



UNIVERSIDAD
FASTA

FACULTAD DE
**CIENCIAS JURÍDICAS
Y SOCIALES**



LIC. EN CRIMINALÍSTICA

TRABAJO DE TESIS

AUTORA: LOSE AGUSTINA

TUTORES: LIC. GACIO HERNÁN; MG. JESSURUM PAULA

ASESOR: LIC. HOLLMAN GUSTAVO

ANÁLISIS PERICIAL DE LÁMPARAS LED DE UN AUTOMÓVIL TRAS UN INCIDENTE DE TRÁNSITO



ABRIL 2023



UNIVERSIDAD
FASTA

FACULTAD DE
**CIENCIAS JURÍDICAS
Y SOCIALES**



AGRADECIMIENTOS

Brindo agradecimiento a mis tutores, asesores, y a todas aquellas personas que apoyaron y compartieron este trabajo, mediante el cual, logro alcanzar mi sueño.



DEDICATORIA

*El paso final de algo tan soñado quiero dedicárselo a mis padres, que siempre
alentaron mi estudio y pasión por la Criminalística.
Asimismo a mis hermanos, abuelos, amigos, y a cada una de las personas que
estuvieron siempre presentes durante todo este trayecto.*



INDICE

RESUMEN. PALABRAS CLAVE	4
ABSTRACT. KEYWORDS	5
INTRODUCCIÓN.....	6
MARCO TEÓRICO	9
HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	27
ANÁLISIS DE DATOS.....	30
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	32
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXO FOTOGRÁFICO	37



RESUMEN. PALABRAS CLAVE

La investigación llevada a cabo estuvo enmarcada en el ámbito de la Accidentología Forense y basada en el análisis pericial de lámparas de LED para la determinación de su estado (encendido o apagado) tras un incidente vial.

El tema desarrollado se abordó a partir del problema de investigación, que para el caso descrito fue: ¿Existirá algún indicio en la lámpara LED, el cual, permita identificar si se encontraba encendida al momento del incidente vial?

Planteada la incógnita, para su resolución, la investigadora planteó objetivos de investigación. El objetivo principal fue determinar, a partir de vestigios, si la lámpara LED se encontraba encendida o apagada al momento del incidente. Mientras que, los objetivos secundarios, observar directamente la lámpara LED y registrar si existen vestigios que permitan el cumplimiento del objetivo principal, y establecer si el tiempo de encendido, previo al incidente, influye en la aparición de vestigios.

A partir de los objetivos, se planteó una hipótesis que daría una respuesta tentativa al problema de investigación. La hipótesis general afirmó que, “tras el análisis de la lámpara LED, podrán hallarse indicios que permitan determinar si la misma se encontraba encendida o no, al momento del incidente vial”, mientras que la hipótesis derivada planteó que, “el tiempo previo de encendido de la lámpara, no influirá en la aparición de indicios”.

La experimentación del trabajo de investigación fue realizada en un taller mecánico con la supervisión de una persona idónea. En la misma se utilizaron tres lámparas LED, un elemento para golpear, batería y cables positivo/negativo, un instrumento óptico de aumento y un dispositivo celular.

Dos lámparas fueron encendidas, una durante cinco minutos y otra durante el lapso de treinta minutos; posteriormente fueron golpeadas para generar su ruptura. Asimismo, se golpeó una tercera lámpara LED, sin embargo, ésta se encontraba apagada. A posteriori se observaron, tanto a simple vista como a través de un instrumento óptico de aumento, con el fin de poder relevar posibles indicios y a su vez, diferencias entre las mismas.

La investigadora, a partir de la experimentación dio una respuesta al problema de investigación que podrá ser visualizado a lo largo del trabajo.

Palabras clave: accidentología pericial, lámparas LED, incidentes viales.



ABSTRACT. KEYWORDS

The investigation carried out was framed in the field of forensic accidentology and based on the expert analysis of LED lamps to determine their status (on or off) after a road incident.

The topic developed was addressed from the research problem, which for the case described was: Will there be any indication in the LED lamp, which allows to identify if it was lit at the time of the road incident?

Once the question was raised, for its resolution, the researcher proposed research objectives. The main objective was to determine, from vestiges, whether the LED lamp was on or off at the time of the incident. While, the secondary objectives, directly observe the LED lamp and record if there are vestiges that allow the fulfillment of the main objective, and establish if the ignition time, prior to the incident, influences the appearance of vestiges.

Based on the objectives, a hypothesis was proposed that would give a tentative answer to the research problem. The general hypothesis stated that, "after the analysis of the LED lamp, indications may be found to determine whether it was on or not at the time of the road incident", while the derived hypothesis stated that, "the previous time of ignition of the lamp, will not influence the appearance of indications".

The experimentation of the research work was carried out in a mechanical workshop with the supervision of a suitable person. Three LED lamps, a hitting element, battery and positive/negative cables, an optical magnifying instrument and a cellular device were used.

Two lamps were lit, one for five minutes and one for thirty minutes; They were subsequently beaten to generate their breakup. The third LED lamp was also hit, however, it was off. A posteriori they were observed both with the naked eye and through an optical magnifying instrument, in order to be able to relieve possible indications and differences between them.

The researcher, from the experimentation, gave an answer to the research problem that can be visualized throughout the work.

Keywords: expert accidentology, LED lamps, road incidents.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se enmarca en el área de la Accidentología Pericial, que es la ciencia encargada del estudio de los incidentes viales para la reconstrucción y determinación de la mecánica del mismo, y está basado puntualmente en el análisis pericial de las lámparas tipo LED de un automóvil tras un incidente de tránsito.

Si bien existe gran variedad de elementos que pueden ser analizados dentro de la Accidentología Pericial, se ha optado por uno específicamente, por motivos que serán descriptos in infra.

La finalidad perseguida con el presente análisis fue determinar a través de la visualización de vestigios hallados en la lámpara, si al momento del incidente el automóvil circulaba con las luces encendidas, o por el contrario, apagadas.

La selección de dicha temática surge, en primer lugar, a partir de la intriga sobre cómo se llevaría a cabo el examen en las lámparas LED si éstas carecían de filamentos, ya que, en la bibliografía consultada, se referenciaba el aspecto de los filamentos para la determinación de su encendido. En segundo lugar, a raíz de dicha intriga, se indagó en distintas bibliografías y se consultó a profesionales especialistas en Accidentología Pericial dando cuenta que, hasta el momento no existían estudios que permitieran determinar si las lámparas LED se encontraban encendidas o no, al momento del incidente vial.

En consecuencia, tomando en consideración que, hoy en día gran cantidad de automóviles están equipados con lámparas LED y que, los estudios actuales se limitaban al análisis de lámparas halógenas de filamento, la investigadora cree que la investigación llevada a cabo tuvo gran relevancia al momento de poder brindar una respuesta sobre la existencia o no de indicios que permitan determinar si las lámparas LED se encontraban encendidas o apagadas al momento del incidente.

De este modo, colaborar con los peritos intervinientes y permitirles el análisis de un elemento más que pueda sumar para el esclarecimiento de la mecánica del incidente, y por ende de las distintas responsabilidades de los participantes.

Asimismo, con respecto a los aportes hacia la sociedad, el presente trabajo de investigación podría aportar información sobre un indicio crucial que, en conjunto con el resto, permitiría arribar a la verdad y por ende, a la justicia, valor trascendental para toda sociedad.

La investigación se desarrolló en torno a una pregunta específica, técnicamente denominada, problema de investigación, que para el presente fue la siguiente: ¿Existirá



algún indicio en la lámpara LED, el cual, permita identificar si se encontraba encendida al momento del incidente vial?

A raíz del problema de investigación surge una pregunta relativa al mismo que plantea si; ¿Influirá, el tiempo de encendido previo al incidente, en el hallazgo de indicios?

Teniendo en cuenta las preguntas señaladas con anterioridad, se desarrollaron distintos tipos de objetivos para la consecución de la investigación.

Como objetivo principal, la investigadora propuso determinar, a partir de vestigios, si la lámpara LED se encontraba encendida o apagada al momento del incidente. Mientras que, como objetivos secundarios, observar directamente la lámpara LED y registrar si existen vestigios que permitan el cumplimiento del objetivo principal, y establecer si el tiempo de encendido, previo al incidente, influye en la aparición de vestigios.

Con anterioridad a la puesta en práctica de la investigación, se analizó la factibilidad de trabajo, es decir, si existía la posibilidad de contar con la totalidad de los elementos necesarios para poder realizar la experimentación. Los elementos necesarios para dicho fin fueron los siguientes: lámparas LED, herramienta idónea para golpear, fichas de conexión y batería, y un instrumento óptico de aumento para el análisis y cotejo.

El hecho de poder obtener todos los materiales sin inconvenientes, ya que varios se obtuvieron mediante donación, y otros prestados, confirmó la factibilidad del trabajo de investigación.

Confirmada la factibilidad de la investigación, la investigadora procedió a la obtención de cada uno de los elementos necesarios y realizó la experimentación el día ocho de Febrero del año 2023 en un taller mecánico situado en la Ciudad de Miramar, Buenos Aires, Argentina.

La metodología de trabajo podrá encontrarse in infra con un desarrollo más exhaustivo, por lo que, en este punto solo se comentarán ciertos aspectos de la misma.

