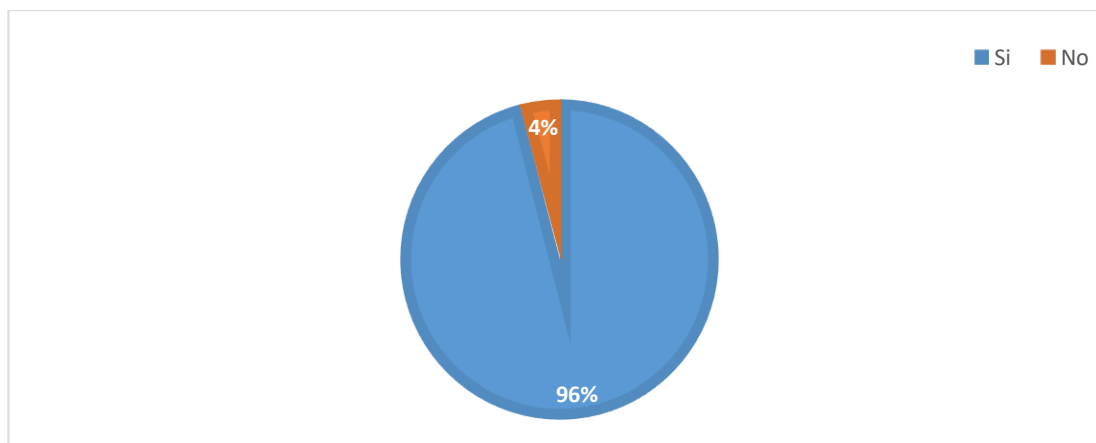
8- ¿Cree usted que la adaptabilidad es importante para ser considerado como un sistema innovador?

**Cuadro N° 13. Tabulación de Datos ítem N°8.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	100%
No	1	0%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°8. Ítem N°8.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°8**

El 100% de los conductores encuestados manifestó que la adaptabilidad es importante para ser considerado como un sistema innovador.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°9**

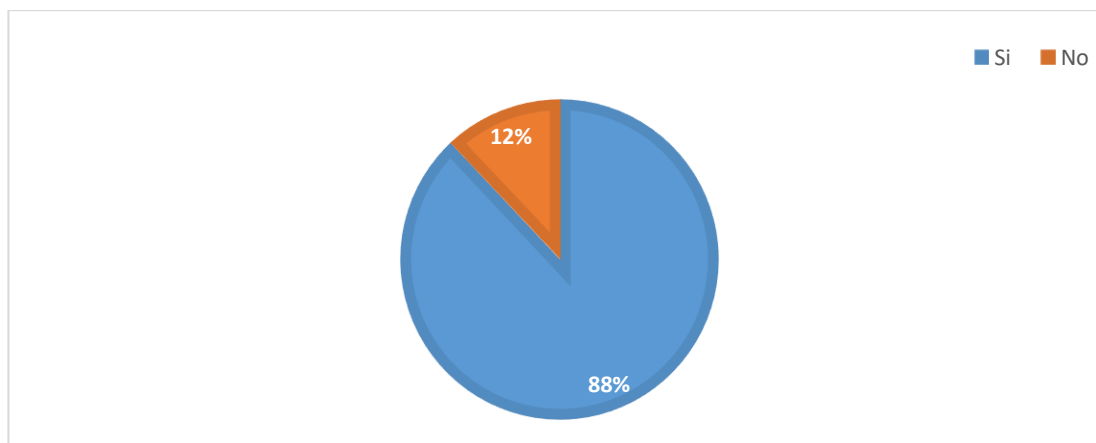
9- ¿Piensa usted que la tasa de mortalidad por accidentes en los conductores es importante para el sistema a desarrollar?

**Cuadro N° 14. Tabulación de Datos ítem N°9.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	22	88%
No	3	12%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°9. Ítem N°9.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°9**

En el ítem presentado, un 76% de los conductores de vehículos pesados encuestados manifestó que la tasa de mortalidad por accidentes en los conductores es importante para el sistema a desarrollar



