

INNOVACIÓN & SABER

Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y Orden Público



Policía Científica



ISTPN

Instituto Superior Tecnológico
POLICÍA NACIONAL

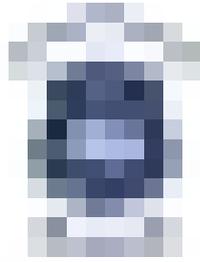
No. 4

ISSN: 2528-8032

2773-7470

Junio 2022

Quito-Ecuador



Misión

El Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional, con condición Universitario, forma holísticamente a servidores policiales directivos y técnico operativos, y a ciudadanos de la sociedad civil, en carreras de tercer y cuarto nivel técnico-tecnológico inherentes a la seguridad integral, con un enfoque innovador y de emprendimiento, que coadyuve con el desarrollo de los sectores sociales, económicos, productivos, culturales y tecnológicos, en un ambiente de cultura de paz y de convivencia pacífica.

Visión

El Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional, con condición Universitario, será una Institución de Educación Superior Pública líder en la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) en los dominios académicos de prevención, investigación del delito, e inteligencia antidelincuencial, con reconocimiento a nivel institucional nacional e internacional, promoviendo principios, valores y prácticas inherentes a la seguridad ciudadana y el orden público en una perspectiva de seguridad humana.

Departamento de Investigación Tecnológica

Correo electrónico de contacto
Comité editorial - Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y
Orden Público Innovación & Saber
comiteeditorial@revistainvestigacion.isupol.edu.ec

Áreas de publicación

Prevención; Investigación; Inteligencia; y Educación, Desarrollo e Identidad

Lugar de edición y maquetación

Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional condición Universitario
Av. De La Prensa N42-233 y Juan Galarza
Código Postal: 170510
Quito-Ecuador

Teléfono

(+593) 2270-140

Tiraje en papel

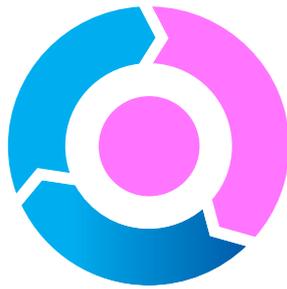
250 ejemplares

Página electrónica de Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y Orden Público Innovación & Saber

<https://innovacionysaber.isupol.edu.ec>

Correo electrónico para envío de artículos

articulos@revistainvestigacion.isupol.edu.ec



INNOVACIÓN & SABER



COMITÉ EDITORIAL

Editores jefes:

M. Sc Freddy Omar Goyes Silva
General de Distrito
Marco Patricio Ortiz Nieto
Coronel de Policía de E.M.
Ricardo Nicolás Paz y Miño Novillo
Coronel de Policía de E.M.
Dr. Federico Eduardo Erazo Marin M. Sc.
Teniente Coronel de Policía

Director editorial:

M. Sc. Franklin Leopoldo Álvarez Salinas
Mayor de Policía
M. Sc. Oscar Xavier Cifuentes Escobar
Mayor de Policía

Coordinación editorial:

Tnlgo. Danilo Wilfrido Campoverde Dueñas
Sargento Primero de Policía
M. Sc. Sandra Elizabeth Benítez Mangia
Sargento Segundo de Policía.
Lcdo. Diego Fernando Espinosa Lovato
Sargento Segundo de Policía.

Comité de revisión interna

M. Sc. Diego Mauricio López Tapia
Mayor de Policía
M. Sc. Jorge Eduardo Torres Sarmiento
Mayor de Policía
M. Sc. Andrés Eduardo Grijalva Córdova
Capitán de Policía
Ab. Esteban Polibio Cabrera Andrade
Capitán de Policía
Tnlgo. Christian Fabián Carrasco Cali
Cabo Primero de Policía

Comité de revisión externa

M. Sc. Verónica Paulina Cáceres Manzano
M. Sc. Nathaly Kassandra Moscoso Moreno
Ing. Jorge Sebastián Álvarez Santana
M. Sc. Belén Rebeca Cortez Zambrano
M. Sc. Otero Nehuen
Dr. Diego José Donoso Vargas
Lcdo. Alberto Stalin Gutiérrez Tigse

Revisión editorial de estilo y Ortotipografía

M. Sc. Elkin Javier Monroy Díaz

Fotografías digitales

Lcdo. Boris Darío Salgado Villagómez
Lcdo. Bryan Gabriel Brusil Álvarez

Producción fotográfica en Exteriores

Verónica Elizabeth Maldonado Salazar
Cabo Primero de Policía

Diagramación y maquetación

Lcda. Adriana Sofia Santos Guanoluisa

Coordinación administrativa Financiera

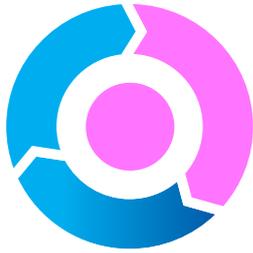
Ing. Jeanneth del Rocío Vargas Hernández
Subteniente de Policía

Departamento de comunicación e Imagen institucional

Ing. Bryan Ricardo Ramírez Gallardo
Teniente de Policía
Tnlga. Sandra Patricia Lema Carrasco
Cabo segundo de Policía

Diseño e impresión

Soluciones Digitales ASG



INNOVACIÓN & SABER

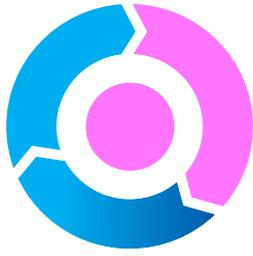
ISTPN, Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y Orden Público
N° 4 Junio 2022 - ISSN 2773-7470 (en línea) y 2528-8032

PREVENCIÓN

Trazabilidad de la munición e inscripciones en las vainas servidas y de cartuchos procesados durante el primer semestre de 2022	6-15
<i>Oscar Xavier Cifuentes Escobar y Milton Alberto González López</i>	
Utilización de equipos aéreos no tripulados en la inspección ocular técnica de siniestros viales e investigaciones periciales	16-21
<i>Juan Francisco Esparza Narváez</i>	
Análisis forense de la evolución del accidente de tránsito en el video digital	22-27
<i>Oscar Patricio Portilla Quiroz</i>	
Asociación entre el crimen y la pobreza diagnóstico de la tasa de homicidios en Ecuador desde el 2010 al 2018	28-34
<i>Reinaldo Rivelino Acosta Bedón</i>	

INVESTIGACIÓN

Intervención técnico-científica en los cadáveres durante la crisis carcelaria de Ecuador en 2021	36-46
<i>Jaime Andrés Espinosa Melo, Rubén Darío Terán Flores y Marco Patricio Ortiz Nieto</i>	
Meta pericia en el ámbito de la investigación forense en delitos de tránsito	47-58
<i>Luis Miguel Espinosa Baldassari</i>	
Armas de fuego, de foguero y neumáticas: entre la normativa legal y la balística forense	59-65
<i>Enrique Efraín Argüello Arellano</i>	
Cambio de paradigma en la identificación de las armas de fuego: objetividad y subjetividad de sus resultados	66-77
<i>Nelson Gustavo Solís López</i>	



INNOVACIÓN & SABER

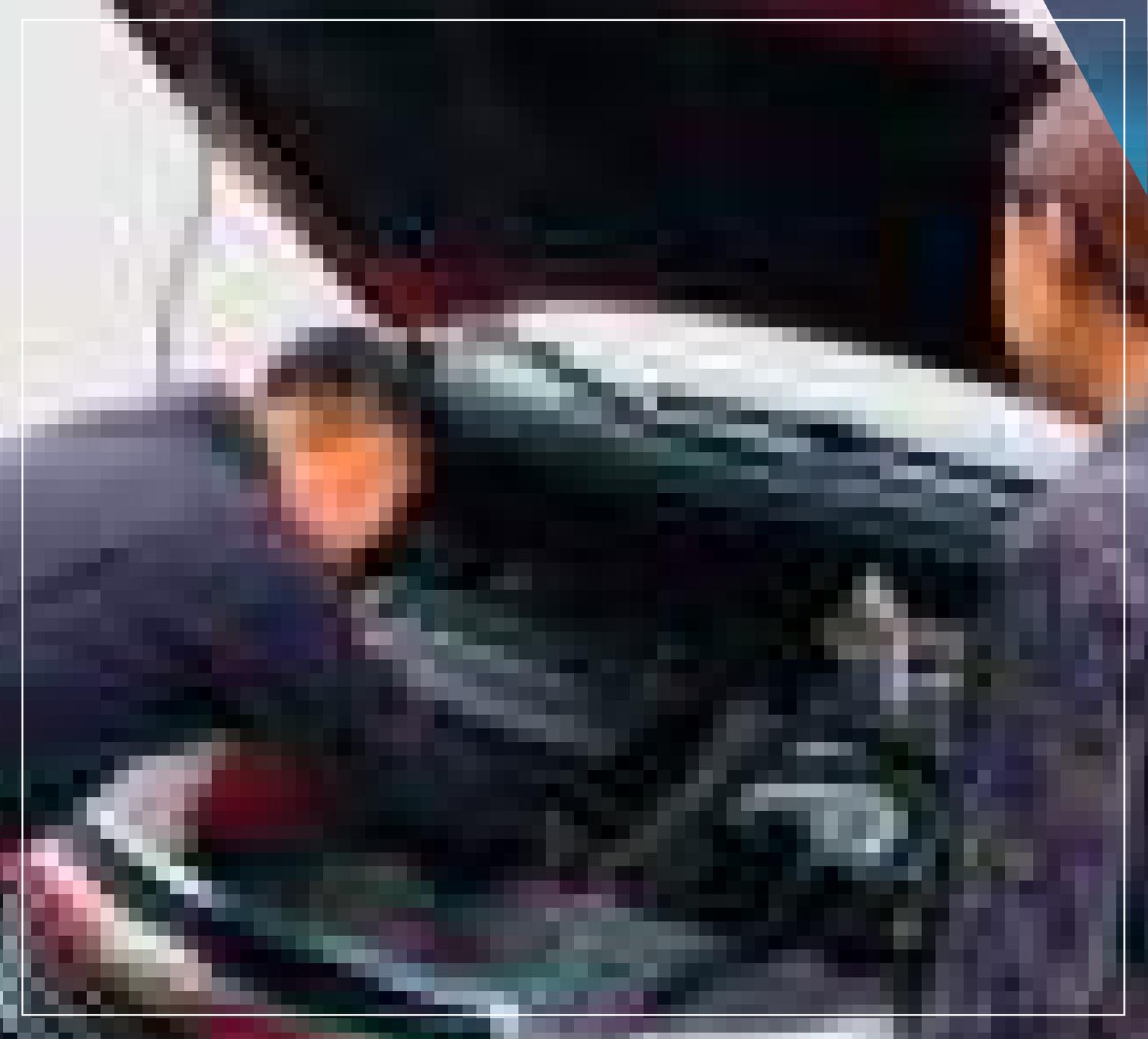
ISTPN, Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y Orden Público
N° 4 Junio 2022 - ISSN 2773-7470 (en línea) y 2528-8032

INTELIGENCIA

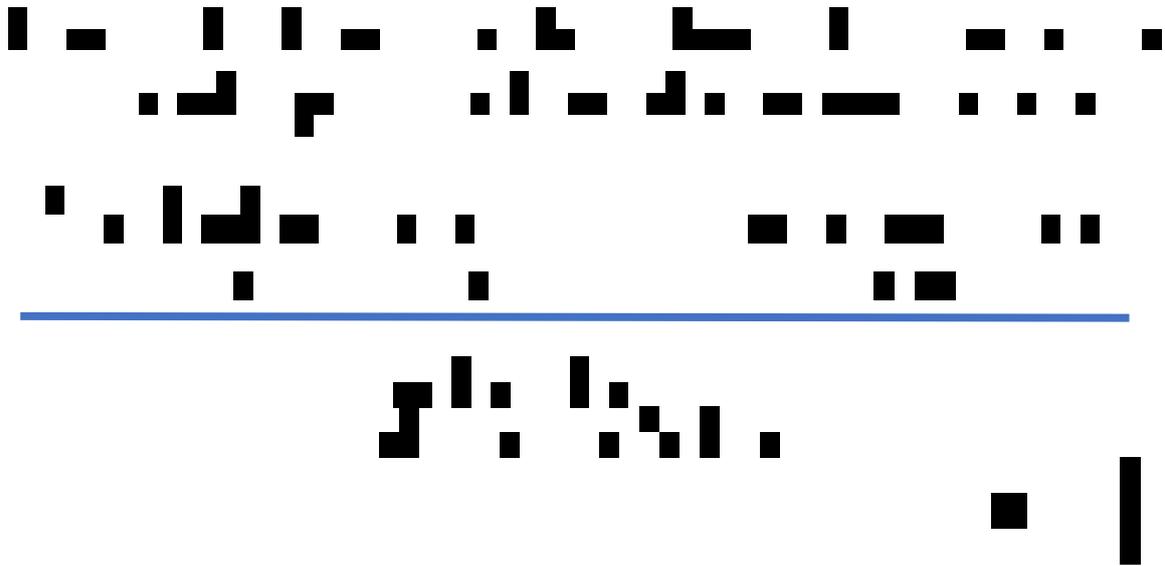
- Las técnicas instrumentales en el análisis de indicios de origen inorgánico
como parte de una investigación forense 79-85
Hugo Ivan Adriano Villa
- Tecnologías forenses en 360° 86-95
Xavier Adolfo Chango Llerena

EDUCACIÓN, DESARROLLO E IDENTIDAD

- Evolución histórica de la Dirección Nacional de Policía Científica en Ecuador 97-105
*Óscar Xavier Cifuentes Escobar, Luis Enrique Sandoval Arcos
y Verónica Elizabeth Maldonado Salazar*
- Aprendizaje, proyectos colaborativos y creación de conocimientos en el revelado
de huellas latentes de origen dactilar 106-117
José Alfredo Chico Tuquerres
- Política y normativa editorial 118-120



PREVENCIÓN



Resumen

Las Unidades de Criminalística Móvil (UCM) desplegadas a nivel nacional realizan labores de búsqueda, tratamiento, levantamiento, embalado y rotulado de los indicios de diversa naturaleza y de importancia para la investigación. El presente artículo se centra en la información que aportan las Jefaturas de Criminalística a escala nacional mediante la gestión de los indicios balísticos que resultan del disparo de un arma de fuego. Se realizó un análisis de las inscripciones convencionales que se acuñan en los culotes de las vainas y las unidades de carga (cartuchos) que cobran importancia al momento de definir la ruta crítica de ingreso o trazabilidad de munición para el uso en las armas de fuego utilizadas por los grupos de delincuencia organizada en Ecuador.

Palabras clave: armas de fuego, balística, estampa; IBIS, inscripciones; marcaje, munición, cartucho, vaina.

Abstract

The Mobile Criminalistics Units (UCM) deployed nationwide carry out the search, processing, removal, packaging and labeling of various types of evidence of importance to the investigation. This article focuses on the information provide by the Criminalistics Units at the national scale, the management of ballistic evidence resulting from the action of a firearm shot. An analysis is made of the conventional inscriptions that are stamped on the butts of the cartridge cases and the loading units (cartridges) that become important when defining the critical route of entry or traceability of ammunition for use in firearms used by organized crime groups in Ecuador

¹ Mayor de la Policía Nacional, magíster en Criminología Aplicada, especialista en Investigación Científica del Delito, licenciado en Criminalística, licenciado en Ciencias Policiales, perito en balística, jefe del Departamento de Innovación Desarrollo, Investigación y Análisis de la Información y jefe del Área de Capacitación de la Dirección Nacional de Investigación de la Policía Científica. oscaritocifuentes@hotmail.com  <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-2251-9500>.

² Cabo segundo de la Policía Nacional, tecnólogo en análisis informático, analista del Departamento de Análisis de la Información. milton_viejo_tom@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-4963-622>.





Keywords: firearms, ballistics, stamp; IBIS, inscriptions; marking, ammunition, cartridge, cartridge case

Introducción

En el mundo son más los homicidios que resultan de la actividad criminal que de los conflictos armados y el terrorismo, juntos. De acuerdo con el Estudio Global de Homicidios en 2019 realizado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, por sus siglas en inglés), en 2017 hubo 464 mil víctimas de homicidio, por conflictos armados 89 mil y por terrorismo 26 mil.

Ecuador no se escapa de la actividad criminal y de los homicidios que ocurren a causa de esas actividades. Es más, hay una tendencia al aumento de los homicidios intencionales con armas de fuego desde el 2020 pese a que fue un año atípico por la emergencia sanitaria global de la covid-19. En 2020 el número de homicidios con este tipo de arma fue de 349 víctimas, en 2021 de 745 y en lo que va de 2022 se registran 1865. Estos y otros datos se reflejan en la figura que sigue:

Figura 1
Homicidios intencionales por arma de fuego en Ecuador, 2013-2022



Fuente: Sistema SGP, corte al 11 de julio de 2022

Para ejecutar sus acciones al margen de la ley los grupos de delincuencia nacional y transnacional utilizan armas de fuego, municiones y explosivos que resultan del tráfico ilegal de estos dispositivos. Dentro de los indicios balísticos, las vainas de los cartuchos cobran importancia ya que aportan información útil respecto a las inscripciones de la base del culote que dan cuenta de la ruta de ingreso o trazabilidad de la munición que ingresa a Ecuador.

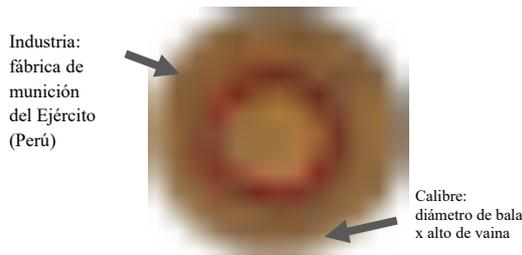
Metodología

Para la presente investigación se utilizó una metodología convergente basada en la propuesta de Creswell (2015; citado por Silva y Pérez 2020) que intercala a métodos cualitativo y cuantitativo. Se tiene por datos a las marcas, improntas o inscripciones “de clase” dejadas convencionalmente por el fabricante sobre la base del culote, también conocidas como “marcaje”. Las inscripciones pueden arrojar información sobre el fabricante, el calibre, el tipo de cartucho, el año de fabricación, su uso exclusivo o recomendado. Ofrecen una aproximación válida para explicar técnicamente el fenómeno de la violencia y delincuencia debido a su trazabilidad.

Se toma por referencia a la clasificación extrínseca que realiza Posada (2002). Este artículo se enfoca en la relativa constancia de las características exteriores (marcaje) que permiten la identificación de la vaina, es decir, en su reconocimiento dentro de un grupo de objetos de similares características que se traduce, para este caso, en asociar dicho elemento a una casa fabricante en particular.

Imagen 1

Ejemplo de un marcaje



Elaboración: por los autores, 2022

Para la presente investigación se diagramó una matriz en la que se fue incorporando los datos provenientes de los informes diarios de las Jefaturas Zonales y Subzonales de Criminalística en los que se reportaba la gestión de los indicios balísticos en las escenas de investigación de los delitos en sus diferentes tipologías. Se tuvo en cuenta los delitos que atentan contra la vida (homicidio, asesinato) y la integridad (tentativas de homicidio o asesinato, lesiones) cuyos datos fueron incluidos en una matriz





general que muestra la totalidad de los indicios balísticos procesados. De los 29 274 indicios balísticos que corresponden al primer semestre de 2022 a nivel nacional, este artículo se enfoca en los marcajes de las vainas y cartuchos que suman un total de 26 365. Estos datos se incluyen en la tabla 1.