La experimentación se llevó a cabo encendiendo dos lámparas de LED, la primera durante cinco minutos, y la segunda durante el lapso de treinta minutos, para luego, con la ayuda de un instrumento idóneo, golpearlas y producir su ruptura, simulando un incidente vial. Asimismo se golpeó una tercer lámpara LED, sin embargo, ésta se encontraba apagada.

De esta forma, la investigadora obtuvo las tres muestras para poder cotejarlas entre sí, para lo cual, observó si existían diferencias, primero a simple vista y luego con la ayuda de un instrumento óptico de aumento.



La resolución de las hipótesis y la respuesta final al problema de investigación pueden observarse, in infra, a medida que va desarrollándose el trabajo.



MARCO TEÓRICO

El hombre desde el inicio de su existencia ha creado distintos instrumentos con diferentes finalidades, tanto artísticas como funcionales. Instrumentos que, en muchos casos, fueron creados con el fin de ser herramientas que alivianen el trabajo, el proceso de alimentación, vestimenta y el transporte.

Este último es una de las herramientas más importantes, ya que todas y cada una de las sociedades han necesitado el traslado de personas, objetos y mercancías.

Esta necesidad de cargar objetos y distribuirlos en los distintos territorios hizo que el hombre a lo largo de los años fuera perfeccionando el sistema de transporte.

La búsqueda de alimentos fue la causa principal por la cual el hombre comenzó a desplazarse, y de este modo se inició la forma de transporte tal y como se la conoce hoy.

En un principio, los hombres poseían sus propios pies como único medio para trasladarse y trasladar cosas de un lugar a otro. Posteriormente, gracias a la domesticación de animales salvajes, como el burro en África, la llama en Sudamérica, los camellos en Asia y el caballo en Europa, éstos comenzaron a formar parte de un sistema de transporte más eficiente y menos pesado.

El gran avance en el desarrollo del transporte se dio con la invención de la rueda. Su desarrollo estuvo antecedido por la necesidad de transportar mayor volumen y peso y la imposibilidad de ser soportado por un solo animal.

El indicio más primitivo del uso de vehículos con ruedas data después del año 3500 a.C.

Las ruedas eran discos tripartitos de madera maciza, los cuales se realizaban a partir del tallado de tres tablas de madera formando un círculo y luego se las unía con otras maderas transversales.

El rayo de la rueda apareció antes del año 1800 a.C. aproximadamente. De esta forma, el carro de dos ruedas, tirado por caballos, ligero y fácilmente manejable se convirtió en un elemento relevante.

La carreta se transformó rápidamente en un medio característico de las civilizaciones primitivas.

El hombre no ha parado de buscar un medio que lo transporte rápida y cómodamente sin la necesidad de utilizar animales, por lo que, con el paso del tiempo surgen otros medios de transporte, como por ejemplo, la bicicleta, que fue la antecesora de la motocicleta, y ésta del automóvil.

Si bien han existido gran cantidad de medios de transporte, nos centraremos en el automóvil, ya que, es uno de los ejes centrales del presente trabajo de investigación.



El automóvil es aquella máquina capaz de generar su propia fuerza motriz para funcionar y desplazarse. Es decir, que no requiere de ninguna fuerza externa, como la de los animales, para poder trasladarse.

La primera máquina rodante autónoma se construyó en el siglo XVIII en China, fue un automóvil a vapor de tres ruedas.

Sin embargo, del primer vehículo autopropulsado que se tuvo registro histórico, fue el construido por el ingeniero Nicolás-Joseph Cugnot (1725-1804) en 1769 en Francia. Se trató de un vehículo con tres ruedas y un motor a vapor delantero, el cual mediante un tanque de carbón incandescente evaporaba el agua, y los pistones y bielas convertían el movimiento lineal producido por el vapor, en un movimiento rotacional, generando la rotación de las ruedas y el desplazamiento del vehículo.

Entre los años 1880 y 1890 se fabricaron decenas de automóviles a vapor, sin embargo, debido a la poca eficiencia y rendimiento del motor a vapor, a la necesidad de recarga constante de agua y al gran ruido que producían, se optaron por tecnologías alternativas.

La tecnología sustituta del vapor fue la electricidad. Esta nueva fuente de propulsión fue considerada como tecnología más limpia y si se la aplicaba de forma adecuada podía dar como resultado motores más pequeños, pero más potentes y eficientes.

Con la invención de la batería, la generación de un campo magnético y el electromagneto, se sentaron las bases para la invención de un motor eléctrico.

En 1827 se construyó el primer motor eléctrico. Durante esta década se desarrollaron varios modelos a escala de automóviles. La desventaja de este motor era que funcionaba con baterías zinc no recargables, por lo que, una vez descargadas debían ser reemplazadas y era muy costoso. En consecuencia, los vehículos eléctricos no eran económicamente viables.

Posteriormente se lanzó una gran carrera de innovaciones en baterías y distintos motores eléctricos mejorados. Éstos fueron fabricados hasta fines de 1920, donde la mayoría de las compañías desaparecieron.

Con el descubrimiento del petróleo, surgiría una nueva fuente de propulsión, dejando atrás a los motores eléctricos.

En 1863 se desarrolló el primer motor que era autopropulsado gracias a la utilización de un derivado del petróleo (hidrocarburo líquido) denominado benceno. No obstante, el primer automóvil, confirmado mediante documentos fotográficos, que funcionó con gasolina fue el diseñado por el austriaco-alemán Siegfried Samuel Marcus en 1870.



La historia de la gran industria automovilística comienza en el año 1886 cuando el ingeniero alemán Karl Benz presenta el primer automóvil del mundo, patentado como “Motorwagen”.

Esta invención estaba compuesta por un motor de cuatro tiempos horizontal, un cilindro a nafta, encendido electrónico, radiador refrigerado por agua y un carburador, entre otros componentes.

En 1908 de la mano de Henry Ford nace el Ford T. Para 1914 la demanda del automóvil era tan elevada que el inventor estableció la línea de montaje para la fabricación, pasando de fabricar un vehículo cada 12 horas a uno cada 90 minutos.

Con este increíble avance en la metodología de fabricación se desarrollaron cientos de autos, y con el pasar de los años cada vez mayor cantidad, hasta la actualidad en donde la cuantía de los automóviles supera los 1000 millones.

Si bien la invención en masa de los vehículos ha sido un gran avance en cuanto facilitó el transporte tanto de personas como de mercancías, tuvo una gran desventaja, que fue la aparición de los accidentes de tránsito.

El autor Irureta, V.A. (2003) ha descrito el concepto de accidente de tránsito como;

Un suceso (o encadenamiento de sucesos) inesperado, impremeditado, e indeseado, generalmente de consecuencias desagradables: lesiones a las personas y/o daños a las cosas.

En accidentes de tránsito, habitualmente el suceso es la coincidencia témporo-espacial de dos objetos y/o cuerpos.¹

De esta manera, el accidente de tránsito puede entenderse como una situación dinámica en la que se da un encadenamiento de circunstancias y hechos que terminan en el mismo.

Asimismo puede ser definido como una cadena de eventos y circunstancias que llevan a la ocurrencia de lesiones y/o daños no intencionales.

Como características principales del accidente podemos mencionar; la falta de intencionalidad, es decir, que el mismo no es el resultado de la voluntad consciente de alguien que deliberadamente le da origen; las consecuencias que origina, que generalmente son daños materiales o a la salud; y la rapidez con la que sucede, en este sentido es distintivo la brusquedad y las consecuencias para la salud son evidentes de inmediato.

¹ Irureta, V. A. (2003). **Accidentología vial y pericial**. Buenos Aires, Argentina: Ediciones La Rocca, p. N° 25.

Regularmente se utiliza el término accidente, sin embargo, algunos autores sostienen que no es el término más apropiado, debido a que el mismo designa lo que ocurre al azar, sin posibilidades de anticipación ni prevención, por lo que, nos lleva a una aceptación resignada de los hechos. De este modo, proponen el término “incidente vial”, el cual será utilizado por la investigadora a partir de este momento.

El incidente de tránsito puede ser sin colisión o con colisión. En los primeros están comprendidos la salida de la vía, el vuelco, entre otros, mientras que los segundos pueden ser frontales, laterales o traseros.

Cuando se habla de colisión se hace referencia a aquel incidente en el cual un vehículo agrede a otro vehículo u obstáculo, pudiendo sufrir daños ambos o uno.