**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°10**

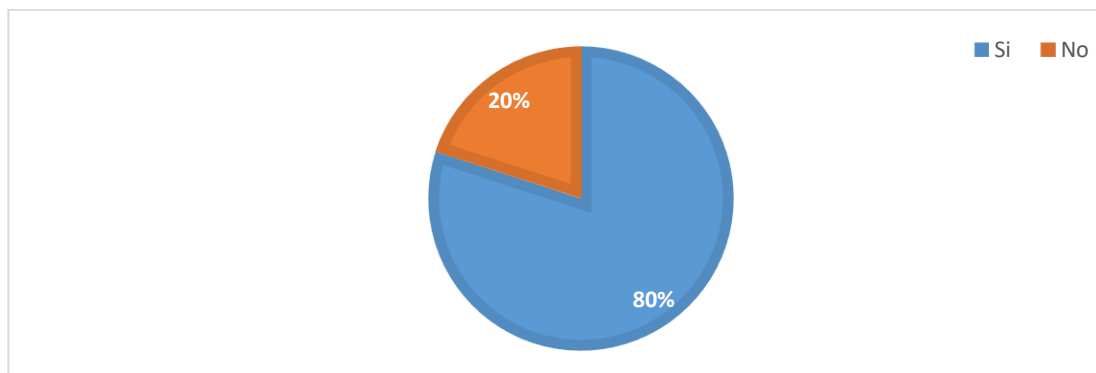
10- ¿Considera usted que el grado de lesión del conductor es importante para el sistema a desarrollar?

**Cuadro N° 15. Tabulación de Datos ítem N°10.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	20	80%
No	5	20%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°10. Ítem N°10.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°10**

El motivo de la distribución presentada en las respuestas ofrecidas por los conductores encuestados, es motivado a que el 80% de los mismos, indica que el grado de lesión del conductor es importante para el sistema a desarrollar.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°11**

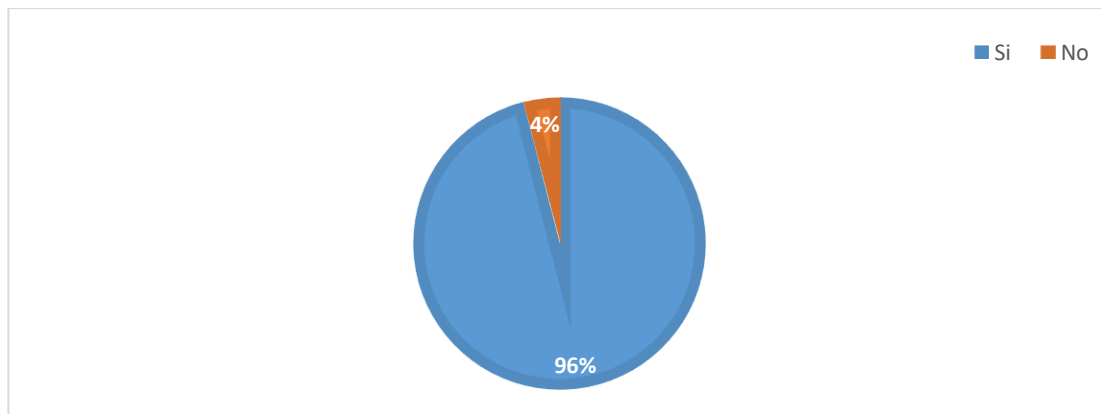
11- ¿Cree usted que la mecánica del vehículo es un factor importante para diseñar el sistema?

**Cuadro N° 16. Tabulación de Datos ítem N°11.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	100%
No	1	0%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°11. Ítem N°11.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°11**

La distribución presentada en las respuestas ofrecidas por los conductores encuestados, demuestra que el 100% de los mismos, indica que la mecánica del vehículo es un factor importante para diseñar el sistema.

**Frecuencias y porcentajes de las respuestas registradas por la muestra en el Ítem N°12**

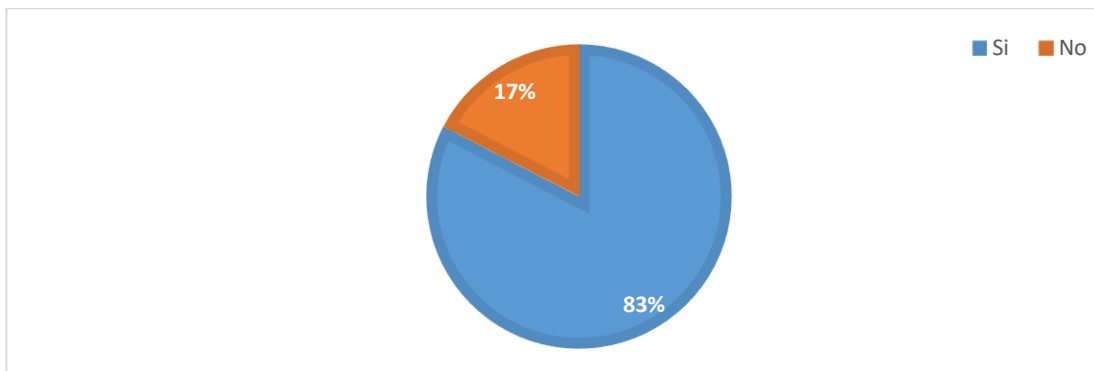
12- ¿Piensa usted que el mantenimiento del vehículo debe ser tomado en cuenta a la hora de implementar el sistema?