Tabla 1

Indicios balísticos levantados y fijados por Criminalística, año 2022

Indicios	Total
Vainas	14 367
Cartuchos	11 998
Balas	1521
Armas de fuego	610
Fragmento de latón o encamisado-vaina	398
Fragmento de plomo-bala	359
Granada	8
Cañón	6
Perdigones	2
Arma neumática	2
Guardamonte	2
Armazón de arma de fuego	1
Total	29 274

Fuente: Datos del DAI-Dinitec, corte al 14 de agosto de 2022.

Elaboración: por los autores

Se realizó una clasificación de los marcajes existentes en los culotes de las vainas por casa fabricante. Se comparó su presencia con la totalidad de munición y vainas procesadas, ordenando los datos descritos y verificando su recurrencia.

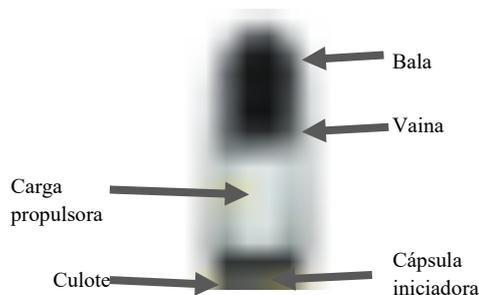
Estado del arte

En la actualidad, hay cartuchos metálicos y semimetálicos usados en diferentes armas de fuego, para actividades militares, bélicas, de caza y deporte. Por el principio de uso, intercambio y correspondencia, todas las partes de un cartucho son importantes en la identificación de un arma utilizada en un disparo, sin embargo, para el

presente artículo se tiene en cuenta el culote de la vaina en cuya superficie se acuñan marcas particulares que otorgan información relevante para alcanzar su trazabilidad.

Imagen 2

Partes constitutivas del cartucho, diseño



Fuente: Villalba *et al*, 2018.

El calibre

Barnes (2012) afirma que existen dos sistemas convencionales para la medida del calibre. En gran parte de Europa se optó por utilizar el sistema métrico-decimal, mientras que, en Estados Unidos, se usa el sistema anglosajón. De modo que, se expresa en milímetros cuando se utiliza el sistema métrico y en centésimas o milésimas de pulgada cuando se hace uso del sistema imperial británico (Guzmán 2013). En Ecuador y los países de América Latina se nombra y utiliza de manera indistinta los dos sistemas.

Medición de calibre

El calibre se determina en el arma de fuego, específicamente, en el ánima del cañón de las armas de ánima rayada. Se mide la distancia diametralmente opuesta entre los dos macizos sin tener en cuenta las estrías o campos, mientras que, en las armas de ánima lisa se determina mediante la histórica medida de la cantidad de esferas de plomo que, reducidas y agrupadas, ingresan en el tamaño de un determinado cañón, juntando una libra inglesa.

Para Villalba *et al* (2018) hay dos acepciones en cuanto al calibre: nominal y real. El nominal se refiere al diámetro que se mide desde los dos bordes opuestos (antagónicos o enfrentados)





pero en la parte más alta de las estrías del cañón. En cambio, el calibre real es el diámetro de interior del cañón del arma de fuego que es medido desde los dos bordes opuestos como si no tuviera estrías (Guzmán 2013).

En Ecuador, hasta no hace mucho tiempo, el calibre más usado era el 9 mm y de cerca el .38. Ambos eran usados en pistolas y revólveres, es decir, en armas cortas. En la actualidad, hay una presencia notable de calibres para armas largas 7,62 mm y .223 (5,56 mm). Además, hay calibres de gran poder como el .40 y .45, de acuerdo a la infografía que a continuación se muestra:

Tabla 2

Cartuchos y vainas levantados por tipos de calibre, año 2022

Cartuchos y Vainas levantados por tipo de calibre - año 2022			
Calibre	Cartuchos	Vainas	Total
Calibre 9mm	3973	9781	13754
Calibre 7.62	2186	276	2462
Calibre 5.56	1388	795	2183
Calibre .223	1050	1066	2116
Calibre 12	993	855	1848
Calibre .38	898	184	1082
Calibre .380	259	529	788
Calibre .22	478	24	502
Calibre 40	74	269	343
Calibre .32	240	42	282
Calibre 45	20	166	186
Calibre 16	113	20	133
Calibre 6.35	97	2	99
Otros	229	358	587
Total	11998	14367	26365

Fuente: los datos del DAI-Dinitec, corte al 14 de agosto de 2022.

Elaboración: por los autores

La Identificación

Este término es ampliamente utilizado por las policías científicas a nivel mundial. Incluso, se ha conformado un paradigma que rodea a los estudios periciales basado en la comparación entre los atributos o características de una persona o elemento físico (referencia) y los atributos o características-problema como, por ejemplo, una huella dactilar y una vaina levantada en la escena del delito. Para cumplir con estas tareas, el perito utiliza un método validado científicamente y, en ambos casos, se apoya en la técnica y la tecnología. Por eso, un especialista en investigación del delito es considerado un tecno-científico. El prefijo “tecno” hace referencia al uso consecuente y

responsable de la técnica y la tecnología, mientras que, el sufijo “científico” a que toda determinación en el campo forense debe basarse en las ciencias naturales en su faz aplicada.

Sin embargo, la tecnología es necesaria pero no suficiente. Ayuda a acortar los tiempos en la ejecución de tareas y procesos y orientan a la tesis mediante la interpretación de resultados, algo que sería impensable sin el experto que los interprete de manera subsidiaria. Mediante la aplicación de un método, el perito se acerca objetivamente al hecho de manera exacta. Si bien, toma distancia de la subjetividad es consciente de que puede existir un sesgo cognitivo en algún momento.

El perito debe identificar mediante su conocimiento, los procedimientos técnico-científicos y operaciones prácticas que le permiten constatar y contrastar las características entre dos elementos sometidos a comparación, determinando su alta probabilidad de coincidencia. Cada objeto es igual a sí mismo, es decir se diferencia de todos los demás en todo tiempo y en todo lugar (Posada 2022).

En el caso de la balística identificativa los autores concuerdan que el primer hito tuvo lugar en 1835 en Londres cuando el propietario de una casa falleció ante los disparos producidos por un arma de fuego. Henry Goddard, quien pertenecía a la policía londinense, tomó la investigación e identificó la marca del molde utilizado para la fundición del plomo que se encontraba en la esfera encontrada en el cadáver.

Discusión

Las vainas son indicios balísticos de suma importancia para la investigación. Por tanto, para trabajar en ellas, se debe tomar en consideración múltiples factores para su identificación que van más allá de lo balístico. Por ejemplo, no se debe descartar la posibilidad de encontrar huellas dactilares en la superficie lisa de la vaina (cuerpo) ya que en la acción necesaria de carga de los cartuchos en el estuche-cargador se pudo haber dejado esta impronta. Según lo afirma Posada (2002), debido a la elevación de la temperatura del casquillo como consecuencia de la deflagración de



la carga impulsora, pueden formarse huellas negativas y visibles de color pardo oscuro.

La vaina es un componente del cartucho. En la identificación de la vaina se toman en cuenta varios datos como la forma, color, material, aproximación a su uso (militar, deportivo, caza, entre otro) y al calibre mediante mediciones precisas tanto del diámetro interior de la vaina, como de su altura. Estas serían las características extrínsecas. Sin embargo, es preciso señalar que se pueden impregnar en la superficie de la vaina, producto del choque o roce dinámico, varias marcas de interés intrínseco como las huellas de los labios del cargador (en la superficie del cuerpo), la ventana de alojamiento o salida del percutor, el fondo de percusión generado por la acción del percutor sobre la cápsula iniciadora, la marca del espaldón o bloque de cierre, la ña extractora y botador.

Quizás los esfuerzos periciales, de manera tradicional, se inclinaban a la identificación de los elementos encontrados en el posible lugar de los hechos. No obstante, el Sistema Integrado de Identificación *Balística* (IBIS®) es una herramienta tecnológica moderna que procesa los indicios balísticos de manera más efectiva, acorta el tiempo de trabajo en el estudio de estos elementos y correlaciona los casos dejando material para un proceso microscópico de comparación posterior. Una de las debilidades es que deja de lado cierta información que puede mostrar el camino seguido por el cartucho desde su fabricación hasta su levantamiento a cargo del personal técnico.

A ese sendero compuesto por dos dimensiones (espacio y tiempo) se le denomina trazabilidad. Este término se refiere al procedimiento preestablecido y autosuficiente que permite conocer el histórico, la ubicación y trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento y herramientas determinados (Santa Bárbara EP 2022). Desde otro enfoque, la trazabilidad es útil para relacionar una vaina servida, encontrada en la escena, con el proyectil que se puede levantar en el mismo lugar o, incluso, en el cuerpo de una víctima.

Si se conoce el componente químico de la vaina y se cuenta con una tabla de fabricación de los distintos países donde se especifiquen los

componentes de sus elementos es posible reconocer el origen de la vaina. Una vaina puede estar compuesta de plomo, antimonio, cobre o zinc (Locles 2014). Mediante el estudio extrínseco del calibre que incluye a las marcas de clase dejadas en el culote, los componentes de fabricación de las partes constitutivas del arma de fuego y las inscripciones del culote de las vainas, se puede acortar el universo de las armas de fuego a varios grupos, por ejemplo, si se levanta una vaina de calibre 9 mm.

Con el razonamiento inductivo se puede determinar la intervención de un grupo de armas de fuego (sea pistola o pistola ametralladora). Dentro de las características denominadas de subclase, por ejemplo, si se observa una línea longitudinal en el fondo de percusión del culote de la vaina, se puede precisar que el percutor se encuentra en el grupo de armas de fuego que, para su fabricación, utiliza un molde compuesto por dos partes. Se deja, entonces en el cierre de ese elemento una marca que es transferida a la cápsula iniciadora, como es el caso de las pistolas de la marca Smith & Wesson.

La tarea emprendida en este artículo es compleja debido, en parte, a que la bibliografía al respecto es escasa. Incluso, no se puede desentrañar todos los casos, partiendo de la idea de que existen más de 20 000 fábricas de munición en todo el mundo. A esto hay que sumarle que las recargas de las vainas, de alguna manera, pueden llegar a confundir el peritaje. Los peritos, en especial los de balística, deben contar con información necesaria para tratar de identificar al fabricante de los cartuchos originales. Esto puede ser de gran utilidad para las pruebas realizadas en laboratorio, además, que se puede formalizar un método de rastreo sobre la procedencia de los cartuchos (Vidrio 1998).

Las fábricas militares suelen colocar como marcaje información acotada pero relevante para su uso y almacenamiento, lo que interesa a parte del calibre y más allá de la fábrica, es que se dé cuenta del año de fabricación y de alguna forma el lote, para informar al usuario sobre su potencial efecto adverso por el paso del tiempo, es decir evitar incidentes por el uso de cartuchos con cierta obsolescencia.

Fábrica de munición ecuatoriana

El artículo 10 de la Ley de fabricación, importación, exportación, comercialización y tenencia de municiones, explosivos y accesorios de Ecuador de 1999 indica que “únicamente con la autorización del Ministerio de Defensa Nacional y previo estudio e informe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, se podrá instalar fábricas de armas o de transformación de ellas, de municiones, de recarga y de explosivos, debiendo los interesados sujetarse a las normas y demás regulaciones que sobre la materia establezca el Reglamento pertinente. El artículo 25 indica que los fabricantes, comerciantes y demás personas naturales o jurídicas autorizadas para tener, transportar o comercializar armas de fuego, municiones, explosivos y accesorios, están obligados a observar las normas que para su transporte y almacenamiento establece el Reglamento de la Ley citada.

Es importante señalar que se someten al control del Ministerio de Defensa Nacional mediante el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas lo siguiente:

- Las armas de fuego de todo calibre;
- Las municiones de todo tipo;
- Los explosivos y las materias primas para su fabricación;
- Las sustancias químicas inflamables, asfixiantes, tóxicas o corrosivas; y,
- Las instalaciones destinadas a la fabricación, almacenamiento y comercialización de estos elementos.

En Ecuador la única empresa autorizada para la fabricación de munición es la Empresa Pública Santa Bárbara, cuya fábrica se encuentra ubicada en la ciudad de Sangolquí (Cantón Rumiñahui) y las oficinas administrativas en Quito. La fábrica según consta en su página web (Santa Bárbara EP 2022) contribuye al desarrollo y la seguridad del país mediante la provisión de armamento, municiones, servicios logísticos de seguridad y defensa (blindaje de protección personal), desmilitarización de municiones de pequeño, mediano y grueso calibre y construcción de infraestructuras metálicas. El directorio está compuesto por el ministro de Defensa como presidente, la Fuerza Terrestre, el Comando

Conjunto, la Empresa Coordinadora de Empresas Públicas (EMCO EP) y el Ministerio de Economía y finanzas como miembros.

En América Latina hay varias empresas fabricantes de munición, entre ellas, la Fábrica de Munición del Ejército (FAME) de Perú, la Fábrica de Munición Fray Luis Beltrán (FLB) de Argentina y la Compañía Brasileña de Cartuchos (CBC y S&B).

Indicios ingresados al IBIS®

Funcionamiento y recorrido histórico: este sistema cumple con operaciones de almacenamiento, señalamiento de zonas de interés, confronte de patrones y determinación de correlaciones. Utilizando algoritmos de comparación, otorga una puntuación unificada que muestra los casos más consistentes con el criterio inicial de adquisición de vainas y balas. En este sistema hay varias tareas las cuales son:

- **Brasstrax®:** guarda información de las zonas de interés de las vainas incriminadas y testigo, determinando un protocolo para la adquisición y dependiendo de la parte que generó la marca por el choque dinámico y principio físico de transferencia: percutor, ventana de alojamiento o salida del percutor, botador o extractor huella de arrastre o de basculación.
- **Bullettrax®:** guarda información de las zonas de interés de las balas incriminadas y testigo, determinando un protocolo para la adquisición y dependiendo de la parte que generó la marca por el roce dinámico y principio físico de transferencia: zona grabada del macizo (LEA, por sus siglas en inglés) y zona grabada de la ranura (GEA, por sus siglas en inglés).
- **Matchpoint®:** organiza y presenta los resultados obtenidos de los potentes algoritmos de correlación del IBIS® mediante el uso de herramientas de visualización. Las coincidencias de mayor fiabilidad se identifican comparando las imágenes 2D y la información topográfica 3D de las vainas adquiridas usando Brasstrax® o de balas adquiridas usando Bullettrax®.



Red de Información sobre Balística (IBIN) y datos históricos

La Policía Internacional (Interpol) y la empresa Ultra Forensic Technology, desarrolladora del IBIS®, forjaron una alianza público-privada que ha llevado a la Interpol a convertirse en el primer centro neurálgico internacional dedicado al intercambio entre países de datos sobre la balística mediante la red IBIN. De acuerdo a la Interpol (2022), cada año se emplean armas de fuego en más de 245 000 asesinatos cometidos en todo el mundo (sin contar las armas usadas en los países en guerra).

El IBIS® en Ecuador empezó a funcionar en marzo de 2009. De manera casi paralela, la Unidad Técnica de Control de Armas (UTCA) de la Policía Nacional del Ecuador comenzó a usar dicho sistema en julio de 2009 durante el proceso para la recalificación de todos los permisos de armas del país. En la actualidad se cuenta con dos estaciones macro: una Quito y otra en Guayaquil, en donde llega el material balístico, vainas y balas procedentes de las escenas a nivel nacional y con anclaje a varios delitos, entre ellos: homicidios, asesinatos, tentativas, entre otros. A la fecha el sistema se encuentra operativo y cuenta con la última versión 3.2.1.

Figura 2

Comparativo de ingresos de balas, casos criminales del I cuatrimestre



Fuente: UNRSE-PN, corte al 14 de agosto de 2022





Figura 3

Comparativo de ingresos de vainas, casos criminales del I cuatrimestre



Fuente: UNRSE-PN, corte al 14 de agosto de 2022

Tabla 3

Cartuchos y vainas levantados por fábrica – año 2022

Cartuchos y Vainas levantados por fábrica - año 2022			
Fábrica	Cartuchos	Vainas	Total
Sellier & Bellot	1219	3128	4347
Fábrica de Munición del Ejército - Perú	536	1509	2045
Fábrica Española de Munición - Santa Barbara	1403	0	1403
Cartuchos Deportivos de México (Ind.Tecnos Sa)	667	689	1356
Santa Bárbara	312	917	1229
Eldorado Cartridge Corporation - made in Korea, the Philippines, Mexico and the Republic of South	211	921	1132
Winchester-Western	663	424	1087
Empresa Nacional Santa Barbara de Industrias Militares	766	195	961
Companhia Brasileira de Cartuchos, S.A.	252	464	716
Lake City Ammunition Plant	356	307	663
China North Industries Corp.(NORINCO)	600	2	602
Federal cartridge Corp.	330	242	572
T'aaseia Z'vaet	345	166	511
Fabrica de Artilleria de Pakistán	244	125	369
Federal Cartridge Co.	253	108	361
Otras	3841	5170	9011
Total	11998	14367	26365

Fuente: UNRSE-PN, corte al 14 de agosto de 2022.

Resultados

El Departamento de Análisis de la Información de la Dirección Nacional de la Policía Científica invirtió mucho tiempo y esfuerzo humano para levantar, validar y consolidar los datos

que puedan ser útiles para investigaciones futuras. Se observó, por ejemplo, la existencia de marcajes muy lejanos a la realidad. En México, de acuerdo a Vidrio (1998) es común y relativamente fácil conseguir municiones de todas las marcas y calibres que se fabrican en Estados Unidos, incluso,



importados desde Asia y Europa. Esto explica que en Ecuador existan vainas de cartuchos procedentes de estos continentes y no solo de la región.

Esto brinda una serie de lineamientos para establecer la trazabilidad de las armas de fuego: en primer lugar, que las fronteras son permeables. Llama la atención la existencia de armas y municiones en Ecuador procedentes de países donde existen regulaciones y libertad de adquisición de tales dispositivos. En la tabla que sigue se observa que una fábrica ubicada de República Checa es la de mayor recurrencia en las escenas de muertes y tentativas de homicidio en Ecuador a nivel nacional durante el primer semestre de 2022

Dentro de los indicios balísticos que son procesados en la escena por las Jefaturas Zonales y Subzonales a nivel nacional, durante el primer semestre de 2022, el 49 % representan a vainas percutidas con 14 367 indicios levantados. Le siguen los cartuchos con 11 998 indicios con el 41 %. En ambos casos es posible realizar el estudio de las casas fabricantes mediante el marcaje convencional y, por tanto, entender su trazabilidad.

De los cartuchos y vainas procesados por calibre se observa que el más usado es el 9 mm *Parabellum* con 13754 indicios que representan el 52 % siendo el más recurrente en armas de fuego cortas. El 9 % representa el calibre 7,62 x 39. En lo que respecta a armas largas el más usado es el calibre .223 (5,56 mm) con el 17 %. Asimismo, se advierte la presencia poco significativa, pero importante en términos de potencia, del .40 y .45.

En lo que respecta al estudio extrínseco de los indicios procesados en escenas del delito, relativo a las marcas, improntas o inscripciones dejadas por el fabricante se puede advertir que, durante el primer semestre de 2022, la más recurrente es el marcaje en vainas servidas y vainas de cartucho sin percutir de Sellier & Bellot ubicado en Praga (República Checa). No obstante, se conoce que la Compañía Brasileña de Cartuchos tiene los permisos para acuñar dicha inscripción, lo que

explicaría su presencia en Ecuador, sin descartar que exista munición de origen europeo.

De los 26 365 indicios levantados entre vainas y cartuchos se aprecia que la inscripción de la empresa nacional Santa Bárbara ocupa el quinto lugar. En tercer lugar, se tiene a la fábrica española homónima (Santa Bárbara) que tuvo un evento de carga masiva reportado en abril de 2022 donde se procesaron 1400 cartuchos completos en la provincia de Esmeraldas.³ Respecto al ingreso de los indicios a las Estaciones del IBIS® en el primer cuatrimestre de 2020, 2021 y 2022 hay una tendencia al aumento año tras año. Por ejemplo, en marzo se registra el doble de los ingresos en los años 2020 y 2021.