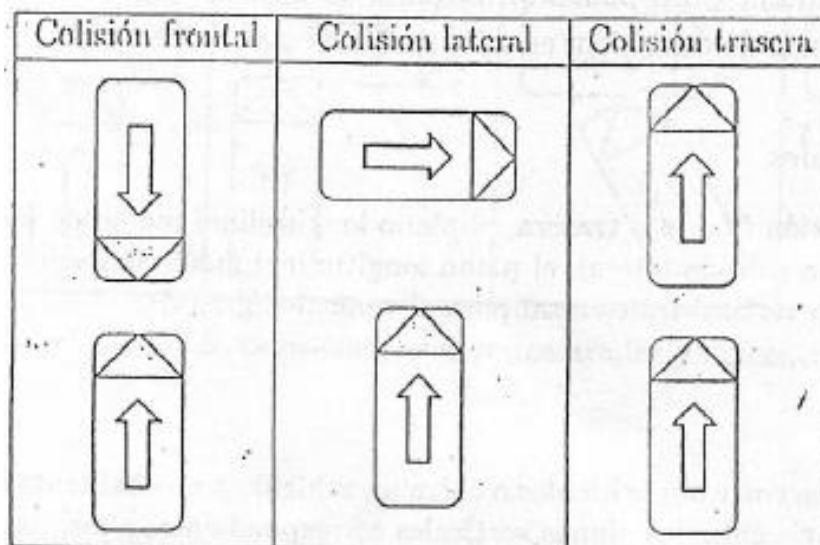
Retomando los tipos de colisiones, éstas pueden darse en forma;

- Frontal: los vehículos chocan y sufren daños en su parte anterior.
- Lateral: se da cuando los vehículos chocan ocasionando daños en la parte frontal de uno, y en la parte lateral de otro. Esto es, colisionan formando una perpendicular u oblicua.
- Trasera: la colisión se da entre un vehículo que choca con su parte frontal a otro y ocasiona daños en la parte trasera del mismo.

Para visualizar los tipos de colisiones se adjunta a continuación la Figura 1.

Figura 1

Incidentes de tránsito con colisión. Tipos de colisiones.



Nota. Adaptado de *Manual Básico de Investigación y Reconstrucción* (p.17), por J. J. Alba López; J. Monclús González y A. Iglesia Pulla, 2001, Editorial City Center.



No obstante la rapidez con la que se produce el incidente, éste puede ser dividido en distintas fases, y de esta forma analizar el comportamiento de las personas implicadas en el suceso.

Por lo tanto, estas fases serán; la fase previa, fase de percepción, fase de decisión, fase de maniobra, fase de conflicto y fase posterior, las cuales serán detalladas a continuación.

1. Fase previa o anterior: sucesos previos al viaje relacionados con la experiencia en la conducción, la edad, las limitaciones físicas, el estado psíquico; y sucesos que se dan durante el viaje como las horas de conducción, la ingesta de comidas, bebidas o medicamentos, el tipo de viaje (trabajo, vacaciones, etc.).
2. Fase de percepción: está compuesta por dos puntos, el de percepción posible y el de percepción real. El primero es aquel en el cual el suceso inesperado podría haber sido captado por una persona normalmente atenta, mientras que el segundo es el momento en el cual realmente se percibe el riesgo. El posible siempre le antecede al real, y el tiempo transcurrido entre ambos se denomina tiempo de retraso en la percepción.
3. Fase de decisión: inicia con el punto de percepción real y finaliza con la producción de la reacción ante la situación de peligro. El tiempo que transcurre entre el punto de percepción real y la reacción es denominado tiempo de reacción.
4. Fase de maniobra: luego de tomar una decisión, el conductor realiza la maniobra, la cual puede finalizar la secuencia de acontecimientos si es satisfactoria, o desencadenar la próxima fase si es ineficaz.
Entre las maniobras podemos encontrar la disminución de velocidad, el aumento de velocidad, el cambio de carril, la señal de luces, la detención del vehículo, entre otros.
5. Fase de conflicto: inicia en el llamado punto clave, a partir del cual el incidente se vuelve inevitable y en consecuencia termina produciéndose. La fase finaliza con la detención final de los vehículos, los cuales adoptan una posición final.
6. Fase posterior: acontecimientos posteriores al incidente, entre los cuales encontramos el traslado de heridos, la remoción de los vehículos involucrados, la toma de declaraciones a testigos, el desarrollo de las pericias, entre otros.



Una cuestión relevante que no podemos dejar de mencionar son los elementos del incidente, ya que éste es el resultado final de un proceso en el cual se encadenan varias situaciones, condiciones y conductas que están relacionadas con los mismos.

En el ámbito de estudio de los incidentes, existe la famosa “Triada Accidentológica” que es el conjunto de tres factores que componen al incidente.

Dichos factores son; el hombre, el vehículo y el camino. Dentro del primer factor podemos encontrar el consumo de alcohol o drogas, el cansancio, la falta de atención, la disminución de capacidades psicofísicas, entre otros. El segundo factor comprende el mal estado de conservación o mantenimiento y las modificaciones no permitidas. Por último, el tercer factor está compuesto entre otros elementos por el mal estado de las calzadas, la falta de señalización e iluminación, y las condiciones atmosféricas (viento, lluvia, niebla, nieve, etc.).

La interacción de los factores de la Triada Accidentológica está directamente relacionada con la producción del incidente y de las lesiones/daños.

El incidente en su conjunto es estudiado por una ciencia denominada Accidentología vial.

La Accidentología vial es una rama de la Criminalística encargada del estudio integral de los incidentes de tránsito, con la finalidad de investigar las causas de su producción y la mecánica de desenvolvimiento, y de esta manera poder establecer las distintas responsabilidades de los involucrados.

En resumen, esta disciplina estudia las causas y los efectos de los incidentes de tránsito. Su participación en el ámbito legal tiene por finalidad el esclarecimiento de los hechos.

Asimismo, a través de la investigación de los distintos incidentes, se desarrollan y proponen distintas medidas de prevención.

A lo largo de los años, la Accidentología ha ido evolucionando y se han ido planteando distintos modelos de estudio accidentológico.

El estudio del incidente se inicia con el Modelo Monocausal, el cual planteaba que cada suceso era único y éste debía tener su propia causa, es decir, aquella condición necesaria para la ocurrencia de un efecto.

Luego se desarrolla la Teoría de la Predisposición que afirmaba que existían personas más “accidentables” que otras, por lo cual, dependía directamente de esa predisposición al incidente.



La tercera teoría planteada fue la de la Aleatoriedad, en la cual el incidente ocurría pura y exclusivamente de forma aleatoria, es decir, que no intervenía ningún elemento, solo el azar.

Posteriormente hizo su aparición el anteúltimo modelo de estudio accidentológico, que fue denominado Multicausal. Este modelo exponía que el incidente era la consecuencia de la falla de un sistema y no de sus elementos aislados, e implementan el criterio probabilístico para medir la proporción causal, la cual anteriormente se definía con un criterio determinista.

Edward Allen Suchman introduce el Modelo Epidemiológico, que si bien estaba destinado al área de la Salud, en el ámbito de la Accidentología vial se incorporaron varios conceptos, como por ejemplo el de Factor de Riesgo, el cual sustituiría a la “causa”.

Ante la dificultad de encontrar una “causa”, se optó por hacer referencia a “factor de riesgo”, cuya presencia no implica que necesariamente ocurra un efecto, sino que indica la mayor o menor probabilidad de ello.

El factor de riesgo son aquellas características o circunstancias, que tienen origen en algún elemento de la Triada Accidentológica (hombre-vehículo-camino), que producen un aumento en el riesgo de que un daño ocurra, sin prejuizar que el factor sea o no una de las causas del daño.

La situación antes descrita es planteada por los autores que sostienen la “relación causal no determinante”, en la cual se afirma que no siempre que esté presente un factor de riesgo se produce un incidente, sino que los sujetos sobre los que actúa dicho factor, tienen más probabilidades de verse involucrados.

La determinación de los distintos factores de riesgo es importante desde el punto de vista de la prevención de un incidente, una de las finalidades de la Accidentología vial.

Las medidas de prevención que se proponen generalmente se originan a partir de las conclusiones que los peritos obtienen luego de la investigación de un hecho y la reconstrucción del mismo.

Irureta, V. A. (2003) afirma que;

En la reconstrucción de un accidente buscamos entonces encontrar, en un entorno témporo-espacial (en adelante entorno del accidente), cuál fue el comportamiento de los protagonistas, es decir, cuáles fueron sus posiciones,



direcciones, orientaciones, velocidades y aceleraciones, en instantes previos, durante el accidente y posteriormente al mismo...²

Para la reconstrucción del incidente necesariamente debemos contar con la información obtenida a partir de las distintas pericias realizadas durante la investigación del mismo.

Si bien la Accidentología vial se encarga del estudio de los incidentes en los que participan todo tipo de vehículos, nos centraremos en uno en particular, el automóvil.

Retomando con la información que se obtiene a partir de las distintas pericias, cabe mencionar, que una vez ocurrido el incidente vial es momento de comenzar a recolectar toda la información posible respecto del mismo.

El perito al arribar al lugar del hecho deberá determinar la ubicación témporo-espacial del incidente, en la cual se involucran tres cuestiones;

- La macroubicación: determinar si la zona es urbana o rural, si es una región quebrada o llana, así como también la época del año para tener en cuenta la influencia de factores ambientales.
- La ubicación: referida al escenario y sus características como el tipo de piso, sus pendientes, el trazado del camino, las banquetas, etc. Asimismo debe establecerse la hora y el día del incidente ya que nos aporta información sobre si era de día o de noche y las condiciones climáticas específicas.
- La microubicación: desde el aspecto espacial se trata de la determinación más precisa posible del punto de impacto, mientras que desde el aspecto temporal intenta establecerse el instante en el que ocurre el incidente, siendo éste el momento cero, los sucesos anteriores poseen tiempos negativos y los posteriores tiempos positivos.

De igual manera, deben establecerse las distintas trayectorias antes, durante y luego del incidente. En general, la información de las trayectorias se obtiene del análisis de las huellas tanto de frenado como de aceleración. El desarrollo de este tema en particular excede los límites del presente trabajo de investigación, por lo que, seguidamente nos avocaremos a otra tarea que tienen los peritos al arribar al lugar.