**Cuadro N° 17. Tabulación de Datos ítem N°12.**

Atributos	Frecuencia	Porcentaje
Si	19	83%
No	4	17%
Total	25	100%

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Gráfico N°12. Ítem N°12.**



**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

**Análisis de los resultados del Ítem n°12**

El presente ítem demostró que el 80% opina que el mantenimiento del vehículo debe ser tomado en cuenta a la hora de implementar el sistema.

## **CAPÍTULO V**

### **LA PROPUESTA**

#### **5.1. Denominación de la propuesta**

Según Palella, S. y Martin, F. (2006) la propuesta debe “estar sustentada en un enfoque teórico de planificación que permita establecer sus elementos, objetivos, contenidos, estrategias, acciones, actividades, indicadores, entre otros. Además, debe presentar el estudio de factibilidad (legal, económica, técnica y financiera)” (p.219).

En ese mismo sentido, la siguiente propuesta tiene como propósito, dar respuesta a la problemática presentada dentro del parque automotor de Miranda en cuanto a los accidentes de vehículos pesados ocasionados por distracciones, fatiga y falta de pericia de los conductores.

Así pues, generando la oportunidad de diseñar y desarrollar un sistema que permita prevenir accidentes de tránsito mediante el uso de inteligencia artificial para realizar un rastreo ocular, monitoreando de esta manera los puntos de concentración, presencia de micro sueños durante el manejo, los puntos ciegos del vehículo, ofreciéndole a los conductores una herramienta para mantenerse alertas y aumentando su seguridad, evitando así posibles incidencias durante el manejo, de esta manera, enmarcándose,

en la modalidad de proyecto factible, buscando dar una viable al problema planteado a lo largo de la investigación.

- Proponer una solución tecnológica que permita ayudar a los conductores de vehículos pesados del estado Miranda a disminuir los accidentes de tránsito ocasionados por distracciones, fatiga y falta de pericia.

## **5.2. Título de la propuesta**

Propuesta para la elaboración de un sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de “Deep Learning” aplicadas al seguimiento ocular.

## **5.3. Diagnóstico de la propuesta**

Partiendo de la aplicación del instrumento de recolección de datos para establecer el diagnóstico de la situación actual y tomando en cuenta las respuestas obtenidas durante el capítulo IV, con la finalidad de establecer un diagnóstico de la situación actual, se propone desarrollar un sistema experto basado en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados mediante el seguimiento del movimiento ocular utilizando técnicas de “Deep Learning”.

Asimismo, el sistema anteriormente propuesto, tiene como fin, que el conductor cuente con una herramienta que le facilite tomar decisiones sobre el manejo al cubrir los puntos ciegos del vehículo, según sea la dirección a la que se dirija mediante luces leds posicionadas en los retrovisores, y a su vez, permita al conductor mantenerse alerta en caso de

sufrir micro sueños durante el manejo, mediante una bocina que mantenga despierto al conductor para poder tomar decisiones según sea su situación.

En este sentido, se decidió plantear el diseño y desarrollo de la propuesta como un sistema tecnológico adaptable a cualquier vehículo pesado mediante el uso del S.O Linux for Tegra (L4T), utilizando como lenguajes de programación Python para el BackEnd y la lógica del sistema, HTML/CSS para el diseño y estructura del FrontEnd, JavaScript para la interfaz de usuario y la aplicación web, C y C++ para interactuar con el controlador Arduino UNO y los componentes.

Una vez instalado el sistema dentro de un vehículo pesado, el conductor contará con unas luces led en cada retrovisor, las cuales encenderán al dirigir la mirada en la dirección respectiva y existiendo algún objeto dentro del ángulo muerto. Por otro lado, si el conductor llegase a experimentar micro sueños durante el manejo, una alarma emitiría ruidos para mantenerlo alerta del camino.

Además de lo mencionado anteriormente, el sistema contará con una página web para monitorear los eventos de la cámara y registrar las estadísticas de cada conductor en tiempo real.

## **5.4. Objetivos del modelo**

### **5.4.1. Objetivo general**

Proponer el desarrollo de un sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de “Deep Learning” aplicadas al seguimiento ocular.