El marcaje en el culote de las vainas, en definitiva, otorga información valiosa para entender el comportamiento criminal. También sirve para orientar los esfuerzos investigativos, determinando los lugares de procedencia de la munición que está siendo utilizada por los grupos de delincuencia organizada. Todo esto es posible, luego de una acertada política de vigilancia e intervención fronteriza en la que deben intervenir varias instituciones estatales y gubernamentales.

Bibliografía

- Barnes, Frank. 2012. *Cartridges of the world*. Wisconsin: F+W Media, Inc. Krause Publications.
- Guzmán, Carlos A. 2013. *Tratado de balística, su aplicación a la criminalística*. Buenos Aires: Euros Editores SRL.
- Locles, Jorge. 2014. *Tratado de balística*. Buenos Aires: La Rocca SLR.
- Posada, José. 2002. *Tratado de balística criminalística*. Santiago de Cuba: Nouveaux Produits.

³ El marcaje observado en el procedimiento en Esmeraldas de los cartuchos es “FM SB 82” podría tratarse de cartuchos fabricados en 1982 por parte de la empresa española Santa Bárbara y que estarían llegando con obsolescencia a Ecuador. La Empresa Nacional Santa Bárbara, actualmente,

Santa Bárbara Sistemas, se dedica a la fabricación e integración de vehículos blindados. Además, su actividad engloba la fabricación y montaje de armas y piezas para armas ligeras, de calibre medio y lanzador (SEPI 2001).

Real Academia Española. 2017. Diccionario de la RAE. Acceso 3 de octubre de 2022. <https://www.rae.es/>

Santa Bárbara EP. 2022. Informe de Cumplimiento del Decreto 135: “Normas de Optimización y Austeridad del gasto público. Acceso 3 de octubre de 2022. <https://n9.cl/mklbf>

—. *Santa Bárbara EP*. Página web. Acceso 3 de octubre de 2022. <https://www.santabarbara.gob.ec/>

Silva, Antonio y Jorge Pérez. 2020. *Criminología de frontera, una propuesta crítica a la criminología española*. Madrid: Eolas Ediciones.

Vidrio, Octavio. 1998. *Balística técnica y forense*.Guadalajara: Villas de la Cruz.

Villalba David, Gordo Xénia, Verde Miguel, Piro Michele y Temi Silvana. 2018. *Criminología, criminalística e investigación*. México D. F.: Impresora Apolo.

Resumen

El uso de equipos tecnológicos en las investigaciones periciales es importante, sobre todo, porque permite recabar información para realizar un análisis pericial de los siniestros viales que incluye reconocimiento del lugar y reconstrucción de los hechos. Es posible determinar las características, posiciones, dinámicas, zonas, puntos de impacto e indicios (biológicos, no biológicos y mecánicos) con el uso de estos equipos. Mediante la inspección ocular técnica y los sistemas aeronáuticos piloteados remotamente se puede sobrevolar el lugar de los hechos, recolectar información desde una perspectiva superior, crear fotogrametría en dos dimensiones (2D), planimetría, ortomosaicos y nube de puntos en tres dimensiones (3D) de manera rápida, segura, eficiente y técnica. Esto permite al administrador de justicia conocer las circunstancias de un siniestro vial y su evolución, y sirve de evidencia para determinar los diferentes focos de accidentabilidad y las posibles soluciones que la Policía Nacional emite hacia la autoridad o entes de control.

Palabras clave: fijación; fotogrametría; metodología; planes de vuelo; nube de puntos; ortomosaicos.

Abstract

The use of technological equipment in expert investigations is important, above all, because it allows the collection of information for an expert analysis of road crashes that includes site reconnaissance and reconstruction of the events. It is possible to determine the characteristics, positions, dynamics, zones, impact points and evidence (biological, non-biological and mechanical) with the use of this equipment. Through technical ocular inspection and remotely piloted aerial systems it is possible to fly over the scene, collect information from a higher perspective, create two-dimensional (2D) photogrammetry, planimetry, orthomosaics and three-dimensional (3D) point clouds in a fast, safe, efficient and technical manner. This allows the administrator of justice to know the circumstances of a road accident and its evolution, and serves as evidence to determine the different accident sources and the possible solutions that the National Police issues to the authority or control entities.

Keywords: fixation; photogrammetry; methodology; flight plans; point cloud; orthomosaics.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador, Jefe Subzonal de Accidentología Vial Pichincha, magister en Gestión del Transporte con mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial, juanfrayai@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-7298-8239>

Introducción

La metodología de la inspección ocular técnica forense utilizada en los siniestros de tránsito ha venido evolucionando conforme lo hacen las nuevas tecnologías. Esto ha facilitado el trabajo de campo de los peritos de tránsito ya que este tipo de investigación se le realizaba bajo el direccionamiento de lo ocurrido al vehículo y los restos mortales encontrados en la vía, labor que era dispendiosa y tomaba mayor tiempo. Además, los indicios encontrados eran establecidos para los indicios no biológicos, es decir, fibras plásticas, fluidos vehiculares, huellas sobre la calzada (frenado, ronceo, entre otros).

En la actualidad, mediante la inspección ocular técnica en los siniestros de tránsito, es posible proteger, observar, fijar, recolectar, embalar, etiquetar y enviar todos los indicios encontrados en una escena. Se trata, entonces, de “[...] el estudio científico del lugar de los hechos y de otros sitios relacionados con la investigación, aplicando métodos y técnicas adecuadas para la recolección de huellas, rastros e indicios que permitan esclarecer un accidente de tránsito” (Esparza y Guevara 2015, 50).

En la trilogía de la seguridad (hombre-vía-vehículos) se puede determinar, frente a un siniestro de tránsito, los principios criminalísticos de uso, producción, intercambio, correspondencia de características, reconstrucción, probabilidad y certeza (Hernández 2016). Estos principios se interrelacionan en la evolución del accidente, de manera conjunta con el estudio del modelo secuencial de eventos en siniestros viales (Moses). Este modelo tiene por objetivo, “[...] ser una herramienta rigurosa, pero a la vez flexible y versátil que se adopte a la mentalidad y el pensamiento de cualquiera que tenga que analizar un siniestro vial, independientemente de los motivos que lo llevo a ello [...]” (Campón 2017, 96).

En la investigación del siniestro vial, sobre todo, en la fase de observación y fijación de la inspección ocular técnica, es necesario apoyarse en las diferentes herramientas tecnológicas, tales

como, los sistemas de aeronaves pilotadas remotamente (RPAS, por sus siglas en inglés). Tale sistemas, conocidos como drones, son equipos que permiten cubrir un área específica de investigación, con una altura adecuada y un espectro de visión o perspectiva diferente al nivel del piso con el que, normalmente, se interviene en una investigación de campo.

Estas herramientas, junto con los *softwares* de procesamiento, permiten que el trabajo de campo del perito sea versátil, útil y cómodo y se materialice en varios insumos como fotografías aéreas y ortomosaicos en 2D. El ortomosaico es una “[...] imagen fotogramétrica ortorrectificada organizado como mosaico a partir de una colección de imágenes, donde la distorsión geométrica se ha corregido y donde se ha realizado un balance de color de las imágenes para producir un dataset de mosaico continuo” (ArcGIS Pro s.f., párrafo 1). También se encuentra la nube de puntos en 3D que: “Se compone por millones de puntos posicionados tridimensionalmente en el espacio, formando con exactitud milimétrica una entidad física y representando su superficie externa” (Idea Ingeniería 2021, párrafo 3).

Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo contiene una explicación de las normas y equipos tecnológicos utilizados en el levantamiento de una posible escena en el caso de un siniestro vial. Se aplicó la metodología de inspección ocular técnica en su etapa de observación y fijación, y los RPAS con el fin de obtener mayor información del hecho con fotogrametría en 2D, planimetría y nube de puntos en 3D.

Metodología

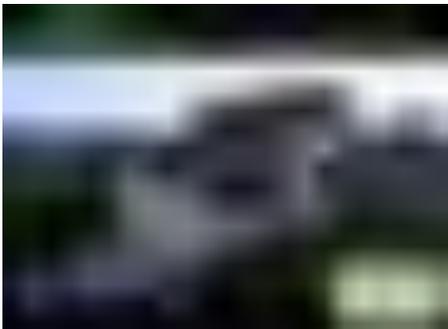
Se realizó un estudio comparativo y de campo en los cuales se exploran las diferencias entre la investigación de un siniestro vial sin la ayuda de equipos tecnológicos y un estudio de campo con el apoyo los RPAS y la inspección ocular técnica. De manera puntual, se hizo uso de un dron, la cinta métrica de medición, dispositivo móvil o tablet con las aplicaciones APP Pix4D Capture y DJI Go4. El trabajo realizado fue *in situ*

y contiene el reconocimiento de lugar y la reconstrucción de los hechos.

En una investigación *in situ*, conforme a la metodología de la inspección ocular técnica, la escena debe estar protegida por los primeros intervinientes, sean policías, agentes, bomberos, miembros de la Cruz Roja. En la inspección lo primero que se realiza es la observación de las huellas, vestigios, indicios, zonas y puntos de impacto encontrados para lo cual se aplican los métodos de búsqueda (vinculante, lineal y vehicular). Luego se procede a la fijación de estos puntos de impacto y de las huellas o indicios encontrados sobre la calzada. Aquí prima la fijación fotográfica y uso de elementos tecnológicos (Esparza y Guevara 2015). El perito debe conocer los RPAS, su estructura, funcionamiento, alcance, beneficios, ventajas y desventajas que puede tener frente a factores naturales, climatológicos y estructurales (Esparza 2020b).

Imagen 1

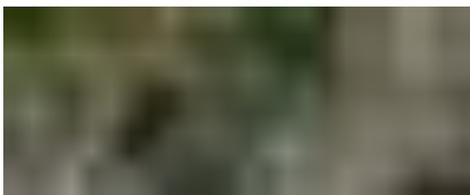
Capturas de la pantalla de trabajo del dron Mavic Pro



Elaboración: por el autor, 2022

Imagen 2

Capturas de la pantalla de trabajo del dron Mavic Pro

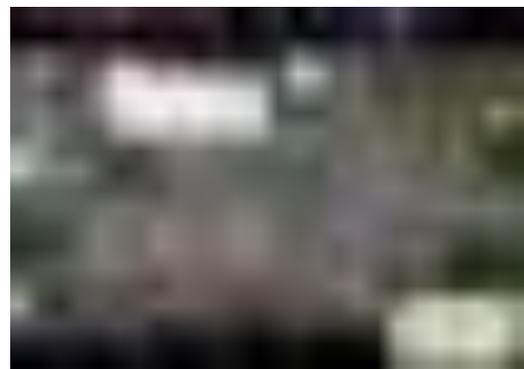


Elaboración: por el autor, 2022

Para que los RPAS puedan recopilar toda la información de la escena del siniestro es necesario que el perito tenga conocimiento sobre los planes de vuelo que estos equipos pueden realizar mediante el aplicativo APP Pix4D Capture que configura diferentes misiones de vuelo (poligonal, rejilla, doble rejilla y circular). Estos mapeos sirven para recopilar información fotográfica de toda el área establecida dentro del programa. Se debe tomar en cuenta, además, que esta información se maneja de acuerdo a las características de la aeronave, altura, ubicación, obstáculos existentes y optimización en las baterías.

Imagen 3 y 4

Capturas de los planes de vuelo Pix4Dcapture



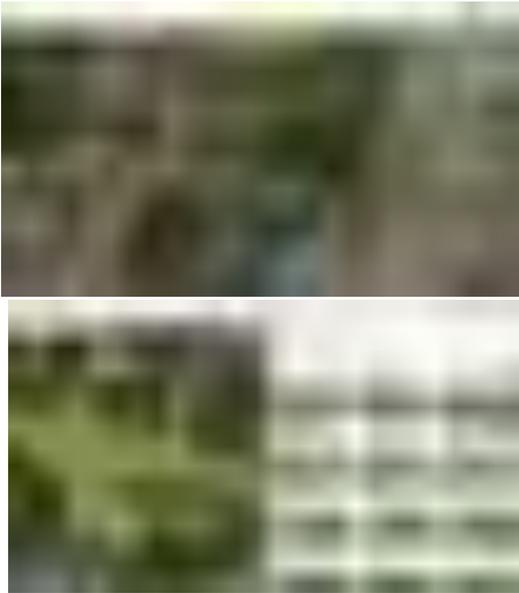
Elaboración: por el autor, 2022

En un plan de vuelo es importante reconocer el lugar de despegue, área de trabajo y el lugar de aterrizaje del dron. Así, se obtiene todas las fotografías necesarias captadas durante el proceso. Es necesario que esta información sea procesada y contrastada con los diferentes planes de vuelo (Esparza 2020a) ya que cada captación fotográfica arroja información con posicionamiento global (GPS) del sector en donde fue captada la imagen.

La descarga de información se la puede realizar de manera manual (desde el dron hacia un ordenador) o hacia la nube del programa Pix4D Cloud (procesamiento autónomo).

Imagen 5 y 6

Capturas de los planes de vuelo Pix4Dcapture y de las tomas del dron



Elaboración: por el autor, 2022

Resultados

La fijación fotográfica se fija planimetricamente de manera fotogramétrica con diferentes ortomosaicos generados y reconstruidos por la nube de puntos que genera el programa Pix4D. Este programa se puede utilizar en los *softwares* de reconstrucción con base al formato de descarga que se obtiene de la misma (Pix4d 2021). En el procesamiento de las fotografías se utilizan los *softwares* de Pix4DMapper o Pix4DCloud que emiten reportes de ortomosaicos, modelo digital de superficie (DSM) y nubes de puntos. La información captada contiene toda la superficie de la escena del siniestro con sus alturas, cazadas, vegetación y posiciones finales de cuerpos de las personas (Pix4dMapper 2022).

Imagen 7 y 8

Nubes de puntos y renderizado en 3D de las capturas en terreno



Elaboración: por el autor, 2022

Con ayuda de estos programas el perito podrá trabajar con fotogrametría, toda vez que la fijación planimétrica en accidentes de tránsito conlleva a realizar la evolución del siniestro vial tomando por base a la fotogrametría y detallando en un plano de 2D de forma escalada las distancias y dimensiones existentes en el lugar de los hechos. La diferencia de la planimetría con la fotogrametría moderna radica en el levantamiento de una medida exacta en la investigación de campo, ya sea, de la distancia de los carriles, aceras, puntos fijos, zonas o puntos de impacto, entre otros. Con ello, se procede a escalar el ortomosaico en el programa AutoCAD teniendo por derivación las medidas exactas de todas las huellas, vestigios y detalles encontrados en la escena del siniestro vial.



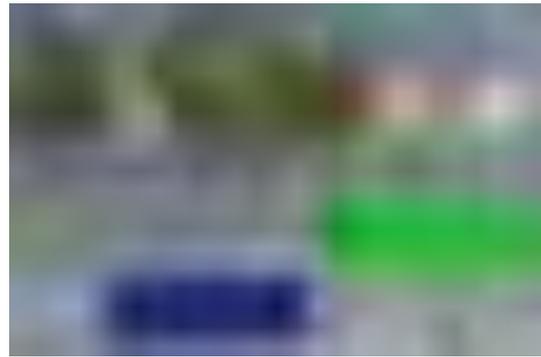
Imagen 9 y 10

Ortomosaico y fotogrametría aplicada en la evolución de un accidente de tránsito.



Elaboración: por el autor, 2022

Por último, en caso que lo requiera la autoridad, permite la recreación de una animación en 3D con la nube de puntos que genera los programas. Así, se recrea una escena de estructuras viales reales existentes en el lugar de los hechos. De esta manera, la evolución del accidente de tránsito es más técnica, profesional y apegada a la realidad, permite que el administrador de justicia entienda de mejor manera las circunstancias de un siniestro vial junto a las respectivas fases del siniestro: previaje y poscolisión.



Elaboración: por el autor, 2022

Al realizar este tipo de procedimientos con la ayuda de los RPAS, no solo es posible recopilar mayor información en el trabajo de campo, sino, también, reducir los tiempos de trabajo en la oficina, especialmente, en la elaboración planimétrica y reconstrucciones. El perito procesará la información de manera útil y rápida, reducirá los tiempos en la elaboración de los informes periciales de cada investigación y, sobre todo, tendrá a disposición mayor información luego de la inspección ocular técnica *in situ* para futuras pericias e investigaciones.

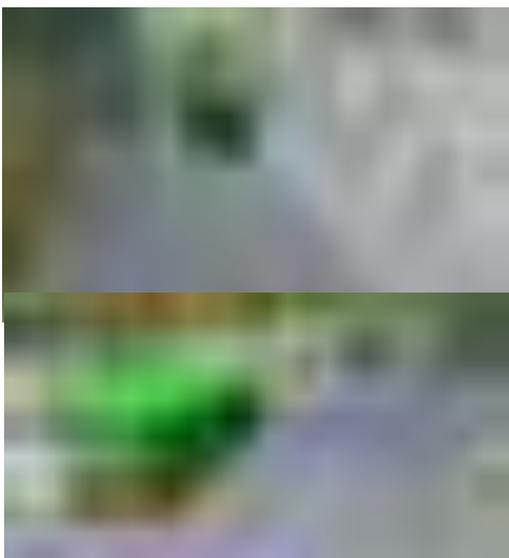
Discusión y conclusiones

Es importante indicar que los RPAS utilizados dentro de la inspección ocular técnica, especialmente, en el momento de la fijación de una escena del siniestro vial, permite optimizar e incrementar la información de un hecho tomando en consideración los aspectos detallados anteriormente. La fijación fotográfica de un conjunto, semiconjunto, detalle y mínimo detalle, permite la captación de las imágenes en dimensiones de profundidad. Es posible tener una fotografía aérea y, sobre todo, investigar en un plano mayor que es totalmente diferente al trabajo en terreno. Se tiene, de esta manera, una perspectiva diferente de la escena, más amplia y detallada, que ayuda a esclarecer aún más el hecho investigado.

El uso de estos equipos debe ser durante el día, con luz natural y que las condiciones

Imagen 11, 12 y 13

Animación forense con la aplicación de nube de puntos en un accidente de tránsito



meteorológicas lo permitan. Tomar en consideración la topografía del lugar, estructuras, edificaciones y cableados eléctricos. En algunos casos, hay límites ya que muchos de estos equipos no son resistentes al agua y en la oscuridad los sensores de proximidad se desactivan debido a que requieren de luz para su funcionamiento. Otro límite son los siniestros en espacios cubiertos (túneles, puentes, vegetación) ya que la captación de imágenes y procesamiento de datos no se lo podría realizar. No obstante, y bajo esos escenarios, se puede trabajar con equipos tecnológicos como estaciones totales o escáneres láser.

Realizar la inspección ocular técnica de siniestros viales con la ayuda de los RPAS en la etapa de fijación ayudan en la obtención de información durante y después de la investigación de campo. El procesamiento de la información y la elaboración de los informes periciales respectivos pueden contener los datos fotográficos, ortomosaicos y nube de puntos. El primer tipo de datos sirve para insertar tomas fotográficas en los informes periciales, mientras que, el segundo puede transformar la información a una fotogrametría y planimetría tomando en consideración las fases de percepción, decisión y conflicto que conlleva un siniestro vial. El tercer tipo de datos servirá para futuras investigaciones que demande el reconocimiento del lugar y la reconstrucción de los hechos con animaciones en 3D. La nube de puntos captada al momento de la inspección ocular técnica del siniestro vial puede ofrecer pistas al respecto.