Focalizando en la tarea que tiene el perito sobre el automóvil en sí, podemos afirmar que respecto de la inspección del mismo no existe una norma o método que establezca un protocolo. No obstante, siempre se recomienda recorrer todo el perímetro

² Irureta, V. A. (2003). **Accidentología vial y pericial**. Buenos Aires, Argentina: Ediciones La Rocca, p. N° 32.



del automóvil en sentido de las agujas del reloj para evitar la omisión de cualquier daño presente, ya que la totalidad de los mismos deben hacerse constar.

Posteriormente se toman, como mínimo, cuatro fotografías a una altura media del plano desde cada esquina para abarcar los cuatro planos de la carrocería. Asimismo es conveniente tomar fotografías en forma perpendicular a cada plano, ya que esto permite una mejor visualización de la extensión de los daños.

El automóvil está compuesto por distintos sistemas que hacen a su funcionamiento. El desgaste o ruptura de los mismos, produce por ende, un mal desempeño, por lo que, el perito está encargado de la inspección de cada uno de los sistemas y de la determinación de su influencia en el incidente de tránsito.

Dentro de los sistemas que componen al automóvil encontramos los siguientes:

- Sistema de frenos hidráulicos: el perito debe revisar, la existencia de fuga de líquido en el depósito o en la bomba; si se encuentran averiados los flexibles; el estado de los discos de freno (partidos o rayados por falta de pastilla); las roturas o fugas en los cilindros de cada una de las ruedas. Por último, pisar el pedal de freno para corroborar que el mismo ofrezca la resistencia adecuada.
- Sistema de dirección mecánica/hidráulica/eléctrica: la finalidad de la dirección es convertir el movimiento circular del volante en un movimiento lineal para producir el giro de las ruedas. El perito es el encargado de verificar si el volante presenta “juego”, es decir, ese movimiento del volante que no es transmitido a las ruedas. Asimismo debe girar el volante y corroborar que las ruedas se muevan normalmente.
- Sistema de suspensión: es el encargado de absorber las irregularidades del camino para mantener el contacto de la rueda con la superficie. Es tarea del perito corroborar si el automóvil posee la suspensión original o si posee alguna modificación, asimismo también debe inspeccionar si existe una fuga de líquido del amortiguador (implica su ruptura) y si al ejercer fuerza hacia abajo el mismo ofrece resistencia o simplemente alcanza su límite y “rebota”.
- Neumáticos: estos contienen un testigo de desgaste que permite saber hasta qué punto pueden seguir utilizándose. Es importante revisar la fecha de producción ya que tienen una vigencia de cinco años, así como también la presión debido a que si la misma es inadecuada el neumático no tiene un



rodado normal. Otra característica relevante a inspeccionar e informar es el desgaste del neumático, el cual puede darse de varios modos.

- Sistemas de seguridad: existen del tipo pasivo, activo y preventivo. Algunos ejemplos son el cinturón de seguridad, el airbag, los vidrios de seguridad, los reposacabezas, el detector de ángulo muerto, el sistema de frenos ABS, el control de estabilidad (ESP), entre otros. El perito debe inspeccionar el tablero y visualizar si alguno de los testigos (luces) queda encendido, lo cual indicaría mal funcionamiento.

A partir de aquí nos avocaremos a otro eje central del trabajo de investigación; el sistema de iluminación.

En el automóvil dicho sistema es el encargado de realizar las funciones de iluminación y señalización. Sus componentes principales son, la lámpara que actúa como fuente luminosa, y el faro u óptica.

Los faros son equipos luminotécnicos que proyectan luz. Están constituidos por una carcasa (cuerpo) a la que se acopla el reflector y el cristal difusor. Según la forma de unión entre éste último y el cuerpo, tendremos faros sellados a través de pegamento o sellados mediante juntas y grapas.

El cristal difusor se fabrica prensando vidrio de gran pureza y en la superficie está formado por un conjunto de prismas que determinan el haz de luz refractada.

El reflector se fabrica a partir de materiales plásticos mediante moldeo o a partir de chapa de acero estampada mediante embutición profunda. La superficie recibe una capa reflectora a base de aluminio que actúa en forma de espejo. La finalidad de este componente es reflejar en una dirección determinada el haz de luz producido por las lámparas.

En cuanto a las lámparas, existen varios tipos, sin embargo, en el presente trabajo nos centraremos en la descripción de tres.

El autor Arias Paz, M. (2004) ha desarrollado en su obra que;

*La iluminación eléctrica se basa en la luz que genera el filamento incandescente de una bombilla o lámpara. Este efecto es producido por el calentamiento del filamento, el cual se pone al rojo vivo y después al blanco, y no abandona este estado hasta que se le corta el fluido eléctrico...*³

Este tipo de iluminación que describe el autor está basada en lámparas que tienen como elemento principal el filamento.

³ Arias Paz, M. (2004). **Manual de Automóviles** (55ª ed.). Madrid, España: Editoriales Dossat, p. N° 649.

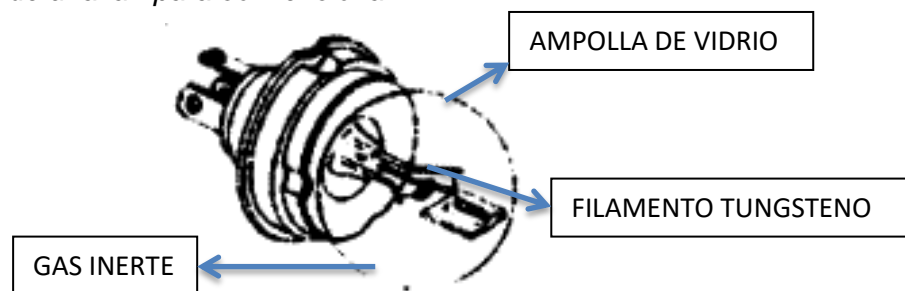


Las lámparas de filamento pueden agruparse en dos tipos: las convencionales y las halógenas.

Las lámparas convencionales, como se observa en la Figura 2 son ampollas de vidrio pequeñas que, en su interior albergan un gas inerte (argón o nitrógeno) y un filamento de tungsteno, el cual está unido por sus extremos al culote de la lámpara. La parte posterior de la lámpara posee un enchufe con contactos que se unen al portalámparas y permiten el paso de la corriente desde la batería.

Figura 2

Estructura de una lámpara convencional.

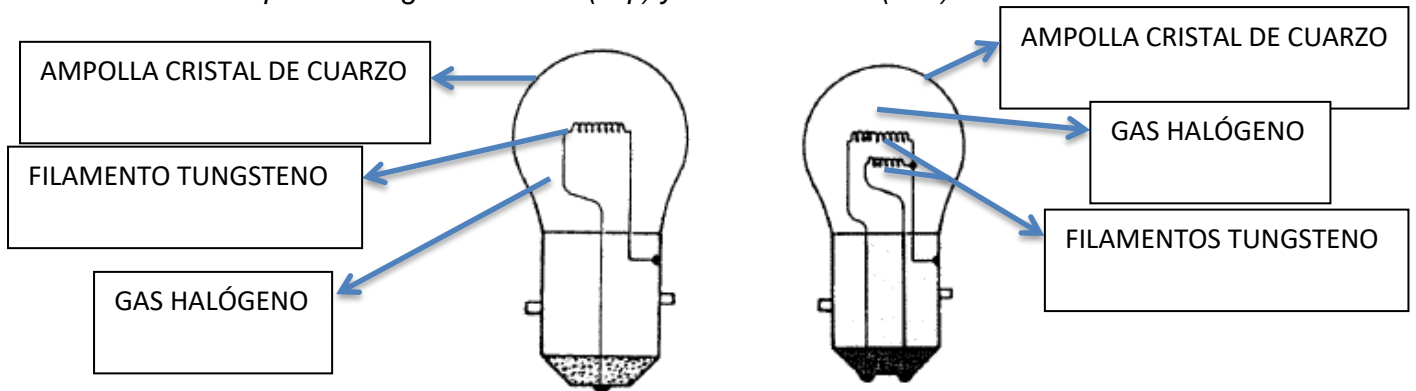


Nota. Adaptado de *Manual de Automóviles (55ª ed.)* (p.649), por M. Arias Paz, 2004, Editoriales Dossat.

Las lámparas halógenas se encuentran constituidas por una ampolla cilíndrica de cristal de cuarzo, dentro de la cual se ubica el o los filamentos de tungsteno y el gas halógeno (yodo o bromo), tal como puede visualizarse en la Figura 3. El agregado de gases halógenos tiene dos grandes ventajas; en primer lugar, hace posible que el filamento se regenere mediante un proceso de transporte entre las partículas de tungsteno y los gases halógeno, lo cual extiende su vida útil; y en segundo lugar, evita el ennegrecimiento normal de las lámparas, ya que, el tungsteno volatilizado no se deposita en la ampolla sino que es atrapado por los gases halógenos que forman yoduro y bromuro de tungsteno, encargados de la regeneración del filamento.

Figura 3

Lámparas halógenas de uno (izq.) y dos filamentos (der.).



Nota. Adaptado de *Manual de Automóviles (55ª ed.)* (p.651), por M. Arias Paz, 2004, Editoriales Dossat.