### **5.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la factibilidad de la implementación de un sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de “Deep Learning” aplicadas al seguimiento ocular.
- Estructurar el modelo de datos el cual será utilizado como método de aprendizaje para clasificar la data entrante al sistema.
- Definir una API para cumplir con las necesidades lógicas y funcionales detectadas en el análisis del proceso.
- Codificar el sistema en el lenguaje de programación Python.
- Diseñar una interfaz gráfica y dinámica con React.
- Implementar el sistema en un ambiente para sus respectivas pruebas y aprobación.

### **5.5. Justificación de la Propuesta**

El desarrollo de un sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de “Deep Learning” aplicadas al seguimiento ocular, representa un excelente punto de inicio para promover otras áreas de desarrollo tecnológico en el país, siendo una solución viable que puede ayudar a evitar accidentes de tránsito.

De igual forma, se estima que con la implementación se permitirá disminuir la tasa de accidentes de tránsito y pérdidas ocasionadas por los mismos, brindando una herramienta a los múltiples conductores de vehículos pesados, proporcionando ventajas que faciliten tanto el control y monitoreo de los trabajadores durante el traslado, como una notoria mejora de seguridad.

En tal sentido, el “Deep Learning” nos permite obtener respuestas muy concretas en base a un modelo de datos el cual denominamos información, y que, al mismo tiempo, esta proviene de un conocimiento previo acerca de un evento de estudio.

Por otro lado, para las empresas de carga con vehículos pesados, se verían beneficiadas a la hora de llevar un control de sus conductores y el estado de los mismos durante la conducción, permitiéndoles así, comunicarse con ellos y prestarles asistencia en caso de una eventualidad, o de ser necesario por cualquier otro requerimiento.

De igual modo, se daría pie a la innovación de muchas áreas, permitiendo mejoras tecnológicas como la propuesta presentada



anteriormente, la cual puede ayudar a despertar el interés en los desarrolladores del país para promover de esta manera, ideas de sistemas que incluyan inteligencia artificial, tanto asociado a la seguridad vial, como cualquier otro ámbito.

## **5.6. Fundamentación Teórica**

Para el desarrollo de esta propuesta se utilizó la metodología RUP, con la finalidad de poder desarrollar los objetivos contemplados en esta investigación.

**Proceso Racional Unificado (RUP):** Es un proceso de desarrollo de software y junto al Lenguaje Unificado de Modelado (UML), constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. La metodología RUP no representa un sistema con pasos firmemente establecidos, sino, un conjunto de fases adaptables al contexto y necesidades de cada organización, para así, lograr aumentar la productividad y la calidad en el proceso de desarrollo.

De acuerdo a la metodología RUP, durante cada fase se generan artefactos o ejecutables, los cuales son empleados para ir documentando el proyecto, facilitando el seguimiento de los procesos.

Por lo tanto, RUP es una metodología flexible la cual busca la adaptación al proyecto que se esté tratando y lo que busca es la calidad en la mejor forma. La metodología RUP está formada por cuatro fases, las cuales son:

**Fase de diseño:** En esta fase se busca definir los alcances y el propósito del proyecto, con la finalidad de otorgar una visión general de lo que al software se refiere y acordar puntos de revisión. Los objetivos propuestos para esta fase son:

- Determinar el alcance del proyecto con la visión que se posee.
- Establecer los flujos de trabajos con las partes interesadas.
- Definir los objetivos, arquitectura y planificación del proyecto.
- Desarrollar el caso de uso general del inicio del proyecto, en el cual se plasma el contexto general del negocio.

**Fase de Elaboración:** En esta fase es fundamental establecer la estructura y diseño del proyecto, además de presentar los riesgos principales que puedan afectar al sistema durante su ejecución, como también, las medidas a tomar en cuenta para eliminar o minimizar los riesgos, presentando como resultado de esta fase, un sistema modelo. Podemos nombrar como objetivos principales de la fase lo siguiente:

- Definir las necesidades secundarias.
- Detallar la arquitectura que debe poseer el software.
- Diseñar los puntos de iteraciones para cada caso.
- Realizar un sistema modelo.

**Fase de Construcción:** En esta fase, el objetivo primordial es la puesta en marcha del sistema modelo antes mencionado, por lo que debe

volverse utilitario para poder ser entregado al cliente. Todo esto debe cumplir con varias características como haber superado las iteraciones realizadas de forma creciente. En esta fase se deben aminorar lo mayor posible los costos para aprovechar al máximo las fechas pautadas en el calendario inicial mejorando la calidad del producto. Las actividades que se ejecutan en esta fase son las siguientes:

- Verificación final del diseño creado.
- Descripción de cada versión.
- Incorporar el sistema.