Es importante reconocer que estos procedimientos permiten reducir los tiempos de trabajo en la oficina por parte de los peritos, especialmente, en planimetría y animación forense. La metodología de inspección ocular técnica forense mediante el uso de RPAS, ayuda en la recopilación de información que puede ser utilizada en las investigaciones de futuros siniestros que ocurran en el mismo lugar, al detectar focos de accidentabilidad y evitando el levantamiento de información que ya se posee en los archivos digitales de la unidad.

Bibliografía

- ArcGIS Pro. s.f. *Generar un ortomosaico usando el asistente Ortomosaico*. acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/rtslt>
- Campón, José. 2017. *Manual de investigación de siniestros viales*. Mérida: Dirección General de la Guardia Civil y Dirección General de Tráfico.
- Esparza, Juan. 2020a. *Instructivo para el mapeo, ortomosaico y modelización de escenas en accidentes de tránsito en 3D mediante el uso de sistemas aeronáuticos piloteados remotamente (RPAS)*. Quito: Policía Nacional del Ecuador.
- _____. 2020b. *Instructivo para el uso y manejo de sistemas aeronáuticos tripulados remotamente (RPAS)*. Quito: Policía Nacional de Ecuador.
- Esparza, Juan y Francis Guevara. 2015. *Manual de procedimientos para la aplicación de inspección ocular técnica en accidentes de trabajo*. trabajo de investigación previa obtención del título Licenciado en Administración Policial. Universidad San Francisco de Quito.
- Hernández, Juan. 2016. *Guía de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito terrestres*. México D.F.: Flores.
- Idea Ingeniería. 2021. *¿Qué es una nube de puntos?* Acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/14y6w>
- Pix4d. 2021. *Mapeo con drones para el ámbito de la seguridad pública*. Acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/079fe>
- Pix4dMapper. 2022. *El software líder en fotogrametría para mapeo profesional con drones*. Acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/vq863>

Resumen

Actualmente la velocidad se calcula en función de la distancia de las huellas que demarca el neumático sobre la vía al realizar una maniobra de frenaje. Sin embargo, la implementación de los frenos ABS en vehículos modernos evitan el bloqueo del neumático, por tanto, no dejan impresa esta huella, por lo que el método tradicional de cálculo de velocidad con el transcurrir del tiempo caería en ineficacia. Se presenta en este artículo un estudio en el que se empleó la observación en el video digital de la medición de espacio y tiempo recorridos del o los vehículos participantes hasta llegar a obtener su velocidad aproximada pre-impacto, verificando como causa concurrente para que se produzca un siniestro de tránsito. Este análisis nos permite identificar los puntos fijos para fijar la distancia, como también, obtener su tiempo de recorrido para así, finalmente, obtener la velocidad del vehículo o de los vehículos participantes del siniestro.

Palabras clave: accidentes de tráfico; análisis de video digital; velocidad del vehículo; análisis forense, distancia, tiempo.

Abstract

Currently, speed is calculated based on the distance of the tire tracks on the road when performing a braking maneuver. However, the implementation of ABS brakes in modern vehicles avoids the blocking of the tire, therefore, they do not leave this footprint, so the traditional method of calculating speed with the passage of time would become ineffective. In this article we present a study in which we used the observation in the digital video of the measurement of space and time traveled by the participating vehicles to obtain their approximate pre-impact speed, verifying as a concurrent cause for the occurrence of a traffic accident. This analysis allows us to identify the fixed points to fix the distance, as well as to obtain their travel time in order to finally obtain the speed of the vehicle or vehicles involved in the accident.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador. Magíster en Gestión del Transporte mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial, especialista en Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT) Carabineros de Chile, jefe Subzonal de Accidentología Vial Imbabura, perito en investigación de accidentes de tránsito. oppq.83@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-9771-3837>

Keywords: traffic accidents, digital video analysis, vehicle speed, forensic analysis, distance, time.

Introducción

Hasta abril de 2022 en Ecuador ocurrieron 7043 siniestros de tránsito, este número incluye los siniestros simples, es decir, todo aquel siniestro en el que no hay lesionados, siniestros con lesionados y fallecidos² y aquellos atípicos. El saldo de estos siniestros fueron 720 víctimas fatales y 5774 lesionados.³ Este artículo realiza un aporte para comprender los siniestros viales desde las nuevas tecnologías implementadas por el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en la especialidad de Accidentología Vial. Este aporte es posible desde el desarrollo y aplicación de un método de determinación de cálculo de velocidad del vehículo participante de siniestro vial y con el análisis forense del video digital de cámaras de seguridad.

En la actualidad los sistemas de seguridad por video digital ya no son dispositivos reservados para las empresas de seguridad o en lugares privados. La ciudadanía ya puede instalar estos sistemas informáticos en sus domicilios, edificios o lugares públicos que desea vigilar o controlar. Es posible acceder a los videos digitales de estas cámaras cuando el sistema de cámaras de imagen analógica se encuentra conectado a un DVR.

Metodología

El presente artículo parte de la obtención de información registrada por las cámaras de seguridad que captan el comportamiento del flujo vehicular en el cual se observa la dinámica de un siniestro de tránsito. Se utilizaron tres videos digitales provenientes de cámaras privadas ubicadas en el lugar de los hechos y que se encontraban dentro del expediente fiscal. El procedimiento sigue los pasos que a continuación se detallan:

- Se obtuvieron las videograbaciones que reposan con cadena de custodia en el expediente fiscal o en el centro de acopio de indicios de responsabilidad en el cual se observa el comportamiento vial.

- El equipo técnico de peritos en Accidentología Vial, con su respectiva acreditación pericial vigente del Consejo de la Judicatura, se dirigieron al lugar donde ocurrió el accidente de tránsito para determinar los puntos de referencias fijos como son la señalización horizontal/vertical, línea de edificación y linderos de las casas/terrenos. Se tomó el valor de las distancias de estos puntos con ayuda de cualquier instrumento de medida que será utilizados posteriormente en los cálculos.
- Se realizó el registro de la medida obtenida en los puntos anteriores y el tiempo de desplazamiento entre ellos para la obtención de la velocidad de los vehículos participantes del siniestro de tránsito en cada video digital.

Se utilizó los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

- Flexómetro u odómetro.
- Cámara digital para evidenciar fotográficamente el lugar de la zona de conflicto.
- Cámara digital de modelo Hero3 marca GoPro para acopiar el video digital en verificación de velocidad establecida.

En el cálculo de las distancias se utilizó el siguiente procedimiento:

- Inicialmente, se establecieron los puntos de referencia fijos del lugar del hecho en el cual se realizó la medición. Se midió y se registró la distancia entre esos puntos y se determinó la distancia. Posteriormente, se proyectaron líneas paralelas sobre los puntos de referencia marcados con el fin de obtener una plantilla del espacio delimitado.
- Obtenida la distancia se procedió a calcular el tiempo de desplazamiento que el vehículo tomó en recorrerla.

² El computo de víctimas fatales por siniestros viales se realiza considerando aquellas que fallecen hasta los treinta (30) días de ocurrido el siniestro y siguiendo el criterio de armonización global establecido por la Organización Mundial de la Salud

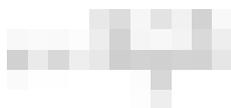
(OMS). Son considerados, tanto los siniestros ocurridos en la ciudad, como rutas de jurisdicción provincial y nacional.

³ Datos oficiales de las Estadísticas de Siniestros de tránsito de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT).



- Si en la verificación del video digital se comprueba que el accidente corresponde a un siniestro de tránsito suscitado en horario nocturno, es importante contar con la misma cámara, pero con imágenes diurnas para así visualizar y establecer los puntos de referencia y marcar el espacio limitado. Para establecer el tiempo en el cual el vehículo recorrió esa distancia se hace uso del programa Camtasia Studio,⁴ descargado previamente en el computador. Para editar el video digital se cortaron las imágenes en función de la distancia y el espacio delimitado de los puntos de referencia.
- Se exportó a un nuevo video digital que comprendió únicamente el espacio delimitado de los puntos de referencia. Se abrió la carpeta en la que se guardó este video, se dio clic derecho en el archivo de video en donde se despliegan varias opciones y se procedió a abrir la aplicación Media Info⁵ que permite el acceso y la visualización de todos los metadatos que contienen los archivos de audio y vídeo. Esta aplicación se encargaría de mostrar la información de diferentes maneras, tales como, en una hoja sencilla, en texto plano, estructura de árbol, formato HTML, entre otros. Se obtiene, de esta manera, el tiempo con la unidad de medida de segundo.

Conocidos los valores de la distancia y el tiempo, es posible calcular la velocidad del vehículo con la siguiente fórmula:



En la que,

- V: representa la velocidad de circulación del vehículo (m/h).
- (xf- xi): representa la distancia recorrida entre esos dos puntos definidos (m).
- t: representa el tiempo de desplazamiento de la distancia recorrida (s).

⁴ Es un programa que permite grabar en video lo que se realiza o sucede en la pantalla de la computadora. Además, permite hacer uso de diversas herramientas de edición y producción con las que podrá crear un nuevo video digital a partir de otro video original.

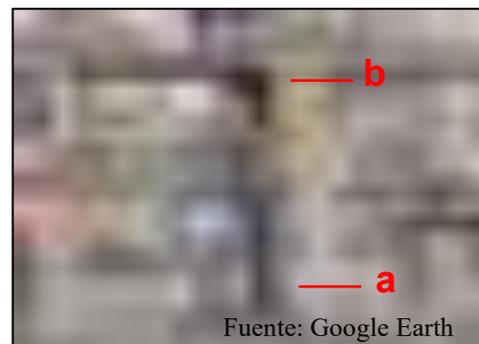
Estudio de casos

Caso 1 - nocturno y buenas condiciones ambientales

El equipo técnico de peritos midió la distancia entre los puntos limitados, materializando así, la planimetría del hecho tal como se muestra en la imagen 1. Es importante considerar que, en cada figura mostrada en este artículo, los puntos de referencia se marcaron con letras minúsculas del alfabeto mientras que, las paralelas son sus proyecciones de los puntos fijos.

Imagen 1

Lugar de la zona de conflicto con los puntos fijos de referencia identificados mediante líneas paralelas y señalización alfabética



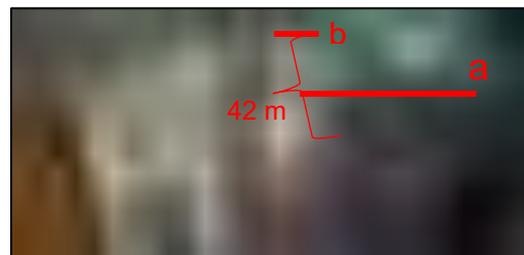
Fuente: Google Earth

Elaboración por el autor

A continuación, sobre un fotograma del video digital de la plantilla del espacio limitado, se incorporaron las líneas paralelas fijadas con la descripción alfabética a partir de los puntos de referencia del lugar del siniestro de tránsito.

Imagen 2

Fotograma del video digital del lugar del hecho con la plantilla que marca con los puntos de referencia marcados con líneas paralelas



Fuente: Policía Nacional, Jefatura Subzonal de Accidentología vial Imbabura

Elaboración: por el autor

⁵ Es un programa libre y de código abierto que muestra información técnica de un archivo multimedia sea de audio o vídeo. Vídeo: códec, bitrate, duración (tiempo) de video en la unidad de medida de segundos, aspecto, entre otros.



Cálculo de distancia: realizada la medición en el lugar del siniestro de tránsito o en el Google Earth, se obtuvo el siguiente resultado: distancia entre los puntos a y b es de 42 metros.

Cálculo de tiempo: sobre la verificación, al abrir la aplicación Media Info, que nos permite visualizar los metadatos que contiene el archivo de vídeo, observando el ítem duración obteniendo de esta manera el tiempo. Se observa en la descripción que el tiempo de duración insumido en recorrer la distancia entre el punto a y el punto b es de 04,86 segundos. Al emplear los datos obtenidos en el cálculo de velocidad: velocidad = distancia/tiempo, se obtiene el resultado siguiente:

$$V = \frac{X}{T}$$

$$V = \frac{42 \text{ m}}{4.86 \text{ seg}}$$

$$V = 8.641 \text{ m/s}$$

Dada que la magnitud de la velocidad está expresada en m/s se procede a realizar la conversión al sistema convencional en km/h mediante el siguiente cálculo:

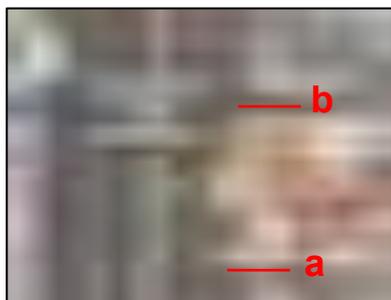
$$\frac{8.641 \text{ m}}{1 \text{ seg}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 31.1 \text{ km/h}$$

Caso 2 - diurno y buenas condiciones ambientales

El equipo técnico de peritos midió la distancia desde el punto de referencia inicial. Se materializa así, la planimetría del hecho tal como se muestra en la imagen 3.

Imagen 3

Lugar de la zona de conflicto con los puntos fijos de referencia identificados mediante líneas paralelas y señalización alfabética

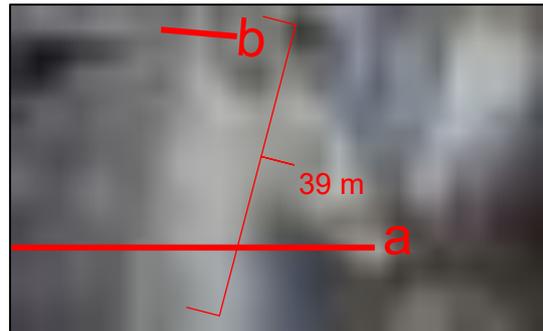


Fuente: Google Earth
Elaboración: por el autor

A continuación, sobre un fotograma del video digital de la plantilla del espacio limitado, se incorporaron las líneas paralelas fijadas con la descripción alfabética a partir de los puntos de referencia del lugar del siniestro de tránsito.

Imagen 4

Fotograma del video digital del lugar del hecho con la plantilla que marca con los puntos de referencia marcados con líneas paralelas



Fuente: Policía Nacional, Jefatura Subzonal de Accidentología vial Imbabura

Elaboración: por el autor

Cálculo de distancia: realizada la medición en el lugar se obtuvo el siguiente resultado: distancia entre los puntos a y b es de 39 metros.

Cálculo de tiempo: sobre la verificación, al abrir la aplicación Media Info, que nos permite visualizar los metadatos que contiene el archivo de vídeo, observando el ítem duración obteniendo de esta manera el tiempo. Se observa en la descripción que el tiempo de duración insumido en recorrer la distancia entre el punto a y el punto b es de 01,88 segundos. Al emplear los datos obtenidos en el cálculo de velocidad: velocidad = distancia/tiempo, se obtiene el resultado siguiente:

$$V = \frac{X}{T}$$

$$V = \frac{39 \text{ m}}{1.69 \text{ seg}}$$

$$V = 23.076 \text{ m/s}$$

Dada que la magnitud de la velocidad está expresada en m/s se procede a realizar la conversión al sistema convencional en km/h mediante el siguiente cálculo:

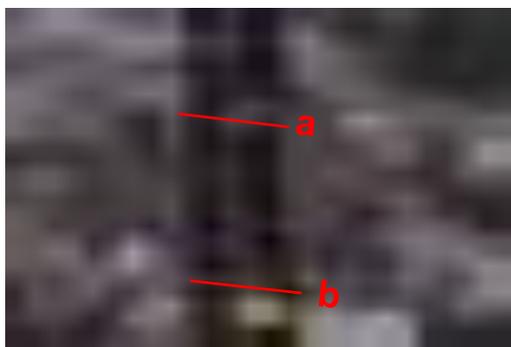
$$\frac{23.076 \text{ m}}{1 \text{ seg}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 83.07 \text{ km/h}$$

Caso 3 - nocturno y malas condiciones ambientales

El equipo técnico de peritos establece el punto fijo de referencia inicial y el otro punto fijo de referencia final. Luego se mide la distancia entre los puntos materializando así la planimetría del hecho, tal como se muestra en la imagen que sigue.

Imagen 5

Lugar de la zona de conflicto con los puntos fijos de referencia identificados mediante líneas paralelas y señalización alfabética

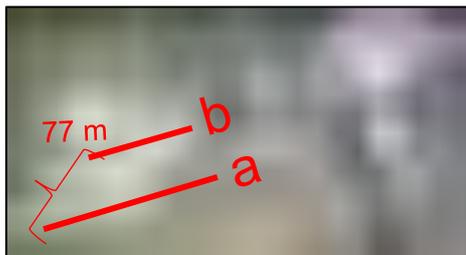


Fuente: Google Earth
Elaboración: por el autor

A continuación, sobre un fotograma del video digital de la plantilla del espacio limitado, se incorporan las líneas paralelas fijadas con la descripción alfabética a partir de los puntos de referencia del lugar del siniestro de tránsito o su aproximación a la zona de conflicto.

Imagen 6

Fotograma del video digital del lugar del hecho con la plantilla que marca con los puntos de referencia marcados con líneas paralelas



Fuente: Policía Nacional, Jefatura Subzonal de Accidentología vial Imbabura
Elaboración: por el autor

Cálculo de distancia: realizada la medición en el lugar se obtuvo el siguiente resultado: distancia entre los puntos a y b es de 77 metros.

Cálculo de tiempo: sobre la verificación, al abrir la aplicación Media Info, que nos permite visualizar los metadatos que contiene el archivo de vídeo, observando el ítem duración obteniendo de esta manera el tiempo. Se observa en la descripción que el tiempo de duración insumido en recorrer la distancia entre el punto a y el punto b, es de 04,26 segundos. Al emplear los datos obtenidos en el cálculo de velocidad: velocidad = distancia/tiempo, se obtiene el resultado siguiente:

$$V = \frac{X}{T}$$

$$V = \frac{77 \text{ m}}{4.26 \text{ seg}}$$

$$V = 18.075 \text{ m/s}$$

Dada que la magnitud de la velocidad está expresada en m/s se procede a realizar la conversión al sistema convencional en km/h mediante el siguiente cálculo:

$$\frac{18.075 \text{ m}}{1 \text{ seg}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 65.07 \text{ km/h}$$

Discusión

La verificación de los datos obtenidos de las grabaciones de cámaras de video digital son un medio para determinar el cálculo de la velocidad de circulación vehicular en la vía en su aproximación a la zona de conflicto del siniestro. En la aplicación del procedimiento a los tres casos, en diferentes condiciones climatológicas y de luminosidad es posible realizar el cálculo de la velocidad con los datos obtenidos en la vía. De este modo, los videos digitales con imágenes de los siniestros viales son importantes en aras de determinar la causa concurrente de la velocidad del pre-impacto vehicular.

Conclusiones

El procedimiento propuesto de cálculo de velocidad del vehículo participante en un siniestro de tránsito es satisfactorio. Es una alternativa a los procedimientos convencionales de cálculo de

velocidad mediante los informes periciales sobre la utilización de la medida de la huella de frenado.

El procesamiento y análisis de imágenes de video digitales ha impulsado la tendencia actual hacia la determinación de la causa que generó el accidente de tránsito que corrobora en la investigación técnica de campo y el cálculo de velocidades para establecer como causa concurrente.

De la aplicabilidad del procedimiento propuesto se obtienen resultados con es el caso de estudio presentado y de la experiencia de campo realizada. Es posible aplicar el cálculo de velocidad del vehículo a partir de las grabaciones de las cámaras de video digital, independientemente de la iluminación y las condiciones climáticas en que se encuentre.