Ahora bien, ha surgido en el mercado un nuevo tipo de lámpara que sustituyó a la clásica incandescente en los vehículos modernos. Estas nuevas lámparas ofrecen un elevado rendimiento lumínico, una mayor seguridad y un alto potencial de ahorro. De esta manera, nos estamos refiriendo a las lámparas LEDs.

Los LEDs son diodos emisores de luz y sus siglas corresponden a su nombre en inglés (light emitting diode). Desde una perspectiva física se trata de una fuente lumínica fría y un componente electrónico semiconductor.

El LED básicamente es la unión de varias capas semiconductoras; la cantidad de las mismas va a influir decisivamente en la eficacia lumínica del LED y en el color de la luz. Respecto de esta última cuestión, hasta el momento no existen LEDs que emitan luz blanca, sino que se utilizan elementos fosforescentes amarillos que convierten la luz ultravioleta o azul en luz blanca.

A diferencia de las lámparas que emiten luz a través de un filamento, los LEDs al ser componentes eléctricos más sencillos, apenas pierden energía en forma de calor.

Los diodos emisores de luz son piezas electrónicas cuya finalidad básica es la de conducir electricidad cuando se aplica corriente en un sentido y bloquear la misma cuando la corriente es aplicada en el sentido contrario. Esto es, si en el LED la corriente fluye en la dirección adecuada, es decir, del ánodo (+) al cátodo (-), se produce la emisión de luz, tal como se observa en la Figura 4.

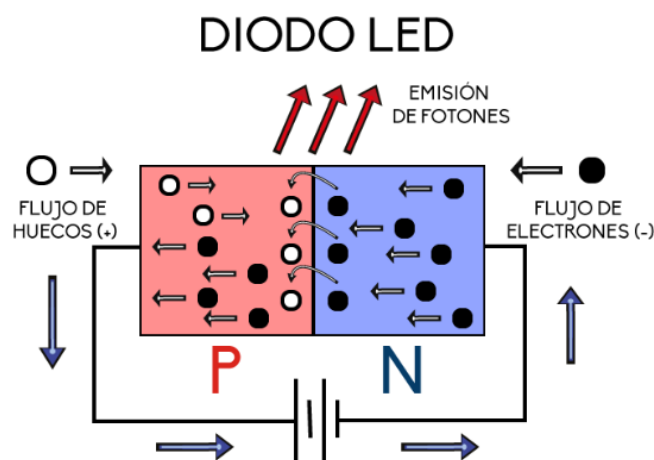
Entonces, desde el punto de vista físico, ¿Cómo se produce luz en un led?, un artículo de la empresa Philips lo explica de la siguiente manera:

Los diodos emisores de luz producen luz por el movimiento de los electrones entre los dos polos del diodo, lo que ocurre debido a un proceso llamado electroluminiscencia. Cuando un diodo emisor de luz se conecta

eléctricamente, los electrones comienzan a moverse en la unión de los semiconductores de tipo N y de tipo P dentro del diodo. Cuando hay un salto de electrones en la unión P-N, el electrón pierde una porción de su energía. En los diodos normales, esta pérdida de energía es en forma de calor. Sin embargo, en los LED de tipo específico de conductores tipo N y P, producen fotones (luz) en lugar de calor.⁴

Figura 4

Forma de producción de un fotón.



Nota. Recuperado de Sector Electricidad. (21 junio, 2015). ¿Cómo funciona un foco LED? SectorElectricidad. <https://www.sectorelectricidad.com/12717/como-funciona-un-foco-led/>

Por lo tanto, nos encontramos con dos regiones; N y P. En la unión entre las regiones se forma una barrera encargada de impedir el paso de los electrones de la región N hacia la región P cuando los mismos no poseen la suficiente energía. De esta manera, al suministrar corriente eléctrica, estos nuevos electrones comienzan a fluir y a adquirir energía.

Cuando un electrón posee exceso de carga negativa, puede vencer la barrera y pasar hacia la región P para combinarse con un hueco positivo. Como consecuencia, la energía en exceso que poseía el electrón se transforma en energía electromagnética liberada en forma de fotón de luz.

Una gran ventaja respecto de las lámparas halógenas, es que los LED no tienen casi inercia lumínica, esto es, que el tiempo que transcurre entre que el LED comienza a

⁴ Philips (s.f). ¿Cómo producen luz los LED?

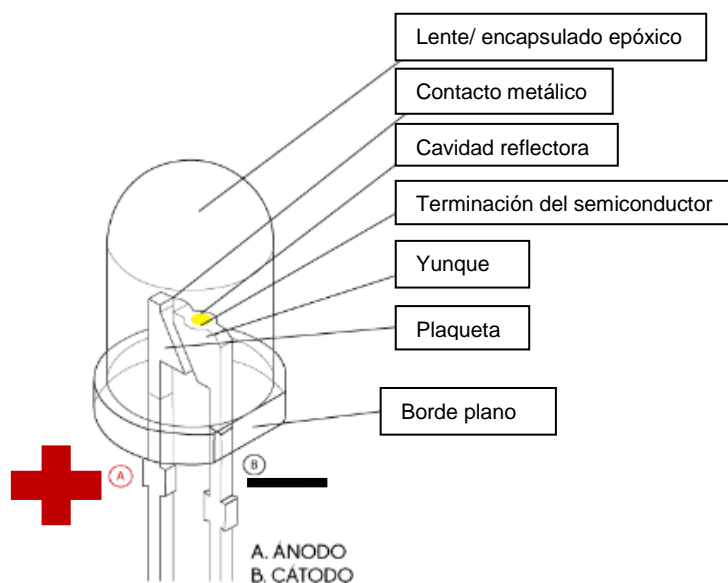
<https://www.lighting.philips.com.co/soporte/soporte-de-productos/preguntas-frecuentes>

encenderse y emite luz al 100% de su capacidad es muy bajo, incluso prácticamente inapreciable.

Por otra parte, a lo largo de los años se han ido mejorando y actualmente podemos encontrar distintos tipos de chips LED, que serán descritos in infra. No obstante, en la siguiente imagen (Figura 5) expondremos un ejemplo del primer prototipo de lámpara LED.

Figura 5

Partes componentes de un tipo de lámpara LED.



Los chips SMD (Surface Mounted Device) se encuentran encapsulados en una resina semi-rígida, y basados en el sistema de componentes de montaje superficial sobre la superficie del circuito. Las conexiones se realizan a través de contactos planos, los cuales se sueldan al circuito superficialmente.

El chip en placa o “COB” en inglés (Chip On Board) es un tipo de LED en el que se insertan varios chips recubiertos con silicón, los cuales, son adheridos a una placa para formar un módulo único que, al no estar empaquetados como el SMD, pueden distribuirse de forma tal que no requieran demasiado espacio.

Por último, el chip CSP o Chip Scale Package se define como un dispositivo emisor de luz sin placa, con conexiones que no requieren cables soldados, de pequeño tamaño y alta densidad óptica. La gran ventaja de evitar el cableado con soldadura es la reducción de la resistencia térmica. Este tipo de chip reduce el tamaño del circuito integrado a la mínima expresión, convirtiéndolo en tan sólo una pequeña pieza de silicio con pequeñísimas conexiones eléctricas.



Retomando con el sistema de iluminación del automóvil, éste tiene como finalidad principal alumbrar la vía, por la cual se circula, de forma eficiente, tanto en la conducción nocturna como en las situaciones de baja visibilidad o cuando así lo indiquen las señalizaciones.

El funcionamiento y uso de dicho sistema influye directamente en la seguridad del conductor y los acompañantes, por lo que, ha de responder a ciertas normas.

En primer lugar, es importante mencionar que en nuestro país la Verificación Técnica Vehicular es la encargada de velar por el cumplimiento de la normativa.

La legislación nacional vigente en Argentina es la Ley de Tránsito (Ley 24.449) y sus modificatorias, que en su artículo 47 dispone:

Uso de las luces. En la vía pública deben ajustarse a lo dispuesto en los artículos 31 y 32 y encender sus luces observando las siguientes reglas:

a) Luces bajas o luces diurnas (sistema DRL: Day Time Running Light): mientras el vehículo transite por rutas nacionales, las luces bajas o luces diurnas permanecerán encendidas, tanto de día como de noche, independientemente del grado de luz natural, o de las condiciones de visibilidad que se registren, excepto cuando corresponda...

b) Luz alta: su uso obligatorio sólo en zona rural y autopistas siempre y cuando la luz natural sea insuficiente o las condiciones de visibilidad o del tránsito lo reclame;...

d) Destello: debe usarse en los cruces de vías y para advertir los sobrepasos...⁵

Cabe aclarar qué se entiende por luz alta y luz baja para sortear dudas; la primera es aquella luz proyectada desde las ópticas delanteras del vehículo en forma paralela al suelo, cuya potencia permite visualizar obstáculos a una distancia mayor a 150 metros; mientras que las segundas también son proyectadas por las ópticas delanteras en forma paralela a la vía, sin embargo, su potencia permite la visualización de los obstáculos a una distancia que no supera los 70 metros.

Atento a que en Argentina la legislación obliga a los conductores a circular con las luces bajas o diurnas permanentemente encendidas, su incumplimiento conllevará la responsabilidad y sanción correspondiente.