**Fase de Transición:** El propósito principal de esta fase, es la entrega del producto final al cliente, durante esta fase deben cumplirse los siguientes puntos:

- Entrenamiento a usuarios finales.
- Documentación final del sistema.
- Adaptación del sistema de acuerdo a lo que solicita el cliente.

## **5.7. Diseño de la Propuesta**

El diseño de la propuesta que se presenta a continuación, se define como un sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de “Deep Learning” aplicadas al seguimiento ocular.

### **5.8. Estudio de Factibilidad del Sistema**

El estudio de factibilidad se realiza con el fin de determinar la viabilidad y éxito del proyecto, evaluando varias variables que determinan su éxito, entre ellas tenemos, la factibilidad técnica, económica y operativa. Kendall y Kendall (2000), plantean que “la factibilidad del proyecto no es una decisión a ser tomada por el analista de sistemas sino por la administración” (p.53). Por tal razón, se puede decir que las decisiones están basadas en los datos de factibilidad recolectados en forma experta y profesional presentados por el analista.

### **5.9. Factibilidad Operativa**

Según Kendall y Kendall (1997) “dependen de los recursos humanos disponibles para el proyecto, e involucra proyectar si el sistema operará y será usado una vez que éste instalado” (p.53). En busca de la aceptación del sistema propuesto, este trata de cubrir todas las expectativas y los requerimientos para mejorar la seguridad vial y disminuir los accidentes en vehículos pesados. A continuación, se mostrará el cuadro referente a las actividades contempladas durante la elaboración de la propuesta planteada:

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

[illegible]

### **5.10. Factibilidad Técnica**

Para Whitten, Bentley y Barlow (2000), la factibilidad técnica satisface como medida preliminar “el éxito de la puesta en práctica de una solución técnica específica y de la disponibilidad de los recursos y los conocimientos técnicos necesarios” (p.854), que se ha de utilizar dentro de este proyecto de investigación. A continuación, se muestran los principales recursos técnicos que serán utilizados en la implementación y desarrollo del sistema:

**Cuadro N°19. Factibilidad Técnica de Hardware y Software**

Hardware	Software
Dell I7, 16Gb Ram, 8Gb VRam	Jetpack 5.1.1 - Linux/Ubuntu
Módulo Arduino UNO	Windows 10
Módulo de ultrasonido HC-SR04	PyCharm 2023.1
Luces led	Visual Studio Code
Modulo regulador de voltaje reductor	Python 3.9 o superior
Modulo regulador de voltaje elevador	PyTorch
Kit de cables DuPont	Django - Django REST Framework
Protoboard	Flask
Batería 12v, 6Amp	Jinja2
Jetson nano Developer Kit	OpenCV
Cámara Arducam IMX477	NumPy
	HTML/CSS
	JavaScript
	React
	IDE de Arduino
	C/C++
	pySerial
	MySQL

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

### 5.11. Factibilidad Económica

La factibilidad económica está directamente relacionada con los costos generados por el desarrollo del sistema con el éxito que este pueda tener, al respecto Whitten, Bentley y Barlow (2000), es definida como “una medida de la eficacia de los costos asociados a un proyecto o una solución” (p.854).

De esta forma, se obtienen los costos de inversión, este estudio contribuye con la información resultante del estudio de mercado y estudio técnico, y es transformada en valores, por lo que el objetivo principal de este estudio es organizar y procesar la información que se tiene para la obtención de resultados que sirvan de base para su evaluación.

A continuación, se presentan cuadros de costos con determinados ítems a ser evaluados, acerca de los costos que generaría el proyecto, para llevar a cabo la implementación y el correcto funcionamiento de la aplicación.

**Cuadro N°20. Recursos Humanos**

Descripción	Cantidad	Horas	Costo/H	Costo total
Análisis y diseño del sistema.	1	120	10\$	1200\$
Desarrollo e implantación	1	480	10\$	4800\$
<b>Total</b>		<b>600</b>		<b>6000\$</b>

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**



Cabe destacar, que el costo por hora se calculó en base al sueldo mensual de un programador Senior en Venezuela, expresado en una moneda internacional como lo es el Dólar Estadounidense.