Bibliografía

- Alba Juan José, González Jesús e Iglesias Alberto. 2001. *Accidentes de tráfico: manual básico de investigación y reconstrucción*. Aragón: Editorial del Grupo de Seguridad Vial y Accidentes de Tráfico de la Universidad de Zaragoza.
- Academia de Tráfico de la Guardia Civil. 2000. *Investigación de Accidentes de Tránsito*. Madrid: Editorial Dirección General de Tráfico.
- Agencia Nacional de Tránsito [ANT]. s/f. *Estadísticas de siniestros de tránsito*. Acceso el 29 de mayo de 2022. https://www.ant.gob.ec/?page_id=2670.
- Asamblea Nacional del Ecuador. 2022. *Ley Reformatoria a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. Acceso 1 de junio de 2022. <https://n9.cl/tjyhu4>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. 2019. *Estadísticas de población del Ecuador y sus provincias*. Acceso el 1/5/2022. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Principio de identidad, blogpost. 2019. Introducción a la accidentología. Acceso el 28/5/2022. <http://principiodeidentidad.blogspot.com.ar/2008/01/introduccion-la-accidentologavial.html>
- Investigación de Huellas de Neumático. 2014. “La justicia en manos de la Ciencia”. *Revista Skopein*, 4, 19-37. Acceso el 2/6/2022. <https://ricardobadillograjales.blog/accidentologia-vial/>
- Servicio Integrado de Seguridad ECU 911. s/f. Cámaras de videovigilancia. Acceso el 30/5/2022. <https://www.ecu911.gob.ec/camaras-de-videovigilancia/>

Resumen

La violencia criminal en América Latina es un problema latente, que ubica a la región como la más violenta del mundo debido a sus altos índices de homicidios. Entre las causas que explican los altos homicidios, se encuentran la desigualdad económica y la calidad de los mecanismos formales de control social, que a su vez dependen de la riqueza de cada nación. El objetivo de este artículo consiste en evaluar si la frecuencia de homicidios en Ecuador se asocia a las variaciones en el índice de pobreza, entre 2010 y 2018. La metodología utilizada es de tipo documental y sigue la lógica de un trabajo académico con investigación bibliográfica. Los resultados evidencian que no existe asociación estadística, entre la pobreza y los homicidios y, que la disminución de los homicidios y la pobreza son el reflejo de una mayor estabilidad política, solidez institucional e inversión social.

Palabras claves: Ecuador; homicidio; pobreza; Policía Nacional del Ecuador; violencia.

Abstract

Criminal violence in Latin America is a latent problem, which places the region as the most violent in the world due to its high homicide rates. Among the causes that explain the high homicides are economic inequality and the quality of the formal mechanisms of social control, which in turn depend on the wealth of each nation. The objective of this article is to evaluate whether the frequency of homicides in Ecuador is associated with variations in the poverty rate, between 2010 and 2018. The methodology used is documentary and follows the logic of an academic work with bibliographic research. The results show that there is no statistical association between poverty and homicides and that the decrease in homicides and poverty are the reflection of greater political stability, institutional solidity and social investment.

Keywords: Ecuador; homicide; National Police of Ecuador; poverty; violence.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador, Jefe de Operaciones del Distrito El Triunfo, reinaldo.acosta@policia.gob.ec 
<https://orcid.org/0000-0002-8705-5973>

Introducción

Cuando se habla de pobreza resulta difícil ajustarse a una definición exacta, puesto que este concepto abarca múltiples y amplios ámbitos académicos, además de complejos problemas de las realidades sociales a nivel mundial. Desde las ciencias sociales dicho concepto tiene al menos, doce sentidos que permiten entenderlo desde dimensiones, materiales, sociales, políticos y económicos. En este marco, la pobreza va más allá de la ausencia de recursos económicos (Spicker 2009, 291-306). Por ejemplo: Halleröd, Bradshaw, y Holmes (2018, 213-234), han operacionalizado a este concepto mediante el índice de privación proporcional con lo cual se amplía el espectro a aquellas necesidades insatisfechas.

La Organización de Naciones Unidas (ONU 2021) en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social de Copenhague, realizada en 1995, definió a la pobreza como una condición que se caracteriza por una privación severa de necesidades humanas básicas que incluyen la alimentación, agua potable, instalaciones sanitarias, salud, vivienda, educación y acceso a la información. Por ende, la pobreza no solo depende de la ausencia de ingresos monetarios, sino, también del acceso a servicios y bienes (Spicker 2009, 291-306). Entre las manifestaciones de la pobreza se encuentran el hambre, la malnutrición, ausencia de una vivienda digna y acceso limitado a otros servicios. En relación a los datos, en 2015 más de 736 millones de personas se situaron por debajo del umbral de pobreza a nivel mundial, mientras que en 2021 un 10% de la población mundial vivía en la pobreza extrema, sin poder cubrir sus necesidades más básicas. En términos de género, esta situación impacta más a mujeres que a hombres: por cada 100 hombres entre los 25 y 34 años que viven en la pobreza, hay 122 mujeres. Las proyecciones a 2030 indican que más de 160 millones de niños y niñas corren el riesgo de seguir viviendo en la pobreza extrema (ONU 2021).

Tales cifras aumentaron durante la pandemia de covid-19: afectando a más de 500 millones de personas lo que equivale al 8% del total de la población mundial. Las regiones más impactadas fueron, Asia oriental y sudoriental, mientras que el 42% de la población del África subsahariana sigue bajo estas condiciones adversas

(ONU 2021). De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal 2011) la pandemia surgió en un momento donde el escenario mundial ya era complejo de por sí: bajo crecimiento económico, aumento de la pobreza, crecientes tensiones sociales, profundización de las desigualdades estructurales, aumento de la informalidad, baja productividad, desprotección social, entre otras, que significaron un retroceso de 12 años en pobreza y 20 años en pobreza extrema para la humanidad.

En América Latina la realidad no ha sido menos diferente. En 2020, cerca de 78 millones de personas (12,5% de la población en la región) vivían en pobreza extrema y 209 millones en la pobreza. Esto significó un aumento de 22 millones de personas con respecto a 2019, con una tasa del 33,7% que corresponde a la mayor cifra en 12 años (ONU 2021).

Lo cierto, es que la pobreza trae consecuencias negativas, Díaz (2016) señala que uno de los enfoques de larga data que explica la relación entre estructura social y crimen, es aquel que examina a la conducta criminal desde las desigualdades económicas. Para Stretesky, Schuck, y Hogan (2004), por ejemplo, una de las variables que explica el desarrollo de una ciudad frente a otra son los agrupamientos de la pobreza y cómo ello interactúa con las tasas de homicidio.

Un estudio realizado en Estados Unidos encontró que existe una relación entre la pobreza y los delitos contra la propiedad en los casos analizados entre 1965 y 2016. La pobreza se encuentra asociada a los delitos contra la propiedad mientras que, el desempleo y el producto interno bruto (PIB) no, por ende, se sugiere que los gobiernos y funcionarios responsables de la formulación e implementación de políticas públicas, deben centrarse en los esfuerzos para erradicar la pobreza y no en el desempleo, con el fin de generar un efecto dominó en los delitos contra la propiedad (Imran, Hosen, y Chowdhury 2018). Por su parte *Anser et al. (2020)*, afirma que *la desigualdad en los ingresos y el desempleo aumenta la tasa de delincuencia*, mientras que la inversión comercial ayuda a reducir la tasa delictual.

Aunque los datos señalan la relación que existe entre desigualdad y homicidio, no existe un consenso aún sobre la relación entre pobreza y

homicidio, pese a que hay evidencias que apuntan a que la pobreza es una de las causas en el incremento de los homicidios (Pridemore 2008, 2011).

Investigaciones similares apuntan a que la tasa de homicidios depende de la desigualdad económica y de la calidad y funcionamiento de los mecanismos de control social que, a su vez dependen de la riqueza de la nación. (Chabot y Ouimet 2018).

Rogers y Pridemore (2013), quienes emplearon datos del año 2004 de 30 países (entre ellos España y México) concluyeron que, si bien hay una relación entre pobreza y homicidio, las políticas de protección social tienen un efecto negativo en la reducción de las tasas nacionales de homicidio. Además, existen diversas formas de medir las políticas de protección social, ya sea mediante el porcentaje gastado del PIB en atención médica, educación, gasto social, calidad de los servicios públicos y apoyos sociales. Así, los gobiernos no solo satisfacen las necesidades básicas de las personas, ya que también brindan apoyo a los estratos económicos bajos. Esto reduce la pobreza y otorga una mejor calidad de vida (Rogers y Pridemore, 2013).

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID 2018a) América Latina y el Caribe (ALC) fue la región más violenta del mundo, en 2017 con una tasa de 22 homicidios por cada por 100.000 habitantes. Esta cifra es cuatro veces más que el promedio mundial. Además, en la región ocurre el 39% de los homicidios que se cometen a nivel mundial pese a que el 9% de la población se encuentra en este lado del continente. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud y la Oficina de las Naciones Unidas Contra las Drogas y Delito (2014) es la única región del mundo donde el homicidio es la principal causa de muerte (52% de las muertes) (OMS 2014 en BID 2018a).

Desde el año 2000, la región ha registrado más de 2,5 millones de homicidios, de los cuales el 75% está relacionado con el uso de armas de fuego. Esta cifra es superior al promedio mundial que es de 50%. Además, la violencia homicida en ALC aumentó del 29% en 2000, al 37% en 2009 y al 39% en 2017 (BID 2018a). Chioda (2017) señala que hay tipos de violencia en las sociedades independientemente que tengan mayor o menor riqueza y desarrollo. Así, el incremento de las

ganancias de un país guarda una relación directa con las oportunidades que tiene el delito para seguir en aumento.

En la década de 1980 y 1990 Ecuador presenció un incremento en niveles de inseguridad y violencia, la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes pasó de 6,4 en 1980 a 10,4 en 1990 (BID 2018b). Para 1999 ya alcanzaba la cifra de 14,8 que, diez años después creció cerca del 19,0. En estas décadas, instituciones públicas como la Policía Nacional, Fiscalía General y el sistema judicial y penitenciario del país se caracterizaban por su baja credibilidad ante la ciudadanía, lo cual fracturó las bases de la relación entre el gobierno y la sociedad (Pontón, Rivera, y Amores 2020).

Castillo y Andrade señalan que, en 1999, a raíz de la fuerte crisis económica y bancaria que atravesó el país, la pobreza aumentó 7,4% afectando al 52,5% de la población. En 2006 la pobreza por consumo afectó al 38,3% de la población, que fue similar al porcentaje de 1995 con el 39,3%. En los años posteriores 25,8% para la pobreza moderada y 5,7% para la pobreza extrema o indigencia. Los perfiles de pobreza son herramientas descriptivas útiles que permiten caracterizar a la población pobre a partir de una serie de dimensiones e indicadores, relacionados con las condiciones de vida de los hogares (Castillo y Andrade 2016, 120-145). Con estos perfiles es posible cuantificar las brechas con los hogares no pobres en aspectos como; acceso a servicios básicos, oportunidades de educación, salud, trabajo, entre otros. (Haughton y Khandker 2009).

Históricamente el área rural concentra un bajo desarrollo. De hecho, para el año 2006, el 61,5% de la población rural del país vivía en condiciones de pobreza y el 26,9% en condiciones de indigencia. En ese mismo año, cerca del 60% de las personas que vivían en la Amazonía se encontraban en condiciones de pobreza mientras que el 39,6% en pobreza extrema. Para 2014 se registra una reducción de la pobreza de 12 y 17,8% en dichos valores, respectivamente, sin embargo, la reducción más significativa ocurrió en la región costa, entre los años 2006 y 2014 (15,6%). Así, la costa era la segunda región menos pobre del país luego de la sierra. En 2014 la región menos pobre fue la insular ya que no se registran datos de pobreza extrema (Castillo y Andrade 2016).

Dávila (2018) plantea que los factores que propician la pobreza en Ecuador son: educación, raza, género, empleo, tipo de empleo (formal e informal), zona, agua no segura, materiales inadecuados de vivienda, saneamiento inadecuado, hacinamiento, tamaño de hogar y sector de trabajo. Si se conjugan esos factores se tiene, entonces que, el perfil de una persona pobre en Ecuador para el 2016 son: las mujeres (51,9%), jóvenes (60,3%) estado civil distinto al casado (72,9%), que viven en la región costa (48,4%), residentes de zonas rurales (53,3%) y no son jefes de hogar (78,2%).

Durante el gobierno de Rafael Correa, la Constitución de 2008 institucionalizó a la llamada revolución ciudadana, basada en la cultura de paz, convivencia pacífica y prevención de la violencia. Se incorporó el enfoque ancestral del buen vivir o *sumak kawsay*, que corresponde a una forma de coexistencia entre las personas diversas y la armonía con la naturaleza (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador 2008). Con la posibilidad de la reelección presidencial inmediata (Treminio 2014), Correa se mantuvo en el poder durante una década; desde enero de 2007 y hasta mayo 2017 lo cual, contrasta con 7 presidentes que Ecuador tuvo entre 1996 y 2006.

Entre 2007 y 2017 sucedieron una serie de cambios basados en una política exterior asertiva, aumento del gasto social, reducción de la pobreza y desempleo y control sobre las instituciones estatales, especialmente, sobre el sistema judicial (Polga-Hecimovich 2013).

Bajo este contexto, el problema de la seguridad se plantea desde el ámbito económico, personal, nacional y político, vinculado con, la protección de los derechos humanos (BID 2018b). Por ende, desde 2007, la propuesta para controlar el crimen consistió en generar políticas de inclusión social, innovaciones en la justicia penal y una reforma a la Policía Nacional.

Para alcanzar la seguridad personal y colectiva, el gobierno ecuatoriano realizó inversiones sociales en el ámbito de la educación, salud, vivienda y espacio público. La visión integral que se buscaba aplicar posicionó a la Policía Nacional como uno de los principales órganos públicos, encargado de aplicar el modelo reformista (BID 2018b).

La reforma a la seguridad se amparó en la Constitución de 2008 bajo una estricta sujeción a la protección de los derechos y garantías penales, además se incorporaron cambios en la misión y visión de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional que posibilitaron el surgimiento de la policía comunitaria, se actualizaron las directrices y aumento presupuestario de 320 millones de dólares en 2008. Con estas medidas se fortaleció el equipamiento logístico de la Policía que se encontraba en precarias condiciones ante la falta de inversión previa (Pontón, Rivera, y Amores 2020).

Previamente, existieron políticas públicas que buscaron prevenir el aumento de la violencia entre ellas, la prohibición de la importación de armas de fuego y la lucha constante en contra de su fabricación informal 2007. También se prohibió el porte de armas a la sociedad civil y los permisos para su tenencia. Incluso, se implementó un programa destinado al desmonte y desarme de varias pandillas por sus nexos con el crimen organizado (Pontón, Rivera, y Amores 2020).

Entre las políticas aplicadas en 2010, se encuentra, un nuevo modelo de gestión policial desconcentrado, la implementación de un sistema unificado de la información de delito, la creación de la Dirección Nacional de Delitos Contra la Vida, Muertes Violentas, Desapariciones, Extorsión y Secuestros (Dinased) y el servicio telefónico 1-800-delito. Con tales medidas se buscó romper la cadena del silencio de la ciudadanía y generar con ella una relación directa, sencilla y reservada con la Policía Nacional, esto permitió obtener información valiosa para la investigación policial. (Ministerio de Gobierno, s.f.).

Lo mismo ocurrió con la campaña denominada “Los más buscados” que incluyó la participación de la ciudadanía mediante la entrega de información confidencial con el fin de conocer el paradero de delincuentes peligrosos (Pontón, Rivera, y Amores 2020).

En 2011 Ecuador comenzó el proceso de expansión de su servicio policial comunitario, destinando más policías a pie y en bicicleta en las calles, promoviendo programas de capacitación de sus oficiales (O’Boyle 2018). A comienzos de 2012 se puso en marcha la línea ECU911, con el fin de integrar en un solo sistema la central de llamadas de emergencia nacional y el sistema de video

vigilancia. Esta línea contó con un alto nivel de infraestructura tecnológica, que mejoró la coordinación interinstitucional y la respuesta en las emergencias de seguridad ciudadana (Pontón, Rivera, y Amores 2020).

No obstante, se duplicó el gasto en seguridad: se invirtió, 83 millones de dólares en diez nuevas Unidades de Policía Comunitaria (UPC), En 2017 cerca del 80% de los funcionarios policiales era parte de la Policía Comunitaria (BID 2018b).

Así mismo, las reformas en el sistema judicial también contribuyeron a disminuir los niveles de violencia homicida en el país. Con la adopción de estas medidas preventivas se buscó reducir los factores de riesgo cuyo mecanismo para resolver conflictos interpersonales era la violencia. Otra de las medidas consistió en el incremento de oportunidades entre las personas jóvenes y marginadas la cual contribuía a la reducción de la criminalidad (BID 2018b). Ante este contexto, el objetivo de este artículo es evaluar si la frecuencia de homicidios entre 2010-2018 en Ecuador se asocia a las variaciones observadas en el índice de pobreza.

Metodología

Esta investigación recurrió a aquellas producciones académicas que revelan datos e información acerca de la pobreza y criminalidad en Ecuador, entre 2010 y 2018. Se realizó un rastreo bibliográfico en idioma castellano que comprendió: 1) bases de datos como ISOC, (Compludoc Dialnet, Psycodoc, ProQuest Psychology, Database, Psynfo, Psycarticles, Scopus, SciVerse y Scirus; 2) revisión de artículos en revistas indexadas de (psicología, criminología, psicología jurídica); 3) metabuscadores como (ISI Web of Knowledge). La información obtenida fue complementada con estadística descriptiva que incluyó, frecuencias variables, grados de libertad, probabilidad y asociación por medio de la prueba de chi- cuadrado y usando el programa de Excel.

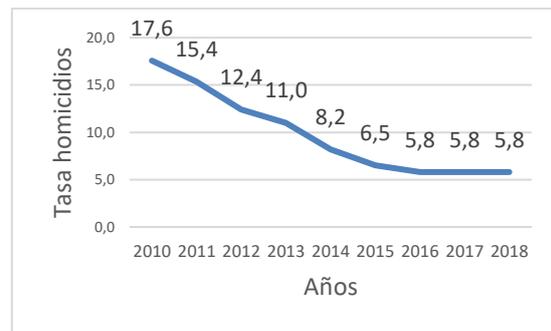
Resultados

A partir de 2010 se produce en Ecuador un descenso en los homicidios totales, tal como se

aprecia en la figura 1. En 2010 la tasa de homicidios era de 17,6 por cada 100.000 habitantes y disminuye, a 5,8 de 2016 a 2018. Esto significó una disminución en la tasa de homicidios 11,8 homicidios en ese período (Pontón, Rivera, y Amores 2020).

Figura 1

Tasa de homicidios del 2010 al 2018



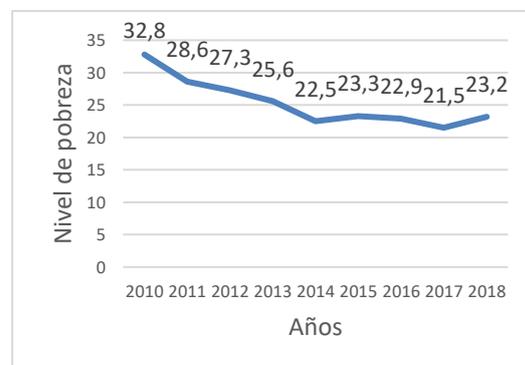
Elaboración: por el autor.

Por otra parte, los niveles de pobreza por ingresos en 2010 se consolidaron en un 32,8% (Cepal 2011), mientras que para 2018 fue del 23,2% (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC] 2019). Es decir, hubo una reducción 9,6% durante estos 8 años que obedeció a la estabilidad política, que experimentó el país mediante la aplicación de políticas sociales, productivas, económicas eficientes y eficaces.

Datos del Banco Mundial (2021) revelan que la pobreza en Ecuador descendió de 32,8 en 2010 al 21,5 en 2017 pese a que en 2018 hay un incremento al 23,2.