En el ámbito de la Criminalística, en general compete en un mayor grado, el análisis de las lámparas cuando el incidente vial fue nocturno. Esto debido a que, como se ha

⁵ Ley nº 24.449. Ley de Tránsito. Uso de las luces (1994). Publicada en *InfoLEG*, 23/12/94, Argentina.



mencionado anteriormente, el sistema de iluminación está diseñado para permitir la visualización de obstáculos (vehículos/personas/animales), y en consecuencia, su mal funcionamiento probablemente conlleve al desarrollo de un incidente.

De esta manera, un factor importante para poder determinar la responsabilidad penal del conductor, es la determinación del encendido de las lámparas obligatorias.

En ciertas ocasiones, no es posible saber o existen testimonios contradictorios sobre si los automóviles implicados en el incidente vial circulaban con las luces reglamentarias encendidas, por lo que, es tarea del perito interviniente buscar evidencia que pueda resolver y esclarecer los hechos.

En una colisión, frecuentemente se produce la ruptura de las lámparas. La pericia en las lámparas halógenas está basada en el análisis de la morfología que adopta el filamento. Si éste se rompe en frío, conserva su morfología original, mientras que si se rompe en caliente, es decir, que se encontraba encendido, al ser un material maleable, se estira y desenrolla quedando retorcido.

El Licenciado en Criminalística, Giménez Mencia, V. D. (2020), describe en su investigación sobre las lámparas halógenas que;

Durante los experimentos realizados, se comprobó que el 100% de los focos rotos estando encendidos, inmediatamente presentan una oxidación de color blanquecina con pequeñas partículas adheridas a los filamentos y a la base del foco.

En los focos rotos en forma intencional en frío, no presentaron ningún tipo de oxidación en forma inmediata a la rotura, sino más bien días después de la misma...⁶

De este modo, podemos afirmar que a través del análisis de los filamentos de tungsteno que componen a la lámpara halógena, se puede arribar a la respuesta sobre si el vehículo circulaba con las luces reglamentarias encendidas o no.

No obstante, si bien aún existen en la actualidad automóviles equipados con lámparas halógenas, cada vez son menos, debido a que la nueva tecnología de lámparas LED ofrece mejores prestaciones. De este modo, muchos usuarios deciden reemplazar sus lámparas halógenas por lámparas LED, e incluso algunas compañías han optado por equipar a los automóviles, de fábrica, con dicha tecnología.

⁶ Giménez Mencia, V. D. (2020). Análisis de foco de vehículos, para determinar encendido en el momento de la rotura por reacciones químicas. Revista Científica de la Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito, 1(1), p. N°19.



Este avance tecnológico deja un tanto obsoleta la metodología de investigación de las lámparas, ya que, como se ha observado ut supra, los LEDs carecen de filamentos, por lo que, no podría desarrollarse una pericia en base a los mismos.

Esta circunstancia conlleva a la búsqueda de un nuevo método de investigación que pueda adecuarse a los componentes del LED y que permita la determinación del encendido de las lámparas.

Desafortunadamente, en la actualidad no existen investigaciones al respecto, por lo que, al arribar al lugar del hecho, el perito observa que tipo de lámparas posee el vehículo, y de ser éstas de tipo LED, no realiza ninguna pericia sobre las mismas.

En consecuencia, la investigadora ha decidido llevar adelante una experimentación, en la cual, se analizará si existen vestigios en las lámparas LED, luego de su ruptura, que indiquen que se encontraban encendidas, y por consiguiente, generar información al respecto y contribuir al ámbito de la Criminalística.



HIPÓTESIS DE TRABAJO

Hipótesis general

Tras el análisis de la lámpara LED, podrán hallarse indicios que permitan determinar si la misma se encontraba encendida o no al momento del incidente vial.

Hipótesis derivada

El tiempo previo de encendido de la lámpara, no influirá en la aparición de indicios.



METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La experimentación del trabajo de investigación se llevó a cabo el día ocho de febrero de 2023, en un taller mecánico particular, sito en Miramar, Buenos Aires, Argentina, bajo la supervisión de un Técnico Electromecánico. El espacio físico fue un escenario cerrado, con iluminación natural.

Los insumos utilizados fueron:

- Tres lámparas LED tipo H7 modelo C6s de la manufactura LED Headlight.
- Un martillo como instrumento idóneo para golpear.
- Una batería marca Willard modelo UB 620 Ag y tamaño 12 – 65 (volt – ampere).
- Cables positivo y negativo con sus respectivas pinzas en cada extremo.
- Instrumento óptico de aumento → lente macro 15X marca Momax X-Lens, y su respectivo soporte para colocarlo en la cámara del dispositivo celular.
- Dispositivo celular utilizado para el registro fotográfico.

Con respecto al objeto de estudio, el mismo se abordó utilizando tres lámparas LED, de las cuales, dos se encontraban encendidas, y una apagada. La experimentación se desarrolló una única vez, sin reiteraciones posteriores.

Las variables consideradas durante la experimentación fueron cinco, tres independientes y dos dependientes.

Las independientes estuvieron comprendidas por; las dos lámparas encendidas sanas, la lámpara apagada sana, y el tiempo de encendido. Estas tres variables fueron la denominada “condición inicial”, la cual fue controlada por la investigadora, y a su vez, la que produjo un cambio en las variables dependientes. Se afirma que las variables son controladas por la investigadora debido a que a las primeras las enciende voluntariamente mediante corriente eléctrica, a la segunda la mantiene apagada, y domina a voluntad la tercera.

Mientras que, las variables dependientes fueron; las dos lámparas encendidas rotas y la lámpara apagada rota, de las cuales se esperó un cambio, y además se midió y registró el mismo.

La experimentación de esta investigación se desarrolló con la siguiente secuencia de trabajo;

- I. Como primer paso, se fotografiaron todos los elementos a utilizar y se clasificaron las tres lámparas a utilizar. Para la clasificación se utilizó la letra “A” y los números “1”, “2” y “3”.



La lámpara “A-1” fue la que se mantuvo encendida durante cinco minutos, la “A-2” la que se mantuvo encendida durante treinta minutos, y “A-3” la lámpara que estuvo apagada durante toda la experimentación.

- II. Se colocó la batería Willard de 12 Volt sobre el banco de trabajo y se conectaron los cables positivo y negativo a la misma a través de las respectivas pinzas. Asimismo las pinzas que se encontraban en los extremos opuestos se conectaron a los conectores con los que viene equipada la lámpara LED.
- III. De esta manera, se encendió la lámpara “A-1” y se esperó cinco minutos.
- IV. Transcurridos los minutos mencionados, sin desconectar la lámpara LED, para que ésta se mantuviese encendida, con el martillo se procedió a golpearla. El golpe se dio en la parte anterior donde se encuentra adherido el chip LED. Posteriormente se desconectó y apartó para cotejar luego.
- V. Seguidamente, se conectó a la batería, mediante los cables positivo/negativo la lámpara “A-2”, para lograr encenderla y mantenerla en ese estado durante treinta minutos.
- VI. Pasados los treinta minutos, nuevamente, sin desconectar la lámpara de la batería, se procedió a golpearla con el martillo. El golpe se realizó en el mismo sector que a “A-1”.
- VII. Luego, con el martillo se golpeó la lámpara “A-3”, sin embargo, la misma no se encontraba conectada a la batería y por ende, estaba apagada.
- VIII. En consecuencia, la investigadora obtuvo las tres muestras para poder realizar el cotejo entre las mismas y relevar posibles vestigios y/o diferencias.
- IX. A simple vista, es decir, sin utilizar ningún instrumento óptico, se observaron las tres lámparas con la finalidad de visualizar posibles diferencias entre las mismas.
- X. Posteriormente, se colocó en la cámara del dispositivo celular el soporte y el respectivo lente macro 15X de Momax X-Lens para visualizar y cotejar las lámparas LED.
- XI. Se cotejaron las lámparas “A-1” y “A-2” con la lámpara “A-3” para determinar si existían diferencias entre las mismas, y por ende, vestigios que pudieran indicar que “A-1” y “A-2”, se encontraban encendidas durante el impacto, a diferencia de “A-3” que se encontraba apagada.



- XII. Asimismo se cotejó la lámpara “A-1” con la lámpara “A-2” para establecer si el tiempo de encendido previo al impacto influyó en la aparición de vestigios.
- XIII. Cada uno de los pasos descriptos anteriormente fueron registrados fotográficamente a través de la cámara de un dispositivo celular.

Párrafo aparte haremos para una parte de la experimentación que, si bien en un principio no estaba prevista, de todas formas se realizó para profundizar aún más en la búsqueda de vestigios que permitieran establecer diferencias entre las lámparas encendidas y la apagada tras ser golpeadas.