### **Cuadro N°21. Hardware empleado**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Módulo Arduino UNO	1	20\$
Módulo de ultrasonido HC-SR04	2	10\$
Luces led	2	2\$
Modulo regulador de voltaje reductor	1	10\$
Modulo regulador de voltaje elevador	1	10\$
Kit de cables DuPont	3	6\$
Protoboard	1	5\$
Batería 12v, 6Amp	1	20\$
Jetson nano Developer Kit	1	200\$
Cámara Arducam IMX477	1	150\$
Desktop gama media-alta I7, 8GB UVRAM	1	1200\$
Bocina 12V	1	5\$
Fuente de alimentación 12V, 6Amp	1	10\$
<b>Total</b>		<b>1.648\$</b>

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

### **Cuadro N°22. Costos totales**

<b>Costos</b>	<b>Hardware</b>	<b>Software</b>
	<b>1.648\$</b>	<b>6.000\$</b>
<b>Total</b>	<b>7.648\$</b>	

**Fuente: Larrosa, J. Fernández, I. (2023)**

### **5.12. Análisis costo/beneficio**

En función al resultado obtenido del estudio de factibilidad técnica, operativa y económica, se puede decir que el sistema experto en el procesamiento de imágenes para la prevención de accidentes en vehículos pesados usando técnicas de “Deep Learning” aplicadas al seguimiento ocular es totalmente viable debido a que:

- Es un sistema de bajo costo, aplicable a cualquier vehículo pesado.
- La empresa aumentaría el nivel de seguridad que tienen sobre sus vehículos durante los viajes y traslados.
- Permite un constante trato y monitoreo de los conductores en caso de cualquier eventualidad.
- Disminuirá los costos generados luego de un accidente de tránsito, ya que el sistema, disminuiría las probabilidades de que ocurran.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente capítulo, según Palella, S. y Martin, F. (2006) consiste en “Se establece un cuerpo de recomendaciones sólo como consecuencia del estudio realizado. No se puede recomendar sobre lo que se cree, sino sobre lo que se observó o evidenció como aspecto susceptible de ser mejorado” (p.111).

En el presente capítulo, se busca dar evidencia de las respuestas a las interrogantes formuladas, de acuerdo a los resultados obtenidos, el logro de los objetivos propuestos en la investigación, así como la interacción con las respectivas variables anteriormente planteadas.

#### **6.1. Conclusiones**

Tomando en cuenta las respuestas obtenidas en los ítems presentados en el capítulo IV, se logra evidenciar lo siguiente:

- Una cantidad relevante de conductores de vehículos pesados aseguran que es necesaria una modernización e innovación de las herramientas de seguridad vial.
- La mayoría de los conductores encuestados están de acuerdo con el uso de controladores, señalizadores y pequeños circuitos a la hora de diseñar un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando

- Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular. Al igual que el punto anterior, los conductores de vehículos pesados concuerdan con el diseño de un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados usando Técnicas de Deep Learning aplicadas al Seguimiento Ocular.

## **6.2. Recomendaciones**

Según los resultados obtenidos y las conclusiones que han sido planteadas anteriormente, son presentadas las siguientes recomendaciones para solventar la problemática en cuestión.

- Implementar el sistema propuesto.
- Llevar a cabo un seguimiento periódico de las respuestas generadas por el sistema propuesto, en búsqueda de solventar posibles fallas y poder realizar mejoras en las futuras versiones.

## ANEXOS

### ANEXO – A



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD SANTA MARÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN: SISTEMAS

PROYECTO DE GRADO II

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

##### Saludos. -

Me dirijo a usted en su calidad de experto (a) en el tema de Inteligencia artificial, a fin de solicitarle la corrección y validación en cuanto a pertinencia, coherencia de cada ítem del cuestionario correspondiente al proyecto: **Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados Usando Técnicas de “Deep Learning” Aplicadas al Seguimiento Ocular.**

Con la finalidad de obtener la validación, usted debe:

- Leer detenidamente cada ítem
- Utilizar el formato ubicado en el recuadro para indicar el grado de acuerdo o desacuerdo en cada ítem marcando con una equis (x) en el espacio señalado de acuerdo a los siguientes criterios:
  1. Pertinencia: El ítem se ajusta al objetivo de la investigación
  2. Coherencia: Evidencia integración entre los enunciados conceptuales y el objetivo de la investigación.
  3. Redacción: Los enunciados de cada ítem están redactado de manera lógica sintáctica y semánticamente
  4. Ortografía: Los enunciados de los ítems se ajustan a las normas ortográficas
- En cada aspecto deberá emitir su opinión de acuerdo a la siguiente escala:
  1. Aceptable: El ítem está bien construido en cuanto a su forma y contenido
  2. Mejorable: El ítem requiere ser revisado en su elaboración para mejorar su contenido o su forma
  3. Rehacer: El ítem precisa de reelaboración tanto en su forma como en su contenido.