Figura 2

Nivel de pobreza entre los años 2010 y 2018



Elaboración: por el autor

Aun cuando la tendencia de los datos es hacia la disminución de los homicidios y la pobreza, se procedió a verificar si existe algún tipo de asociación estadística entre estas variables. Para esto se utilizó la prueba estadística de chi-cuadrado y se logró verificar, que no existe ninguna asociación (χ^2 (48, n=10)=54,000; $p > 0,05$). Por tanto, si bien existe un marcado descenso en los niveles de pobreza y la tasa de homicidios en Ecuador entre 2010-2018, que ocurren de manera paralela y simultánea, las variables son independientes desde el punto de vista estadístico.

Discusión

En esta investigación bibliográfica se evaluó si el descenso en la tasa de homicidios se asocia o no al descenso del nivel de pobreza y los cambios políticos producidos en Ecuador entre 2010-2018. Pese a que no hay asociación estadística, la evidencia sobre los cambios políticos y su influencia en aspectos sociales, económicos y delictuales darían cuenta de que esa relación si existe.

No obstante, el homicidio no necesariamente se encuentra asociado con la pobreza, pero superar a ambas es parte fundamental de las políticas de Estado para así alcanzar las condiciones aptas para el desarrollo de una sociedad. Ecuador cuenta con estabilidad, políticas sociales y de seguridad y defensa que, amparadas en la Constitución de 2008, harían esto posible (Aniyar, Jácome y Mancero 2015).

Pese a la ausencia de asociación estadística entre homicidio y pobreza, hay que explorar los nexos de los homicidios en la desigualdad socio-económica y encontrar posibles explicaciones causales (Pridemore 2008; 2011; Rennó et al. 2018), además, se debe indagar la calidad de los mecanismos formales de control social para profundizar en tales detalles (Chabot y Ouimet 2018; Lee 2000). Otro aspecto a tener en cuenta es la protección social que consiste en un conjunto de normas que buscan la asistencia en términos de atención médica, educación, gasto social, calidad de los servicios públicos y apoyos sociales (Rogers y Pridemore 2013).

Conclusiones

La presente investigación cumple con su objetivo principal que consiste en evaluar la posible asociación entre la frecuencia de homicidios, y el índice de pobreza, registrado en Ecuador entre 2010 y 2018. Luego de un rastreo bibliográfico y un análisis exhaustivo y metodológico del mismo, el resultado relevante es que no existe una asociación entre las variables de homicidios y pobreza.

Es preciso mencionar que existe una reducción de la tasa de homicidios en el período antes mencionado, así como la intervención de la arquitectura institucional, en la seguridad ciudadana.

En la actualidad, los conceptos de pobreza y homicidio generan un gran debate, estudio y discusión, de utilidad para las políticas gubernamentales y comprensión de la desigualdad social de Ecuador. Se espera que este artículo sea punto de partida para que, sobre la base de los datos, se implementen acciones que permitan conseguir resultados positivos y se reduzca las tasas de homicidio y pobreza. La puerta queda abierta para continuar generando desde el conocimiento académico, investigaciones rigurosas que permitan revelar la realidad social y tomar decisiones objetivas y eficaces.

Bibliografía

- Anser Muhammed, Yousaf Zahid, Nassani Abdelmohsen, Alotaibi Saad, Kabbani Ahmad & Zaman Khalid. 2020. Dynamic linkages between poverty, inequality, crime, and social expenditures in a panel of 16 countries: two-step GMM estimates. *Journal of Economic Structures* n.º 9. 1-25. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40008-020-00220-6>
- Aniyar Daniel, Jácome Juan y Mancero Jorge. 2015. Seguridad ciudadana en Ecuador: política ministerial y evaluación de impacto, años 2010-2014. *Nova criminis: visiones criminológicas de la justicia penal* n.º 9. 111-148. Acceso 23 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/q543i>
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. 2008. *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449 del 20 de octubre de 2008. Montecristi.

- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. 2018a. *Crimen y violencia: un obstáculo para el desarrollo de las ciudades de América Latina y el Caribe*. BID. Acceso 23 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/1upxq>
- _____. 2018b. *Inclusión social desde abajo: Las pandillas callejeras y sus posibles efectos en la reducción de la tasa de homicidios en el Ecuador*. BID. Acceso 23 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/xlostz>
- Banco Mundial. 2021. *Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de la línea de pobreza nacional (% de la población) – Ecuador*. Banco Mundial. Acceso 23 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/rlecb>
- Castillo Roberto y José Andrade. 2016. Pobreza en Ecuador perfiles y factores asociados 2006-2014. En *Reporte de pobreza por consumo en Ecuador 2006-2014*, editado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 120-145. Quito: INEC.
- Chabot, Claire & Marc Ouimet. 2018. It is less about wealth or poverty than with equality and formal social control: An analysis of the determinants of the homicide rate in 145 countries of the world. In *Homicide and Violent Crime. Sociology of Crime, Law and Deviance* n.º 23. 223-240. DOI: <https://doi.org/10.1108/S1521-613620180000023013>
- Chioda, Laura. 2017. *Stop the Violence in Latin America: A Look at Prevention from Cradle to Adulthood*. Latin American Development Forum. Washington, D. C: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y Banco Mundial.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal]. 2020. *Panorama social de América Latina 2020*. Cepal. Acceso 23 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/39570>
- _____. 2011. *Según INEC la pobreza en Ecuador bajó 4,8 puntos entre 2006 y 2010*. Cepal. Acceso 23 de septiembre de 2023. <https://n9.cl/86npx>
- Dávila, Gina. 2018. *Educación formal y pobreza en el Ecuador*. Trabajo de titulación previa a obtención del título de Economista. Universidad de las Américas.
- Díaz, Mario. 2016. El dilema eterno: ¿Pobreza o desigualdad en la explicación del homicidio? Hallazgos inesperados y propuesta para superar el dilema. *Acta Sociológica* n.º 70. 197-221. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acso.2017.01.009>
- Halleröd Bjorn, Bradshaw Jhonathan & Holmes Hilary. 2018. Adapting the consensual definition of poverty. En *Breadline Britain in the 1990s*, editado por David Gordon y Christina Pantazis, 213-234. New York: Routledge.



INVESTIGACIÓN

Resumen

La intervención técnico científica que realizan los peritos servidores policiales de la Dirección Nacional de Investigación Técnica Científica Policial (DINITEC) es importante en el proceso judicial para determinar los hechos y las muertes violentas ocasionadas en el interior de los centros carcelarios de Ecuador. Esto constituye un reto para la policía científica que afronta con profesionalismo, capacidad, ética y humanismo el procesamiento del lugar de los hechos, de los indicios, la identificación de cadáveres, la autopsia médico-legal y la entrega digna de los restos a los familiares, deudos y reclamantes. Estas muertes ocurrieron durante los enfrentamientos y crisis carcelaria de 2021.

Palabras clave: cadáver; crisis carcelaria; identificación técnica; inspección ocular técnica; papiloscopia; perito.

Abstract

The technical-scientific intervention carried out by the police experts of the National Directorate of Scientific and Technical Police Investigation (DINITEC) is important in the judicial process to determine the facts and violent deaths caused inside the prisons of Ecuador. This is a challenge for the forensic police who face with professionalism, capacity, ethics and humanism the processing of evidence, the identification of the dead, the medico-legal autopsy and the dignified delivery of the remains to the relatives, mourners and claimants. These deaths occurred during the clashes and prison crisis of 2021.

Keywords: corpse; prison crisis; technical identification; technical ocular inspection; papillography; expert.

1. Capitán de la Policía Nacional del Ecuador. Licenciado en Seguridad. Jefe del Departamento de Planificación de la DINITEC. jandyem8@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-7280-6650>
2. Teniente Coronel de la Policía Nacional del Ecuador. Abogado. Jefe del Laboratorio de Criminalística del DMG-Z8. ruben_teran78@yahoo.es <https://orcid.org/0000-0002-2504-1963>
3. Coronel de la Policía Nacional del Ecuador. Licenciado en Criminalística. Director Nacional de Investigación Técnico Científica Policial. marcoortiz132@hotmail.com <https://orcid.org/0000-9618-5342>

Introducción

Actualmente, Ecuador tiene una población privada de la libertad (PPL) de 33 541 personas según los datos del Servicio Nacional de Atención Integral a Personas Adultas Privadas de la Libertad y a Adolescentes Infractores (SNAI) al 27 de abril de 2021. Dicha entidad, compuesta por 53 centros carcelarios ubicados en varias provincias y ciudades del país atravesó en febrero, abril, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2021 la peor crisis carcelaria de la historia del país. La masacre contra las PPL en el interior de los centros carcelarios dejó un saldo de 316 fallecidos, enfrentamientos que ocurrieron entre los mismos reos, ejecutados con extrema violencia y brutalidad.

En febrero murieron 78 personas resultado de enfrentamientos simultáneos en las cárceles de Latacunga, Guayaquil y Cuenca. En abril la violencia cobró la vida de 5 personas en la Penitenciaría del Litoral en Guayaquil, lugar donde también ocurrió la masacre de julio, septiembre, octubre y noviembre con un saldo de 26, 122, 11 y 68 personas fallecidas, respectivamente. De la misma manera, en agosto, en el Centro Carcelario de Quevedo se registraron 6 fallecidos.

Estos hechos ubicaron a Ecuador como el segundo país del mundo con el mayor número de muertos de PPL luego del incendio ocurrido en la Granja Penal de Comayagua, en Honduras en 2012, que dejó un saldo de más de 360 personas (Comité Internacional de la Cruz Roja [CICR] 2012). La intervención de las fuerzas de élite y grupos tácticos especializados de la Policía Nacional de Ecuador como el Grupo de Intervención y Rescate (GIR), el Grupo de Operaciones Especiales (GOE) y la Unidad de Mantenimiento del Orden (UMO), fueron claves para contrarrestar la violencia ocurrida en los centros carcelarios (ver ilustración 1).

Ilustración 1

Intervención de los grupos tácticos policiales



Fuente: Jefatura Zonal de Criminalística DMG, 2021.

Elaboración: por los autores, 2021.

Tomando en consideración el resultado de muertes masivas en el contexto de un encierro penal, se despliegan diversas obligaciones del Estado, en cuanto a las actuaciones en caso de muerte, las cuales más importantes desde el componente técnico científico, comprenden efectuar la identificación, levantamiento de los cuerpos, reconocimiento exterior, la autopsia médico legal, entre otras (COIP 2014, 73), que aporten al proceso investigativo, para establecer las responsabilidades por los decesos múltiples ocurridos bajo custodia del Estado (SNAI). Para este desafío fue necesaria la intervención técnico-científica de los peritos policiales de la DINITEC, a través de sus unidades de investigación operativa de criminalística y medicina legal, tanto en el lugar de los hechos, como en los laboratorios y salas de tanatología forense.

Es aquí donde la sociedad y el Estado demanda una apremiante intervención pericial eficiente en la identificación técnica de los cadáveres, así como en esclarecer las circunstancias en las cuales ocurrieron los hechos, tomando en consideración que esta actuación se desprende de dos aspectos fundamentales, que se responde al derecho fundamental de todas las personas a tener una identidad y ser identificada plenamente, aun cuando ya estuviera muerta y, por otra que esta identificación fehaciente de las víctimas fue clave en la investigación judicial, puesto que, de ella dependía que se estableciera el *corpus delicti* del proceso legal y se aportara con información relacionada al contexto familiar, laboral, cultural, entre otras, de estas personas. Por ende, la identidad

de cada una de las personas revelando las posibles motivaciones de su muerte.

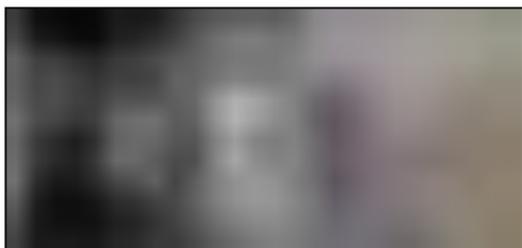
Los servidores policiales peritos actuaron objetivamente con base en sus conocimientos técnicos, experiencia, transparencia y rigor. Establecieron los indicios y elementos de convicción que permitió identificar a los cadáveres y así, poder restablecer la dignidad del fallecido y sus familiares. Por lo anterior, el presente artículo tiene por objetivo presentar algunos resultados de la actuación técnico-científica de los servidores policiales peritos durante la crisis carcelaria de 2021 en Ecuador.

Metodología

En el caso específico de la Penitenciaría del Litoral en Guayaquil donde se reportó el mayor número de muertes de todos los centros carcelarios del país. Las actividades desarrolladas por parte de los servidores policiales peritos, tanto de criminalística y medicina legal, estuvieron dirigidas a la investigación técnico-científica a en el procesamiento del lugar de los hechos, desplegándose en el sitio del suceso, varios equipos de inspección ocular técnica, con el fin de realizar el levantamiento de los cadáveres y piezas anatómicas aisladas, embalaje, etiquetado y traslado a la Jefatura Zonal de Medicina Legal del DMG. DMG, así como a la recolección de indicios y fijación de constataciones técnicas, registrando también los daños y modificaciones ocurridas en dicho centro carcelario que aporten a la investigación. (Ver ilustración 2)

Ilustración 2

Puertas y exterior de las celdas con múltiples impactos de proyectil de arma de fuego.



Fuente: Jefatura Zonal de Criminalística DMG,2021.
Elaboración: por los autores, 2021.

Entendiéndose de lo señalado en el párrafo anterior, el procesamiento de la escena se efectuó con varios equipos de inspección ocular técnica bajo la metodología de investigación en el lugar de los hechos, mediante la aplicación de diferentes métodos de búsqueda, donde se les asignó un código único a los cadáveres en función de su localización en el lugar de los hechos. Luego del ingreso de los cuerpos a la Jefatura Zonal de Medicina Legal DMG, se les asignó otro código secuencial alfanumérico (CICR 2016) que se articuló con el primer código con el fin de mantener la relación, entre la intervención en el sitio del suceso y la actuación técnica en los diferentes cadáveres en la Jefatura de Medicina Legal.

La intervención de los servidores policiales del grupo de Identidad Humana específicamente peritos en papiloscopia, necroidentidad fue fundamental para establecer la identidad humana de los cuerpos, así como los peritos médico- legistas y técnico disectores, que cumplieron con la labor técnica científica de efectuar la autopsia médico-legal a los cadáveres y piezas anatómicas. Con dicha intervención los peritos llegaron a establecer la causa, manera y mecanismo de la muerte, así como, el tiempo intervalo *post mortem* de los diferentes cadáveres, con la finalidad de elevar información trascendental al aparato estatal de justicia, que aporten con la investigación de estas muertes múltiples ocurridas en dichos Centros Carcelarios.

En función a la aplicación de la metodología de procesamiento de la escena del delito de la masacre de septiembre en la Penitencia de Litoral, se realizó el levantamiento de 2368 balísticos de distinto calibre que fueron ingresados al Sistema Integral de Identificación Balística (IBIS) con el fin de efectuar búsquedas y correlaciones, para de esta manera identificar posibles relaciones con casos anteriores y contribuir con información a la administración de justicia.

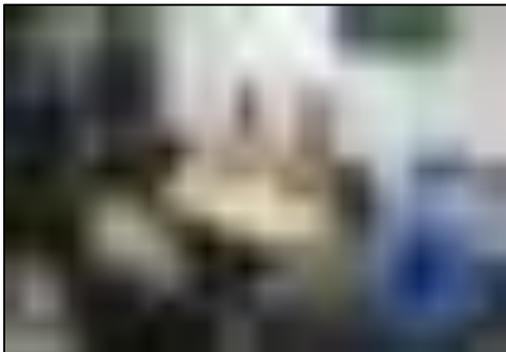
En relación a la intervención técnico-científica en los cadáveres hay que tener en cuenta que se trata de un evento de muertes múltiples que presenta una característica de complejidad e interdisciplinaridad, donde se requiere la intervención de diversos actores, en este caso, de la conformación de los diferentes servicios y unidades



especializadas del eje preventivo, investigativo e inteligencia de la Policía Nacional, es así que se instauraron mesas técnicas de coordinación en la que se establecieron lineamientos de trabajo conjunto en relación a la función que cada uno de estos cumplen (Ver ilustración 3) y se impartió de manera clara los lineamientos y disposiciones a los servidores policiales peritos que actuarán durante todo el proceso (Ver ilustración 4), además se generó un canal de información directa con los medios de comunicación con el fin de mantener informados a los familiares de los procesos de investigación en relación a las muertes suscitadas, en razón de la gran acumulación de familiares en los exteriores de la Jefatura Zonal de Criminalística del DMG (Ver ilustración 5).

Ilustración 3

Mesa técnica de coordinación conformada por diferentes servicios especializados de la Policía Nacional



Elaboración: por los autores, 2021.

Ilustración 4

Disposiciones al personal policial para la intervención técnico científica en las muertes masivas en la Penitenciaría del Litoral



Elaboración: por los autores, 2021.

Ilustración 5

Concentración de familiares de los fallecidos PPL, al exterior de las instalaciones de la Jefatura Zonal de Criminalística y Medicina Legal DMG

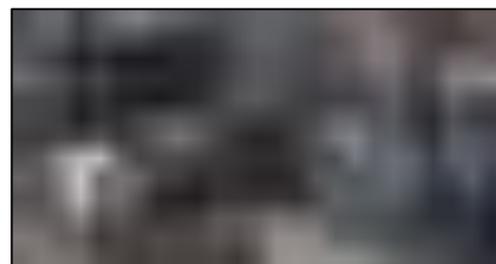


Elaboración: por los autores, 2021.

Ante tal situación, los servidores policiales peritos afrontaron un gran reto en relación a la capacidad operativa instalada que no fue lo suficiente para responder a una intervención de gran magnitud, con cadáveres masivos que sobrepasaron los 122 cuerpos, como en el caso del mes de septiembre que constituye el periodo con mayor número de víctimas en la Penitenciaría del Litoral, donde los peritos de criminalística de esa jurisdicción tuvieron una carga de trabajo muy fuerte de levantamientos de cadáveres y piezas anatómicas (Ver Ilustración 6) que requirió del apoyo de personal técnico de criminalística de provincias cercanas para cumplir con dicha investigación técnica en los tiempos establecidos, hasta la entrega de los cuerpos a sus familiares, deudos o reclamantes.

Ilustración 6

Procesamiento de inspección ocular técnica, en la escena del delito, en el levantamiento de cadáveres PPL



Fuente: Jefatura Zonal de Criminalística DMG, 2021.
Elaboración: por los autores, 2021.





Es importante mencionar las condiciones en las que se encontraron los cadáveres, en razón de que un amplio margen de cadáveres presentaba signos de violencia en el rostro con deformaciones faciales, así como en el cuerpo. Había múltiples heridas cortantes, punzocortantes, por paso de proyectil de arma de fuego, heridas contusas y, en algunos casos, desprendimientos y separación de cabezas, extremidades, órganos y segmentos corporales (Ver ilustración 7), sin mencionar los cadáveres quemados e incinerados y además aquellos que ya se encontraban atravesando procesos de descomposición afectados por los fenómenos cadavéricos, en razón del tiempo transcurrido, para ello se debe considerar que estas circunstancias modificadoras de los cadáveres ocasionaron la dilatación de la identificación técnico-científica, sin embargo, no fue un impedimento para lograr la identificación del 90 % de los cadáveres en 48 horas. De los 122 muertos levantados en septiembre de 2021 en la Penitenciaría del Litoral, 109 fueron identificados mediante la aplicación de la papiloscopia. Los 13 restantes mediante otros métodos no rutinarios como es genética y antropología.