La experimentación estuvo basada en la parte interna de la lámpara LED, que consiste en una placa electrónica, la cual puede ser visualizada en el apartado Anexo Fotográfico. De esta manera, se realizaron los siguientes pasos;

- I. Mediante la utilización de un destornillador tipo Philips se quitaron los cuatro tornillos que tiene la lámpara en la parte superior, y se destrabaron tres muescas que posee en la parte posterior para poder retirar el cooler disipador.
- II. Una vez retirado el cooler disipador y los cuatro tornillos, la investigadora pudo extraer la placa que contiene el chip LED en un extremo y en el otro extremo la tarjeta electrónica o PCB⁷.
- III. Utilizando el lente Macro con aumento 15X se observó cada detalle de la tarjeta electrónica de la lámpara “A-3”, que fue la que se golpeó estando apagada.
- IV. Asimismo, luego de realizar los distintos pasos mencionados ut supra y golpear la lámpara “A-1”, se desarmó la misma como se explicó en el primer paso, con la finalidad de visualizar la tarjeta electrónica de ésta lámpara, que a diferencia de “A-3”, fue impactada mientras se encontraba encendida.
- V. Con el mismo lente Macro 15X se visualizó cada detalle de la tarjeta electrónica y se tomaron fotografías para poder realizar un cotejo.
- VI. A partir de las fotografías obtenidas se realizó un cotejo entre las tarjetas electrónicas de las lámparas “A-1” y “A-3” con el fin de establecer la existencia de diferencias que nos indiquen su estado (encendido o apagado) previo al impacto.

⁷ “Printed circuit Board”: superficie compuesta por pistas, huecos y vías de un material conductor laminado sobre una base no conductora.



ANÁLISIS DE DATOS

Para el registro de los datos y su posterior análisis, se desarrolló la grilla que puede visualizarse a continuación.

	Lámpara LED A-1	Lámpara LED A-2	Lámpara LED A-3
Estado	ENCENDIDA	ENCENDIDA	APAGADA
Tiempo de encendido	5 MINUTOS	30 MINUTOS	-
Indicios a simple vista	NO	NO	NO
Indicios con instrumento óptico de aumento.	NO	NO	NO

En la grilla se incorporó información respecto; del estado de las lámparas LED, esto es, si se encontraban encendidas o apagadas en instantes previos al impacto; del lapso de tiempo durante el cual la lámpara estuvo encendida; y de la posibilidad de visualización de indicios, tanto a simple vista, como con la utilización de un instrumento óptico de aumento.

A continuación se describirá con mayor detalle los datos obtenidos a partir de la experimentación realizada.

La investigadora encendió dos lámparas LED, una durante cinco minutos y otra durante treinta minutos. El tiempo de encendido de la lámpara no influyó en ningún aspecto físico de la misma. Sin embargo, se utilizó dos lapsos distintos para poder corroborar si los indicios, para producirse, requerían de un tiempo mínimo de encendido.

Posteriormente, ambas lámparas fueron impactadas para producir su ruptura. El impacto se realizó directamente sobre el chip LED debido a que se trata de la parte más expuesta y además, la que interesaba a la investigadora peritar.

Pese a que las lámparas tuvieron distinto tiempo de encendido, a simple vista y también con la utilización de un instrumento óptico de aumento, no pudo encontrarse diferencias físicas entre las mismas.

En este caso, ambos chips se destruyeron, dejando de emitir luz, pero sin ningún cambio que permitiera diferenciar la lámpara A-1 de la lámpara A-2.



Para el caso de la lámpara LED A-3, ésta fue la que la investigadora mantuvo apagada durante la experimentación, incluso fue impactada en ese mismo estado.

El impacto realizado sobre A-3 fue en el mismo sector que las restantes, es decir, sobre el cuerpo del chip LED.

El chip LED de la lámpara A-3 se destruyó, a diferencia del resto, no podemos afirmar que dejó de emitir luz, ya que, debido a su estado (apagado) se trataba de un imposible.

A simple vista, el chip LED de la lámpara A-3 no poseía diferencias respecto de las lámparas A-1 y A-2.

Asimismo, se utilizó un lente Macro con aumento de 15X para poder hallar indicios que pudieran indicar diferencias entre las lámparas. Sin embargo, pese a la ayuda del instrumento óptico de aumento, no pudieron encontrarse diferencias físicas que indiquen qué lámpara se encontraba encendida y cuál apagada en instantes previos al impacto.

Párrafo aparte merece el análisis de la experimentación que se realizó sobre la tarjeta electrónica que compone a la lámpara LED.

Como se mencionó en líneas anteriores, ésta parte de la experimentación no había sido planificada, sin embargo, la investigadora decidió ahondar aún más en la búsqueda de indicios, por lo cual la llevó adelante.

Las lámparas LED A-1 y A-3 fueron desarmadas para poder extraer y observar la tarjeta electrónica.

Con la ayuda del lente macro con aumento de 15X se observó cada una de las tarjetas en búsqueda de indicios o diferencias físicas en cada componente.

Pese a que la lámpara A-1 fue impactada mientras se encontraba encendida, y la lámpara A-3 mientras estaba apagada, no se hallaron diferencias físicas en los componentes electrónicos de las tarjetas.



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A lo largo del marco teórico se han ido desarrollando distintos temas para poder culminar en la explicación del concepto de automóvil moderno, sus componentes, y su relación con la accidentología forense.

La Accidentología forense se encarga del estudio de la dinámica de los incidentes viales con el fin de poder determinar la mecánica del hecho, responsabilidades y además plantear posibles prevenciones futuras.

Un elemento importante a la hora de estudiar un incidente de tránsito son las lámparas con las que vienen equipados los vehículos.

En este caso particular, se han escogido las lámparas delanteras bajas.

La investigadora a través del análisis bibliográfico de dicha temática llegó a la conclusión de que hasta el momento sólo existía información respecto de las pericias realizadas sobre lámparas halógenas y/o de neón.

Para simplificar, las lámparas compuestas por filamentos.

El material bibliográfico recolectado y analizado planteaba una pericia que, estaba basada en el análisis de la morfología que adoptaba el filamento de la lámpara, momentos posteriores al impacto, producto de un incidente vial.

El filamento de tungsteno que compone a la lámpara halógena, una vez encendido, alcanza elevadas temperaturas, por lo que, al romperse, producto de un impacto, éste se corta y deforma⁸, debido a que en dicho estado, se convierte en un material dúctil. Sin embargo, si el filamento se rompe estando apagado, podrá observarse en su extremo, un corte limpio sin ningún tipo de deformación.

Ahora bien, las distintas fuentes consultadas apuntaban siempre a este tipo de lámparas, ninguna hacía referencia al análisis pericial de las lámparas sin filamento, es decir, las de tipo LED.

Por lo que, al carecer de información respecto de posibles resultados, la investigadora no puede contrastar su experimentación y datos obtenidos con un marco teórico.

⁸ Por lo general, puede visualizarse un alargamiento en la punta del filamento.



CONCLUSIONES

Una vez culminada la etapa de investigación, podemos afirmar que la investigadora cumplió sus objetivos de trabajo.

De esta manera, logró observar directamente las lámparas LED y registrar si existían vestigios, así como también establecer si el tiempo de encendido, previo al incidente, influía en la aparición de los mismos, lo cual conlleva el cumplimiento de sus objetivos secundarios.

En cuanto al objetivo principal, es decir, a “determinar, a partir de vestigios, si la lámpara LED se encontraba encendida o apagada al momento del incidente”, la investigadora llevó a cabo los distintos pasos para intentar cumplir dicho objetivo, sin embargo, el resultado de la experimentación, no se lo permitió.

La imposibilidad de cumplir con el objetivo principal, es consecuencia de la imposibilidad de corroborar las hipótesis general y derivada.

La hipótesis general del presente trabajo afirmaba que; “tras el análisis de la lámpara LED, podrán hallarse indicios que permitan determinar si la misma se encontraba encendida o no, al momento del incidente vial”. Sin embargo, una vez finalizada la etapa de experimentación y analizados los datos obtenidos, se llegó a la conclusión de que resultaba imposible la confirmación de la misma, debido a la inexistencia de algún tipo de indicio que permita identificar qué lámpara LED se encontraba encendida con anterioridad al incidente. Esto es, no se logró hallar alguna diferencia entre las lámparas A-1, A-2 y A-3 que indicara fehacientemente el estado de cada una (encendida/apagada) en momentos previos al impacto, por lo que, la hipótesis general quedó descartada.

Con respecto a la hipótesis derivada, que proponía; “el tiempo previo de encendido de la lámpara, no influirá en la aparición de indicios”, queda también descartada como consecuencia de no poder haber corroborado la hipótesis general. Esto, debido a que, si no pudieron hallarse vestigios en la lámpara A-1 y A-2, resulta imposible determinar e incluso afirmar que el tiempo de encendido no influía en la aparición de los mismos.

El presente trabajo fue llevado a cabo a partir del problema de investigación que consistió en la siguiente incógnita: ¿Existirá algún indicio en la lámpara LED, el cual, permita identificar si se encontraba encendida al momento del incidente vial?

En este apartado corresponde dar una respuesta a esta incógnita, por lo que, la investigadora afirmó que no existen indicios en la lámpara LED, que puedan ayudarnos a determinar si se encontraba encendida o apagada en instantes previos al incidente vial,



ya que, en el cotejo realizado entre las lámparas LED no puede visualizarse ninguna diferencia física que implique dicha situación.

Finalmente, considero que la experimentación realizada sólo se circunscribió a la búsqueda de diferencias físicas del aspecto de los componentes de las lámparas LED, tanto del chip como de la tarjeta electrónica, por lo que, con los conocimientos necesarios, podría, como proyección futura, ampliarse la búsqueda hacia diferencias electrónicas.



BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Alba López, J. J.; Monclús González, J. e Iglesia Pulla, A. (2001). *Accidentes de Tráfico: Manual Básico de Investigación y Reconstrucción*. Zaragoza, España: Editorial Copy Center.
- Arias Paz, M. (2004). *Manual de Automóviles (55ª ed.)*. Madrid, España: Editoriales Dossat.
- Derry, T. K. y Trevor Illtyd Williams. (1997). *Historia de la tecnología: desde la antigüedad hasta 1750*. Madrid, España: Siglo veintiuno de España Editores.
- Esparza, G. R., Murrieta Cummings, R., Mascott Pérez, Y., Aspe Bernal, M., Ramírez Reyes, M. y Poon Hung, C. (2015). *Manual de Iluminación*. Benito Juárez, México: ISBN 978-607-95879-5-6.
- Guzmán; C. A. (2000). *Manual de criminalística*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones La Rocca.
- Irureta, V. A. (2003). *Accidentología vial y pericial*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones La Rocca.
- Lucendo, J. (2019). *Las Edades del Automóvil. Historia del Automóvil*. España: Editor Jorge Lucendo.

Tesis

- Abdo, N. B. (2012). *Alcance Nocturno de las Luces de Tungsteno y de Xenón en Automóviles* (Tesis de Grado). Universidad del Aconcagua. Facultad de Psicología. Mendoza, Argentina.
- Dorsemaine, P. E. (2011). *Puntos negros del Departamento de San Martín, Mendoza, a partir de siniestros viales con lesionados donde intervino Policía Científica* (Tesis de Grado). Universidad del Aconcagua. Facultad de Psicología. Mendoza, Argentina.
- Fernández Latorre, O. (2016). *La evolución del automóvil*. (Tesis de Grado). Universitat Jaume I. Castellón de la Plana, España.

Revistas y páginas web

- Giménez Mencia, V. D. (2020). Análisis de foco de vehículos, para determinar encendido en el momento de la rotura por reacciones químicas.



Revista Científica de la Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito, 1(1), 18-19.

- Ley nº 24.449. Ley de Tránsito. Uso de las luces. (1994). Publicada en InfoLEG, 23/12/94, Argentina.
- Philips. (s.f) *¿Cómo producen luz los LED?* Disponible en:
<https://www.lighting.philips.com.co/soporte/soporte-de-productos/preguntas-frecuentes>
- Sector Electricidad. (21 junio, 2015). *¿Cómo funciona un foco LED?* *SectorElectricidad*. Disponible en:
<https://www.sectorelectricidad.com/12717/como-funciona-un-foco-led/>



ANEXO FOTOGRÁFICO

En el siguiente apartado podrán visualizarse los materiales utilizados, así como también las fotografías que se tomaron de los distintos pasos realizados durante la etapa experimental.

Materiales para la experimentación



Batería Willard, modelo UB 620 Ag, tamaño 12v – 65.



Cables pinza rojo (+) y negro (- o masa).



Lámparas LED tipo H7, modelo C6s de la manufactura LED Headlight.



Packaging del instrumento óptico de aumento.



Lente Macro con 15X de aumento



Soporte para el lente.

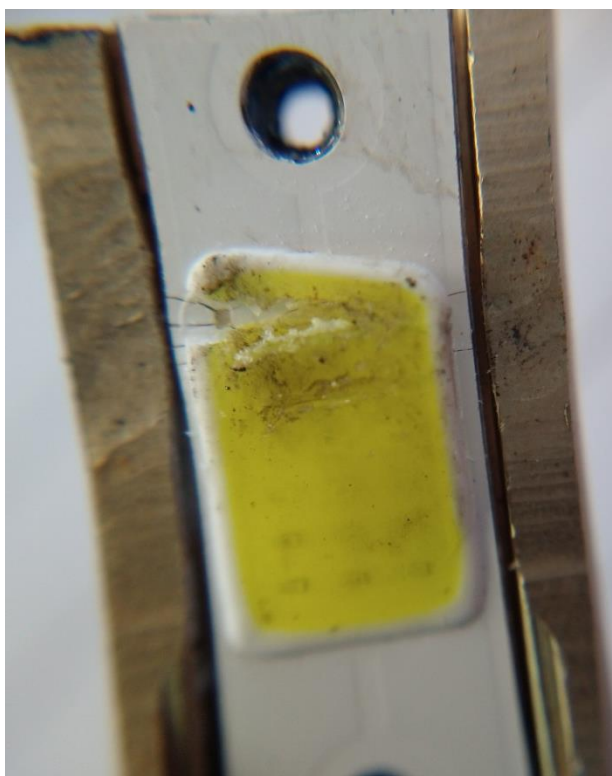
Secuencia de trabajo



Encendido de la lámpara A-1.



Fotografías macro del chip LED, con anterioridad al impacto.



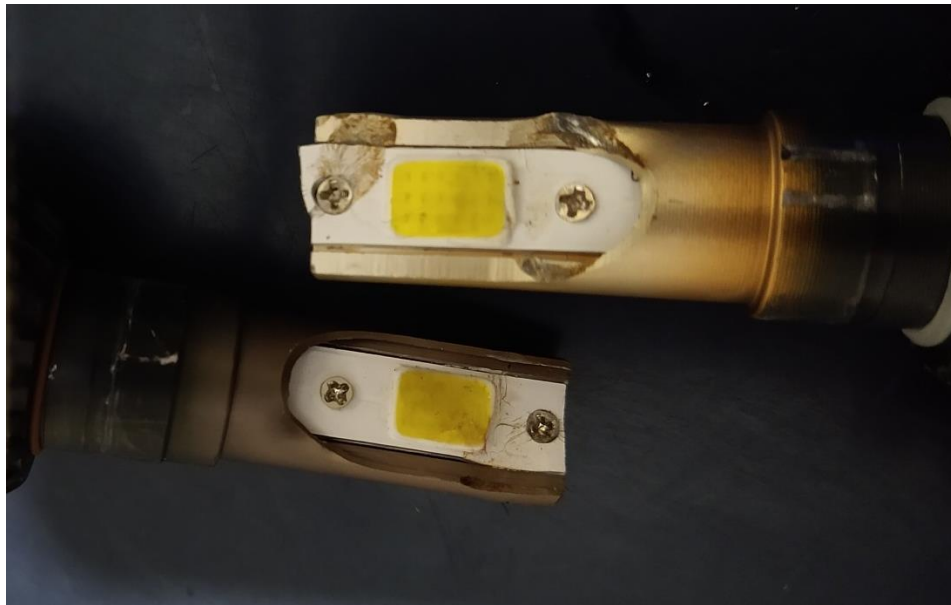
Fotografía macro: lámpara LED A-1 tras el impacto.



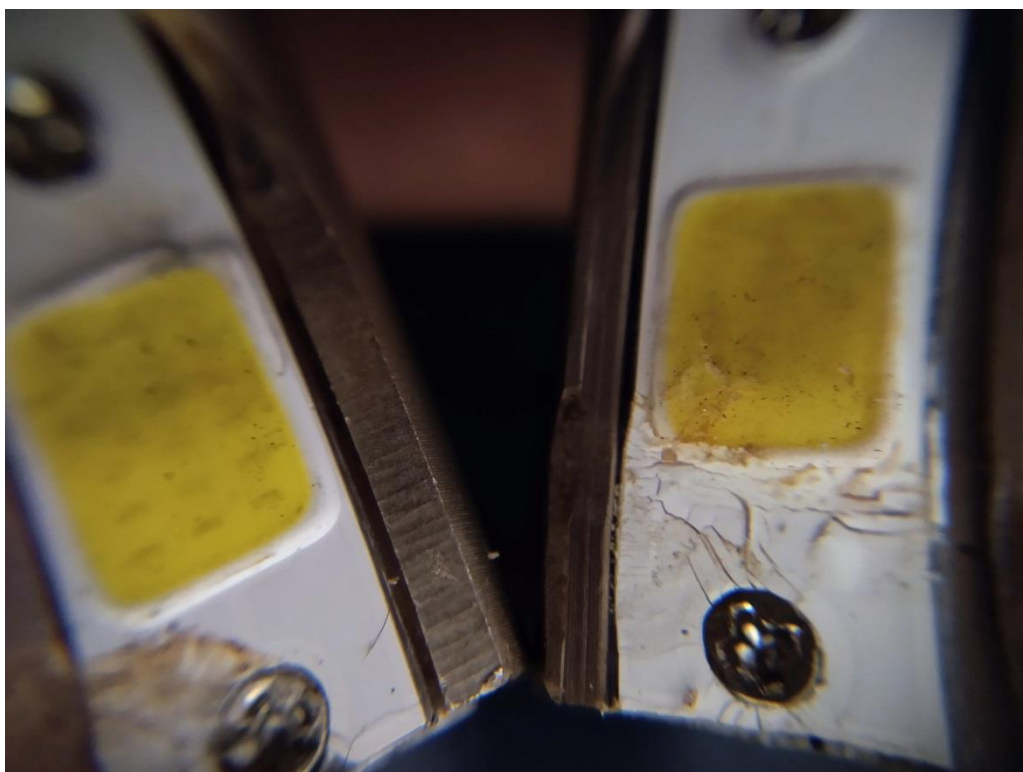
Fotografía macro: lámpara LED A-2 tras el impacto.



Fotografía macro: lámpara LED A-3 tras el impacto.



Comparación a simple vista de lámparas A-2 y A-3 tras el impacto.



Comparación con lente macro 15X de lámparas A-2 y A-3 tras el impacto.