### CUESTIONARIO

Trabajo de Investigación para un proyecto de un Sistema Experto en el Procesamiento de Imágenes para la Prevención de Accidentes en Vehículos Pesados Usando Técnicas de “Deep Learning” Aplicadas al Seguimiento Ocular

A continuación, se presenta una serie de preguntas las cuales debe responder de forma afirmativa o negativa, según su criterio, colocando una X en el espacio correspondiente.	SI	NO
¿Considera usted que los factores que inciden en los accidentes son una carencia dentro las necesidades del parque automotor?		
¿Cree usted que el estado de los vehículos puede considerarse una carencia en las necesidades del parque automotor?		
¿Piensa usted que la experiencia baja es un factor presente en los conductores del estudio?		
¿Considera usted que el nivel de atención en la conducción es un factor que debe ser tomado en cuenta para disminuir las distracciones visuales?		
¿Cree usted que emplear controladores (alarmas, sensores, luces leds, pequeños circuitos, microcontroladores) sería una correcta opción a la tecnología utilizada en la elaboración del sistema?		
¿Piensa usted que un señalizador (sensores de proximidad y luces led) sería una buena opción para emplear como tecnología dentro del sistema?		
¿Considera usted que la modernización e innovación serian palabras que definen el sistema a desarrollar?		
¿Cree usted que la adaptabilidad es importante para ser considerado como un sistema innovador?		
¿Piensa usted que la tasa de mortalidad por accidentes en los conductores es importante para el sistema a desarrollar?		
¿Considera usted que el grado de lesión del conductor es importante para el sistema a desarrollar?		
¿Cree usted que la mecánica del vehículo es un factor importante para diseñar el sistema?		
¿Piensa usted que el mantenimiento del vehículo debe ser tomado en cuenta a la hora de implementar el sistema?		

Ítems	Pertinencia			Coherencia			Redacción			Ortografía			Observación	
	A	M	R	A	M	R	A	M	R	A	M	R		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

Observaciones :

---

---

---

---

---

---

---

---

Apellido y Nombre del Experto: \_\_\_\_\_

Cédula de Identidad: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha de Validación \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## ANEXO – B

## Matriz de validación experto 1

Ítems	Pertinencia			Coherencia			Redacción			Ortografía			Observación
	A	M	R	A	M	R	A	M	R	A	M	R	
1	✓			✓			✓			✓			
2	✓			✓			✓			✓			
3	✓				✓			✓		✓			Nota 1
4	✓			✓			✓			✓			
5	✓				✓			✓		✓			Nota 2
6	✓				✓			✓		✓			Nota 3
7	✓				✓			✓		✓			Nota 4
8	✓				✓			✓		✓			
9	✓				✓			✓		✓			Nota 5
10	✓				✓			✓		✓			Nota 6
11	✓				✓			✓		✓			Nota 7
12	✓				✓			✓		✓			

Observaciones:

Nota 1: La Redacción No es Correcta, la Experiencia GATA ES UN FACTOR presente en los conductores DEL ESTUDIO

Nota 2: se Debe especificar q- tipo DE Controladores.

Nota 3: se Debe especificar el tipo DE Señalizador

Nota 4: Notar la utilización DE "sistema presente" lo correcto es "sistema A desarrollar"

Apellido y Nombre del Experto: CARLOS FERRER

Cédula de Identidad: 9417183

Teléfono: 04167267490

Firma:



Fecha de Validación \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nota 5 = La palabra "Tasa" debe ir en minúscula

Nota 6 = "Grado de Lesión", Entiendo que se refiere Al nivel de Lesiones en los Accidentes.

Nota 7 = Creo que en vez de "Implementar", lo correcto es "Diseñar el sistema"



## ANEXO – C

### Matriz de validación experto 2

Ítems	Pertinencia			Coherencia			Redacción			Ortografía			Observación
	A	M	R	A	M	R	A	M	R	A	M	R	
1	X			X			X			X			
2	X			X			X			X			
3	X			X			X			X			
4	X			X			X			X			
5	X			X			X			X			
6	X			X			X			X			
7	X			X			X			X			
8	X			X			X			X			
9	X			X			X			X			
10	X			X			X			X			
11	X			X			X			X			
12	X			X			X			X			

Observaciones :