La actuación técnica de los servidores policiales de papiloscopia, en la mayoría de cadáveres, comprendió la aplicación de técnicas necropapiloscópicas, entre ellas, la rehidratación, regeneración y recuperación de pulpejos con métodos como el guantelete, el dedal epidérmico, el método Dorrego entre otros, que permitieron recuperar la reseña necrodactilar en los diferentes estados de descomposición del cadáver. Respecto a los métodos de identificación la Organización Internacional de Policía Criminal (Interpol 2018, 19) afirma que,

“Los métodos de identificación que se aplican tras una catástrofe deben tener validez científica, ser fiables y ser aplicables en un plazo de tiempo razonable en las condiciones existentes sobre el terreno. Los medios de identificación primarios y más fiables son el análisis lofoscópico, el análisis odontológico comparativo y el análisis del ADN.” (P. 19)

Ilustración 7

Región posterior del cadáver de un PPL, que presenta varias heridas cortantes y punzocortantes.

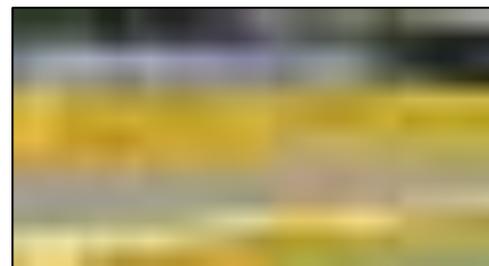


Fuente: Jefatura Zonal de Criminalística DMG.
Elaboración: por los autores, 2021.

Los peritos policiales de inspección ocular técnica y papiloscopia organizaron los cadáveres que ingresaron a la Jefatura de Medicina Legal del DMG con el fin de realizar la toma de impresiones dactilares (Ver ilustración 8) respetando el todo momento el trato digno del fallecido. De esta manera, se inició con la limpieza externa de los diez dígitos de los cadáveres, para realizar el respectivo levantamiento y toma de necrodactilias (Ver ilustración 9) que incluyó la obtención de los registros dactilares idóneos y aptos para el cotejo (elemento dubitado) y el cotejamiento dactilar con la información que reposa en Registro Civil (elemento indubitado). Así, se estableció la identificación fehaciente e indubitable del cadáver, viabilizando de esta manera, la entrega del mismo a sus familiares, deudos o reclamantes, y su respectivo informe pericial de identificación del cadáver a la autoridad competente. (Ver ilustración 10).

Ilustración 8

Parte posterior de la Jefatura de Medicina Legal DMG, donde se efectuó el manejo de cadáveres para la toma de necrodactilias.



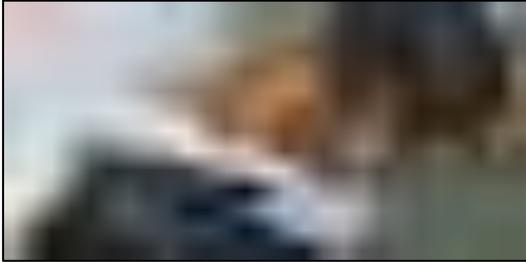
Elaboración: por los autores, 2021.





Ilustración 9

Toma de impresiones dactilares a mano derecha de un cadáver (Necrodactilia)



Elaboración: por los autores, 2021.

Ilustración 10

Flujograma de las actuaciones técnico científicas en los cadáveres PPL



Elaboración: por los autores, 2021.

Ante tal situación, la comunidad internacional ha subrayado la importancia de aplicar instrumentos como el Protocolo de Minnesota sobre la Investigación de Muertes Potencialmente Ilícitas y el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos adoptados por las Naciones Unidas; el Manual para la gestión de cadáveres en situaciones de desastre emitida por la CIRC, la Organización Panamericana de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS); así como, la Guía de la Interpol para la identificación de Víctimas de Catástrofe (IVC). Estas directrices, que emanan de los consensos y acuerdos de peritos expertos a nivel internacional, que plantean la necesidad de efectuar una intervención eficiente y completa del cadáver, fomentar la identificación fiable del mismo y que la

actuación técnico-científica de los peritos intervinientes pueda sostenerse ante cualquier tribunal.

En lo que respecta al cumplimiento del Protocolo de Minnesota se establece que la actuación frente a las muertes en los centros de privación de la libertad debe hacerse en apego a los lineamientos establecidos, en relación con la metodología de investigación y procesamiento de la escena del delito, el levantamiento de los indicios y el manejo e identificación técnica de cadáveres. Tales procedimientos toman en consideración la ética profesional que establece que los peritos tienen una responsabilidad ante justicia y los familiares de la persona fallecida, y no ante la policía o el Estado.

Otro de los lineamientos establecidos en estas normas en la identificación técnica de fallecidos en masa es el cotejo de los datos *ante mortem* y *post mortem*. El levantamiento de información *ante mortem*, como reconocimiento primario indirecto fue de gran utilidad en el caso de la Penitenciaría del Litoral pues se contó con los datos de la identidad genérica de las PPL (morfología fisonómica, señales particulares de los fallecidos y documentos de identidad) expresados y presentados por familiares de los fallecidos. También fue relevante la obtención de información *ante mortem* suministrada por agentes de la Dirección Nacional de Delitos Contra la Vida, Muertes Violentas, Desapariciones, Extorsión y Secuestro de la Policía Nacional (DINASED), lo que permitió reducir el campo de búsqueda para la identificación técnica.

Los servidores policiales peritos atravesaron otro gran reto: el Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS), necesario para la identificación de los cadáveres, no funcionada a cabalidad. Tampoco se contaba con los datos exactos de las PPL por parte de la SNAI lo que condujo a un trabajo conjunto con la DINASED. Con la información *ante mortem* y en coordinación con el Registro Civil, se obtuvieron las fichas decadaclares de las posibles víctimas luego de lo cual, se procedió a cotejar de forma manual y visual con las 109 impresiones dactilares tomadas a los cadáveres (necrodactilias) (Ver ilustración 11).

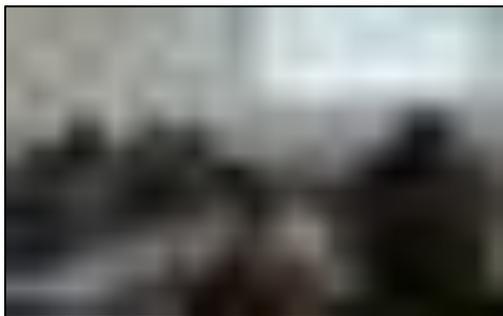




Para ello, se realizó una clasificación de los patrones fundamentales para reducir el campo de búsqueda y se verificó el dígito más idóneo para el cotejamiento con la impresión dactilar del cadáver. De esta manera, se respetaron las normas de confronte cotejando de 12 a 15 puntos característicos determinados en el sistema dactiloscópico argentino (Ver ilustración 12) para establecer la identidad fehaciente, categórica e indubitable de la persona. Se obtuvo por resultado, con la aplicación de este sistema, la identificación de 109 cadáveres. El resto de los cadáveres fue identificado por el Servicio Nacional de Medicina Legal mediante métodos no rutinarios de antropología y genética (Ver ilustración 13).

Ilustración 11

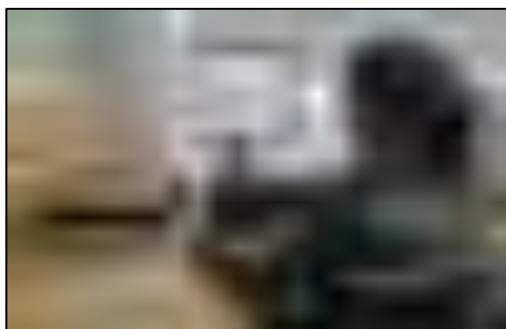
Equipo de identificación de cadáveres durante el cotejo manual y visual de las necrodactilias con las tarjetas biométricas del Registro Civil



Elaboración: por los autores, 2021.

Ilustración 12

Perito de Identidad Humana efectuando el Cotejo Papioscópico para alcanzar la identificación técnica de los cadáveres.



Elaboración: por los autores, 2021

Ilustración 13

Actuaciones técnicas en los cadáveres PPL registrados en septiembre de 2021 en la Penitenciaría del Litoral

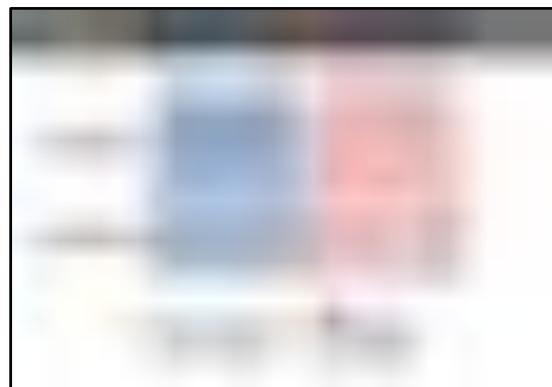


Elaboración: por los autores, 2021

Ahora bien; es notable identificar la problemática y dificultad con la que se enfrentaron los servidores policiales peritos de la DINITEC, en relación al incremento masivo de fallecidos, que no fue suficiente la capacidad instalada en ese momento, para ello lo ideal fue implementar un método visual de ordenamiento de los cadáveres, método internacionalmente aceptado (Ministerio de Salud de la Nación 2011), como paso previo en la identificación de los fallecidos, Este método, conocido como triage de cadáveres, consiste en la organización e individualización de los cuerpos en función de la edad, el sexo y las características morfológicas de los fallecidos. (Ver ilustración 14).

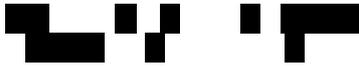
Ilustración 14

Modelo convencional de Triage de cadáveres en muertes masivas



Fuente: Departamento de Análisis de Información-DINITEC.
Elaboración: por los autores, 2021





- Con base al triage se determinó que todos los cadáveres corresponden al sexo masculino y tenían el mismo rango de edad aproximadamente entre 20 a 35 años. Para lo cual los cuerpos se clasificaron en función del estado o condición en el que fue encontrado. Para ello, se utilizó el método empleado por Ministerio de Salud de la Nación en Argentina (2011) con la adaptación al presente caso. La organización fue realizada por grupos de la siguiente manera:
- **Grupo A.-** conformado por cadáveres reconocibles a simple vista, cuerpos frescos completos con rasgos y pulpejos preservados.
- **Grupo B.-** con cadáveres no reconocibles a simple vista, pero identificables, cuerpos completos con alteración de rasgos, descompuestos con pulpejos preservados o recuperables, con tatuajes u otras señales particulares.
- **Grupo C.-** conformado por cadáveres no reconocibles ni identificables por métodos primarios, cuerpos en descomposición avanzada, con alto grado de fragmentación sin pulpejos preservados ni recuperables o sin señales particulares visibles o en estado de incineración.
- **Grupo D.-** con restos o fragmentos corporales reconocibles, con pulpejos preservados o recuperables, con tatuajes u otras señales particulares.
- **Grupo E.-** conformado por restos o fragmentos corporales no identificables, con alto grado de fragmentación sin pulpejos preservados ni recuperables o sin señales particulares visibles o en estado de incineración. (Ver ilustración 15)

Ilustración 15

Dispositivo de triage de cadáveres en muertes masivas para la identificación técnica de los cuerpos



Elaboración: por los autores, 2021



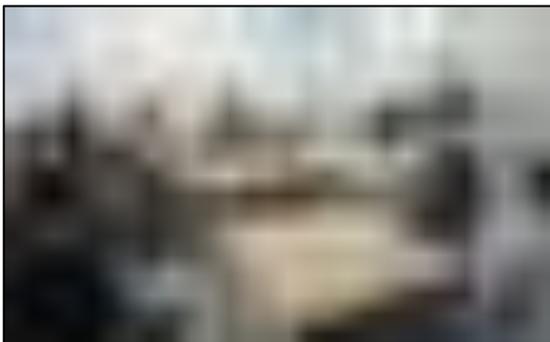


Para la entrega administrativa y operativa de los cuerpos a los familiares, deudos o reclamantes, este proceso se efectuó con la participación de los peritos de criminalística quienes acompañaron a las familias con el fin de agilizar los trámites para su retiro. Se tomó en consideración la crisis emocional que estaban atravesando los familiares. Para ello el trabajo fue conjunto con instituciones públicas como el Registro Civil, fiscalía provincial del Guayas, Secretaría de Derechos Humanos, entre otras.

Finalmente, se realizó la evaluación de los resultados mediante una reunión de trabajo conformada por funcionarios de la Fiscalía Provincial del Guayas, de la Dirección Nacional de Investigación Técnica Científica Policial y Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses: en la cual se analizan los resultados obtenidos, resumiendo un total de 101 cadáveres identificados por huellas dactilares (DINITEC), 6 cadáveres por antropología y 12 cadáveres canalizó para que los 12 cadáveres restantes sean efectuados estudios genéticos. (Ver ilustración 16)

Ilustración 16

Reunión de evaluación de resultados con instituciones involucradas en la investigación de las muertes suscitadas en los centros carcelarios.



Elaboración: por los autores, 2021.

Discusión

Es importante resaltar que, en la actualidad, llegar a establecer identificación fehaciente, categórica e indubitable de las víctimas, a través de métodos técnico científicos, constituye un aspecto primordial que encamina la

investigación de manera adecuada dentro del proceso penal, evitando de esta manera, que los delitos contra la vida de las PPL queden en la impunidad, debido a cadáveres sin identificar o no identificados, denominados NN en nuestro país, lo que genera conmoción social y malestar en la sociedad, para lo cual es preciso contar con una intervención técnico científica eficiente y de alto nivel que generen resultados óptimos, como el presente caso que los servidores policiales peritos de Criminalística gracias a su labor técnica en este proceso fueron socialmente reconocidos (Ver ilustración 17).

Ilustración 17

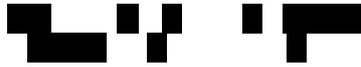
Reconocimiento de la labor técnica de Criminalística, en relación a la identificación de cadáveres en medios de comunicación.



Fuente: El Comercio, 2 de octubre de 2021.

Elaboración: por los autores, 2021.





En el contexto de los avances de las ciencias forenses en Ecuador, pocos temas tienen el peso suficiente para generar las garantías que permitan el pleno ejercicio de los derechos humanos, es así que determinar la identidad de las víctimas no solo aporta a la investigación judicial, sino que además constituye un derecho tanto para la dignidad de quien muere, como para sus familiares. Esto favorece la entrega oportuna del cuerpo a los familiares, el acceso a un funeral y dar curso al duelo mediante una reacción emocional, física y subjetiva propia de este tipo de eventos, que muestran gran dolor reflejado en los familiares y deudos, al perder alguien que no lo tuvieron cerca por el hecho de estar privado de su libertad.

Resultados

La aplicación del sistema papiloscópico trajo consigo la identificación técnica de aproximadamente el 90 % de cadáveres de manera oportuna. Esta actuación efectuada por parte del componente técnico-científico de la Policía Nacional quien identificó a los fallecidos a partir del análisis instrumental de huellas de origen necrodactilar, llegando a determinar de forma fehaciente, categórica e indubitable la identidad de cada una de las personas. Sin embargo, una de las limitaciones y dificultades de este trabajo fueron las alteraciones y modificaciones que sufrieron los cuerpos a causa de las heridas, quemaduras y descomposición.

Esta labor constituyó un gran desafío para todos los actores e instituciones que intervinieron en el esclarecimiento de los hechos. Incluso, realizaron labor de contención y apoyo emocional a los familiares, deudos y reclamantes. Es allí dónde surge la pregunta sobre quiénes son las personas llamadas a brindar este apoyo psicológico a los familiares. La ausencia de esta asignación laboral por parte del Estado, originó que los peritos asumieran este rol, sin la preparación profesional debida para estos casos, pero con la fortaleza, solidaridad y humanismo necesario. Queda la duda si los servidores policiales descargaron o no todas las emociones absorbidas de los familiares de las víctimas, el manejo psicológico ante la presencia de múltiples cadáveres y piezas anatómicas asiladas y

de los rasgos de extrema violencia y brutalidad con los que fueron ejecutados en los centros penitenciarios. Para ello es necesario que se generen lineamientos, instructivos de actuación y proyectos de contención, apoyo y seguimiento psicológico para los servidores policiales peritos para estos casos.

Conclusiones

La intervención técnico-científica de los servidores policiales peritos de la DINITEC, tanto de criminalística como de medicina legal, fueron vitales para esclarecer de manera eficiente, justa y veraz los hechos relacionados con las masacres ocurridas en los centros penitenciarios de Ecuador en 2021. Esta intervención comprendió el procesamiento de la escena del delito, levantamiento de cadáveres, obtención de información *ante mortem* y *post mortem*, identificación técnica de los cadáveres, atención y entrega de los cuerpos a familiares, deudos o reclamante legalmente autorizados.

La actuación de la policía científica en relación en estos eventos se efectuó con base a la aplicación de la metodología técnica estandarizada internacional como es la inspección ocular técnica y aplicación del sistema papiloscópico para la identificación de cadáveres. Con esto se da cumplimiento a lo establecido en los diferentes instrumentos internacionales que regulan estas actuaciones forenses, evidenciando que el trabajo técnico-científico desplegado por los peritos de la Policía Nacional se efectuó con eficiencia, profesionalismo, capacidad, ética y, sobre todo, bajo el respeto irrestricto a la dignidad humana de los fallecidos y de sus familiares. Esta labor fue reconocida por las autoridades y medios de comunicación.

Bibliografía

Asamblea Nacional del Ecuador. 2014. *Código Orgánico Integral Penal*. Registro Oficial Suplemento N° 180 del 10 de febrero de 2014. Quito.





- Comité Internacional de la Cruz Roja. (2012). *Honduras: los retos de la identificación de las víctimas del incendio en la cárcel de Comayagua*. CICR. Acceso 25 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/vpl0k>
- El Comercio. 2021. *Criminalística identifica 101 cuerpos de 119 víctimas de masacre carcelaria*. *El Comercio*. Acceso 25 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/tn2t8>
- Ministerio de Salud de la Nación. 2011. *Manejo seguro de cadáveres. Desastres, cólera y otras infecciones*. Guía para equipos de salud n.º 7. Buenos Aires: Ministerio de Salud.
- Organización Internacional de Policía Criminal [Interpol]. 2018. *Guía de INTERPOL para la Identificación de Víctimas de Catástrofes (IVC)*. Acceso 25 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/d6k81>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. 2016. *La gestión de cadáveres en situaciones de desastre - Guía práctica para equipos de respuesta*. OPS. Acceso 25 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/45fil>
- Servicio Nacional de Atención Integral a Personas Adultas Privadas de la Libertad y a Adolescentes Infractores (SNAI). 2022. *Estadísticas*. Acceso 25 de septiembre de 2022. <https://www.atencionintegral.gob.ec/estadisticas/>



Resumen

La investigación de un accidente de tránsito o del siniestro de tránsito está basado en las ciencias de la Accidentología Vial en el cual, los elementos técnicos que aborda y plasma el perito en el informe pericial, tienen por objetivo orientar a la administración de justicia a un debido proceso. Ciertas veces la práctica de las diligencias periciales es insuficiente para determinar una correcta hipótesis que permita desarrollar a la Fiscalía su teoría del caso, siendo necesario el dilucidar mayores elementos técnicos con la práctica de una metapericia donde la Criminalística, Accidentología Vial y Ciencias Forenses se puedan apoyar para transparentar y develar nuevos elementos de convicción que permitan establecer las causas y acciones generadoras que conllevaron a la producción del siniestro de tránsito.

Palabras clave: reconocimiento de lugar; reconstrucción de los hechos; metapericia; inspección ocular; investigación.

Abstract

The investigation of a traffic accident or traffic accident is based on the sciences of Road Accidentology in which, the technical elements that the expert approaches and expresses in the expert report, have the objective of guiding the administration of justice to a due process. Sometimes the practice of the expert proceedings is insufficient to determine a correct hypothesis that allows the prosecution to develop its theory of the case, being necessary to elucidate more technical elements with the practice of a meta-expertise where Criminalistics, Road Accidentology and Forensic Sciences can be supported to clarify and reveal new elements of conviction that allow to establish the causes and generating actions that led to the production of the traffic accident.