---



---



---



---



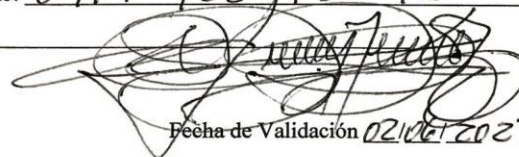
---

Apellido y Nombre del Experto: CAMARGO PEDRO

Cédula de Identidad: 4.629.646

Teléfono: 0414-926-75-43

Firma: \_\_\_\_\_



Fecha de Validación 02/06/2023

## ANEXO – D

### Matriz de validación experto 3

Ítems	Pertinencia			Coherencia			Redacción			Ortografía			Observación	
	A	M	R	A	M	R	A	M	R	A	M	R		
1	X			X			X			X				
2	X			X			X			X				
3	X			X			X			X				
4	X			X			X			X				
5	X			X			X			X				
6	X			X			X			X				
7	X			X			X			X				
8	X			X			X			X				
9	X			X			X			X				
10	X			X			X			X				
11	X			X			X			X				
12	X			X			X			X				

Observaciones :

*Destacando Pertinencia*

Apellido y Nombre del Experto: NOBALES DIAZ ANIBAL CEVALLOS

Cédula de Identidad: 6233700

Teléfono: 0424/2414337

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha de Validación 05/06/2023

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

### Bibliográficas

- Arias, Fidas. G. (2006) *El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica*. (6ª Edición). Caracas: Episteme.
- Balestrini, Acuña. M. (2006) *Como se Elabora el Proyecto de Investigación* (7ª Edición) Caracas: Servicio Editorial.
- Bautista, M. (2009) *Manual de Metodología de Investigación* (3ª Edición) Caracas: TALITIP
- Castro, M. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración*. (2ª Edición). Caracas: Uyapal.
- Martins, Pestana. F y Santa Palella, S. (2006) *Metodología de la Investigación Cuantitativa* (2ª Edición) Caracas: FEDUPEL.
- Observatorio Seguridad Vial. (2015). *III Informe sobre la situación de seguridad vial en Venezuela: Observando desde la sociedad civil 2014*. (1ª Edición) Caracas: Asociación Civil Paz Activa.
- Ramírez Sánchez, C. (2020). *Aplicación móvil para el reconocimiento y validez de billetes circulantes en el territorio nacional para personas con discapacidad visual*. (Tesis de pregrado, para optar al título de ingeniero en informática), Universidad Alejandro de Humboldt, Caracas, Venezuela.

Ruiz Olabuenaga, J. & Ispizua, M (1989). *La decodificación de la vida cotidiana: métodos de investigación cualitativa.*, Bilbao: Universidad de Deusto.

## Electrónicas

Anónimo (2022). *El país con mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en el mundo.* Recuperado de <https://gacetajudicial.com.do/organizacion-mundial-de-la-salud-el-pais-con-mayor-tasa-de-mortalidad-por-accidentes-de-transito-en-el-mundo/>

FARAH Law Firm. (2022). *El impacto de accidentes en Números: Accidentes de camiones hechos y estadísticas.* Recuperado de <https://justinforjustice.com/accidentes-camiones-hechos-y-estadisticas/>

MAPFRE se seguros. (2022). *7 principales causas de accidentes automovilísticos.* Recuperado de <https://www.mapfre.com.pe/viviendo-en-confianza/seguridad-vial/7-principales-causas-accidentes-auto/>

Organización de las Naciones Unidas. [ONU] (2022). *Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Accidentes de Tráfico.* Recuperado de <https://www.un.org/es/observances/road-traffic-victims-day#:~:text=En%20septiembre%20de%202020%2C%20la,lesiones%20por%20accidentes%20para%202030>

Organización Mundial de la Salud [OMS] (2022). *Traumatismos causados por el tránsito.* Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Organización Mundial de la Salud. [OMS] (2018). *Global status report on road safety 2018*. Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>

Renault Eurofranceses de México. (2020). *Principales causas de Accidentes*. Recuperado de <https://www.renaulteuro.com/blog/principales-causas-de-accidentes#:~:text=Gracias%20a%20los%20reportes%20que,y%204%25%20por%20el%20camino>.

Rodríguez, P. (2022). *Los camiones sufren más accidentes de los que provocan*. Recuperado de <https://www.fenadismerencarretera.com/camiones-sufren-mas-accidentes-que-provocan/>

THE PATEL FIRM PLLC. (2021). *¿Cuáles son los tipos más comunes de accidentes de camiones en Austin, TX?* Recuperado de <https://thepatelfirm.com/es/what-are-the-most-common-types-of-truck-accidents/>