Keywords: recognition of place; reconstruction of the facts; meta-expertise; visual inspection; investigation.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador. Jefe del Departamento de Asesoría Legal de la Policía Nacional, perito investigador de accidentes de tránsito acreditado por el Consejo de la Judicatura, tecnólogo en Accidentes de Tránsito, abogado de los Tribunales del Ecuador, magister en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral. luis548@hotmail.com.  : <https://orcid.org/0000-0001-7161-629X>

Introducción

Para abordar el tema de la metapericia se debe establecer con claridad en qué consiste el término puesto que, este insumo tiene por objetivo que la administración de justicia, en aras de la investigación, esclarezca los hechos generadores de los accidentes de tránsito, estableciendo mediante la investigación integral los hechos fácticos del siniestro. Dentro de la investigación encaminada y dirigida por la Fiscalía General existen pericias que son designadas a la Unidad de Accidentología Vial, entre las más importantes está la investigación *in situ* del accidente de tránsito, el reconocimiento y reconstrucción de lugar de los hechos. Estas tres pericias, que pertenecen al abanico de productos y servicios ofertados por la Unidad de Accidentología Vial, son las únicas herramientas que permiten establecer dentro de la investigación la causa basal del accidente, es decir, las condiciones y circunstancias necesarias que permitieron la ocurrencia del hecho.

Estas herramientas muchas veces son suficientes para establecer la teoría del caso, ya que al armonizar sus causas basales confluyen en elementos técnicos suficientes para motivar una decisión. Pero, ¿qué sucede cuando las pericias antes mencionadas, tienen conclusiones diferentes, que distan una de la otra? El criterio pericial se divide en diferentes hipótesis y cada una de estas obedecen a una graduación de los elementos constitutivos de la culpa, es allí cuando el fiscal se encuentra frente a un dilema y una necesidad que es la de solicitar la práctica de una metapericia.

Los peritos con mayor experiencia en las Ciencias Forenses, especialistas en materia penal de tránsito y conocedores de las ciencias y técnicas de la accidentología vial, están llamados a posesionarse y atender este tipo de diligencias, mediante un examen exhaustivo y metodológico de las pericias realizadas y del contenido del expediente fiscal. Deben determinar mediante un análisis integral y objetivo, las circunstancias generadoras del accidente de tránsito, graduando las infracciones cometidas por cada uno de los usuarios viales y estableciendo el grado de participación desde la imprudencia más grave hasta la menos grave. Por lo tanto, para adentrarse en la metapericia

es necesario entender algunos conceptos clave en la diligencia pericial.

Investigación in situ del accidente de tránsito

Consiste en la investigación de campo. Luego de ocurrido el accidente de tránsito (donde se presente el delito culposos), el perito de accidentología vial debe realizar el levantamiento de indicios, fijación y registro de las demostraciones de puntos y zonas de impacto, las constataciones técnicas de los indicios, huellas, rastros o vestigios y cotejamiento de daños materiales de los vehículos que intervienen en el hecho. Estos indicios tienen aspectos asociativos y son objeto de estudio y análisis. Les corresponde a los peritos, por tanto, determinar sin estos indicios son indubitados o vinculantes a la escena del accidente, para luego, establecer las causas generadoras que motivaron el hecho.

Reconocimiento del lugar de los hechos

De conformidad con el artículo 460 del Código Orgánico Integral Penal (COIP) una vez que la Fiscalía General ordena al personal de apoyo de la Unidad de Accidentología Vial, esta diligencia se puede practicar, incluso, en ausencia de las partes y con la presencia obligatoria del agente de tránsito. Esto permite localizar e identificar el entorno vial, señalética, posibles testigos, intervenciones de las partes involucradas en el accidente de tránsito y elementos de convicción que permitan al perito establecer las causas generadoras.

Reconstrucción del lugar de los hechos

El artículo 468 del COIP establece que la reconstrucción del lugar de los hechos es un tipo de pericia. El fiscal ordena su práctica, preferiblemente en la hora y lugar en que se produjo el accidente de tránsito. En la práctica participan los mismos móviles u otros de similares características, es decir, bajo condiciones que equiparen el escenario del siniestro. Para ello, el experto en la materia realizará en la diligencia un estudio pormenorizado de la evolución del accidente en todas sus fases y trayectorias, de modo que, esto le permita cotejar toda la información que tenga hasta el día de la diligencia.

Finalmente, podrá establecer las causas generadoras del accidente.

Otras actividades adicionales a los informes periciales de inspección ocular técnica, reconocimiento y reconstrucción del lugar de los hechos, consiste en la elaboración de la planimetría y fotogrametría forense. Se trata de un levantamiento en 2D que contienen la configuración vial, sus objetos, vehículos con su trayectoria, orientación cardinal y demás indicios presentes que, mediante los equipos de medición y con la ayuda del sobrevuelo de drones, permiten la construcción planimétrica del lugar del accidente con una dinámica gráfica de la trayectoria de los móviles o participantes.

También existen peritos especializados en animación forense 3D que realizan la reconstrucción de manera virtual del lugar del accidente, estableciendo aspectos como la iluminación, trayectorias, zonas y puntos de impacto, entre otros. El perito, conocedor y debidamente acreditado, recrea con base en todos estos elementos aportados por las partes y con la información que consta en el expediente fiscal, la evolución y dinámica en la cual se produjo el accidente de tránsito. Cabe destacar que, esto también se debe a la ayuda de los equipos y el programa tecnológico con el que cuenta la Unidad de Accidentología Vial. Para el jurisconsulto Jorge Zavala Baquerizo (2004, 61):

Una de las obligaciones del perito, si no la más importante de todas ellas, es la de informar. Pero la ley no se satisface con ordenar que el perito debe informar, sino que, además, exige que el informe pericial contenga ciertos requisitos formales. La obligación de dictaminar -que es la ciencia de la peritación- lleva implícita la obligación de decir la verdad.

Es decir, el informe pericial es un documento redactado por un experto especializado, titulado, con conocimientos en una materia o área determinada, auxiliar de la justicia, cuyo informe servirá como medio de prueba para el esclarecimiento de los hechos investigados por la Fiscalía. Dicho documento debe cumplir con ciertas formalidades de forma y de fondo, tal como lo señala el artículo 511, numeral 6 del COIP.

[...] como mínimo el lugar y fecha de realización del peritaje, identificación del perito, descripción

y estado de la persona u objeto peritado, la técnica utilizada, la fundamentación científica, ilustraciones gráficas cuando corresponda, las conclusiones y la firma.

En concordancia con los artículos 20 y 21 del Reglamento del Sistema Pericial Integral de la Función Judicial (2014), el informe será presentado de manera verbal y escrita, sin perjuicio de que sea explicado, sustentado, con sus anexos, en la medida que se lo requiera.

Forma del informe

En cuanto a la forma, es preciso indicar que, adicional a lo que establece el anterior Reglamento, la Unidad de Accidentología Vial debe cumplir con los formatos establecidos por el Consejo de la Judicatura como son; 1) los datos generales del perito, del juicio e investigación previa; 2) antecedentes; 3) consideraciones técnicas o metodología a aplicarse; 4) conclusiones, e; 5) inclusión de documentos de respaldo, anexos o explicación de criterio técnico.

La Dirección de Planificación (Dirplan) ha establecido, además de dichas exigencias, las siguientes:

- Accidente replanteado: detalla el lugar con sus coordenadas geográficas y puntos de referencia, fecha y hora del suceso, de aviso y llegada, tipología del accidente, consecuencias
- Participantes y vehículos implicados en el accidente de tránsito
- Bien inmueble/mueble/de propiedad pública, privada o patrimonial
- Heridos
- Fallecidos
- Comparecientes: se incluyen los datos del suscriptor del parte de tránsito
- Nombre del agente fiscal
- Descripción del entorno al momento del accidente
- Visibilidad y visual de los participantes
- Identificación de la calzada con sus respectivas fotografías
- Condiciones de funcionalidad, sentido de circulación, dirección y números de carriles
- Señales de tránsito: horizontales y

- verticales
- Geometría vial: capa de rodamiento, ancho de la calzada, aceras, parterre, bermas, cunetas, sobreanchos, inclinación, peralte
 - Variables e índice de tráfico: flujo vehicular
 - Diseño geográfico: desde el accidente si se ha modificado o no, se incluirá fotografías
 - Constataciones técnicas, huellas, vestigios y manchas
 - Análisis pericial: dinámica general del accidente
 - Conclusiones
 - Observaciones de causalidad de cada uno de los participantes y de la vía
 - Causa basal, concurrente, infracciones accesorias, circunstancias del accidente
 - Anexos como es levantamiento planimétrico
 - Información adicional en caso de existir
 - Suscripción de la persona que elabora y la que realiza el visto bueno

De esta manera se cumple con todas las formalidades de forma. En cuanto al fondo y contenido del informe, esa responsabilidad le pertenece únicamente al perito que realiza la experticia.

Objeto de la pericia

En los delitos de tránsito el objeto de estudio de la pericia se determina por la disposición o encargo que realiza la Fiscalía al perito para que practique determinada investigación sobre la base de los conocimientos del experto en la materia, basados en la experticia técnica-científica. El tratadista Jorge Zavala Baquerizo (2004, 137) manifiesta que,

El objeto de la peritación está dado por la materia sobre la cual recae la observación del perito. El objeto puede ser una persona o cosa. El reconocimiento que hace el perito médico de las lesiones sufridas por una persona, es pericia personal; la que realiza el perito sobre un vehículo accidentado, o sobre el lugar de la infracción, es pericia real o sobre cosas. Como corolario de lo

dicho debemos concluir que no puede haber pericia sobre cuestiones abstractas sino concretas, precisas.

Es preciso señalar que el objeto de la pericia consiste en hacer saber al lector de forma clara y específica, cuál es el alcance del trabajo realizado, de su experticia y en qué ámbito se va a desarrollar la misma. Esto dependerá de las particularidades propias del encargo o mandato recibido por el perito, por ejemplo:

La práctica del reconocimiento de lugar de los hechos, llevado a efecto Av. Ruta Viva a 01.60 metros hacia el Sur Oriente del puente vehicular de la Vía Intervalles, sector Cumbayá, cantón Quito; el día martes 16 de junio de 2020; a las 10h40, para lo cual elevo para su conocimiento el siguiente informe pericial.²

En consecuencia, el objeto de la pericia es el estudio y aplicación del tipo de informe que debe realizar el conocedor de la materia, en relación a la disposición o encargo realizado por el fiscal como titular de acción penal de tránsito. En caso de experticias complejas y que merecen una mayor atención y análisis, Francisco Aragón (2003, 230) indica que:

Cuando las opiniones periciales sean discordantes, la autoridad citará a los peritos a una junta; en esta diligencia se les hará discutir sobre el resultado del dictamen pericial rendido por cada uno, preguntándoles lo conducente, de ser necesario. Si los peritos no se ponen de acuerdo, se designará entonces un perito tercero en discordia por parte del Juez, quien, en vista de los dictámenes discordantes, emitirá otro definitivo que podrá ser tomado en cuenta por el Juez al momento de dictarse la sentencia definitiva si a su juicio se encuentra apegado a derecho.

En Ecuador no existe la anterior figura, como tampoco, una regulación normativa e institucional que permita a los peritos con mayor experiencia, conformar una junta técnica en casos complejos, sin perjuicio que se reúnan para estudiar y emitir sus opiniones técnicas. Es responsabilidad del perito la emisión del informe y, de ser el caso, la sustentación del mismo. En referencia a la metapericia, esta tampoco se encuentra contemplada en la norma, aunque en la

² Fuente: Formato de solicitud de diligencias periciales, emitidas por la autoridad competente (fiscalía) dirigidas a la

Unidad de Investigación de Accidentes de Tránsito para la práctica del objeto de la pericia.

práctica se realizan con frecuencia. El tratadista Diego Salamea (2021, 9), sobre la metapericia, indica que:

Los medios de prueba son herramientas legales para llegar a la verdad fáctica de un hecho controvertido. Entre estos medios, está la prueba pericial, de la que es posible realizar a su vez una metapericia para establecer si un dictamen pericial se ajustó o no al principio de certeza; o si esta prueba técnico-científica, se enmarcó metodológicamente en la rigurosidad que exige la cientificidad moderna. Frente a esta disyuntiva, la pregunta sería hasta dónde un metaperitaje puede ayudar a los operadores de justicia a resolver procesos y litigios, considerando que muchos de quienes administran justicia desconocen los fundamentos [...]

La metapericia ha permitido que muchos casos sean resueltos, siempre que guarden relación con los planes de investigación o protocolos y los principios de libertad probatoria. Es posible aportar con una mejor práctica de prueba que brinde por resultado la observancia con el principio de averiguación integral de la verdad.

Metodología

Los peritos, para la realización de su experticia, están obligados a aplicar el procedimiento correspondiente con base al trabajo de campo y diversos medios probatorios documentales, evidencias recogidas, recabadas e incorporadas en el expediente fiscal respetando la cadena de custodia. Los jueces evalúan la fiabilidad, certeza y eficacia probatoria de la información técnica-científica, reducida al informe pericial por escrito y posterior al testimonio oral en audiencia de juicio.

Uno de los requisitos de forma más importantes que debe contener el informe pericial es aquel que consiste en la relación del procedimiento o de los procedimientos que utilizó el perito para reconocer el objeto de la pericial. Se trata de una exposición de los métodos prácticos utilizados en el examen de la persona o cosa puestas a su observación técnica y científica (Zavala 2004, 168).

La ley determina que el informe pericial debe contener la técnica utilizada por el perito que, mediante su conocimiento técnico-científico, lo llevan a plantear su investigación y experimentación. De estos datos arriba a las

conclusiones. La metodología aplicada por los peritos debe ampararse en una disciplina y bajo la técnica científica. Pueden intervenir especialistas y conocedores en un área determinada como son los ingenieros mecánicos y los peritos en reconstrucción 3D, evaluadores de vehículos y de inspección ocular técnica, entre otros. Estos investigadores están formados para establecer de manera exacta la realidad de los hechos en el siniestro de tránsito, cotejando los daños materiales. Los vehículos son sus mayores testigos puesto que arrojan información sobre la dinámica, trayectoria y desplazamiento del accidente, es decir, pueden determinar las circunstancias que originaron el accidente y, con ello, tener claro en el desarrollo de la pericia una hipótesis comprobada para llegar a su conclusión.

El método científico va acompañado con técnicas periciales como es la observación en la cual se toman en cuenta aspectos como las condiciones ambientales, campos visuales en relación a las fases del accidente, zona de conflicto y circunstancias propias que guardan relación con la producción del accidente de tránsito, dinámica y desplazamientos de los participantes en la zona de conflicto previo, durante y posterior de haber ocurrido el accidente. Es decir, se toma en consideración la evolución del siniestro, que comprende tres fases: percepción, decisión y conflicto. A continuación, se explicará brevemente en qué consisten:

- **Fase de percepción:** significa que el conductor percibe por primera vez el peligro o riesgo del accidente. Se compone del punto de percepción posible y el punto de percepción real. En la primera, una persona normal y atenta (sea conductor, acompañante o testigo) puede percibir, reconocer, valorar e, incluso, anticiparse al siniestro de tránsito. Es decir, un conductor que se encuentra atento podrá visualizar el punto de percepción posible, que no es más que percibir la presencia de un posible peligro aproximado. En el segundo punto, el conductor identifica la existencia del peligro del accidente y entra en la toma de decisión para evitar el accidente de tránsito. Si el accidente sucede, el perito deberá determinar si existió o no las fases

antes descritas ya que en muchas ocasiones la falta del deber objetivo de cuidado o el exceso de velocidad hace que el hecho confluya directamente a la fase de conflicto, sin ser necesario pasar por la fase de percepción posible y la fase de percepción real. Para mejor comprensión, a mayor velocidad, menor será el espacio de maniobra, menor tiempo de reacción, mayor fatalidad.

- **Fase de decisión o reacción:** significa que un conductor en condiciones normales ante la presencia de un peligro inminente realizará una maniobra simple o compleja como el frenado, luces, giro del volante y acción del pito, entre otros. La diferencia entre decisión y reacción depende del conocimiento del conductor o usuario vial. El conductor experimentado reaccionará tomando varias alternativas de decisión, mientras que el conductor novato decidirá únicamente con decisión de frenado.
- **Fase de conflicto:** es el punto de máximo efecto del accidente. Es la fase en la cual se produce el accidente de tránsito, siendo esta la última fase. Dentro de la misma se distinguen tres elementos: el área de conflicto, el punto de conflicto y la posición final. El área de conflicto se refiere al lugar donde se produce el accidente que, generalmente puede coincidir o no con el área de maniobra. El punto de conflicto es donde se consuma el accidente y la posición final, es la terminación que adoptan los vehículos y objetos luego del hecho.

Otra técnica referente a la observación, es la recolección de datos. Consiste en el registro de manera ordenada, minuciosa y sistemática de las evidencias físicas que luego serán los elementos de convicción que, dentro de la investigación, permitirán identificar las circunstancias que originaron el accidente. Se debe determinar los elementos asociativos y descartar aquellos que no guardan relación.

Conclusiones del informe pericial

Zavala (2004, 102) indica que: “El dictamen pericial es el acto procesal proveniente del perito por el cual se hace llegar al proceso las conclusiones técnicas o científicas obtenidas del examen realizado sobre el objeto de la pericia y las motivaciones en que fundan dichas conclusiones”.

Las conclusiones del informe se desarrollarán luego del análisis brindado por el experto de la materia el cual se encuentra en los antecedentes de la pericia, del objeto que ha sido previamente delimitado y que constituirá la parte fundamental, necesaria y suficiente para que el juzgador pueda tener la certeza de cómo se produjo la evolución del accidente de tránsito. El perito establecerá los grados de participación de los usuarios viales que intervinieron solo en los casos de las pericias de investigación *in situ*, reconocimiento y reconstrucción del lugar de los hechos.

El artículo 511, numeral 6 del COIP establece que uno de los requisitos básicos del informe pericial son las conclusiones. Esto concuerda con los artículos 19, numeral 5, y artículo 21, numeral 3, del Reglamento del Sistema Pericial Integral de la Función Judicial. El informe no solo es un requisito que debe presentarse por escrito, de forma clara, directa, congruente con relación al desarrollo de toda la experticia, ya que una de las obligaciones del perito es que pueda defender y explicar en audiencia oral sus argumentos. Es necesario indicar que, el perito dentro de su informe en el acápite de conclusiones, puede establecer no solo la causal basal, sino también, las causas concurrentes o infracciones accesorias pudiendo confluir en una misma investigación todas o una de ellas.

La Metapericia

La práctica de las diligencias periciales hace parte de un abanico de productos y servicios ofertados por el Departamento de Criminalística y Ciencias Forenses y por la Unidad de Accidentología Vial. Sin embargo, la metapericia no se encuentra estipulada en la normativa de tránsito, como tampoco, a nivel institucional. No obstante, los peritos no son ajenos a su tratamiento

ya que se le puede ejecutar de múltiples maneras e, incluso, combinar con otras ciencias de la Criminalística y Ciencias Forenses. Esto fue lo que sucedió en la investigación de Edith Bermeo “caso Sharon” que permitió que la investigación tuviese un mayor alcance probatorio al revelar mayores indicios de responsabilidad.

La metapericia no consta en el catálogo de incumbencias periciales. Para la Fiscalía General no es de conocimiento y uso técnico este término. Esto se debe, en parte, a que dicha práctica se basa en la experiencia del perito que no solo conoce de las Ciencias Forenses, sino también, de otras especialidades como el derecho de las cuales puede disponer. El perito debe desglosar las causalidades del accidente de tránsito, análisis de dinámicas, colisiones, entre otros.

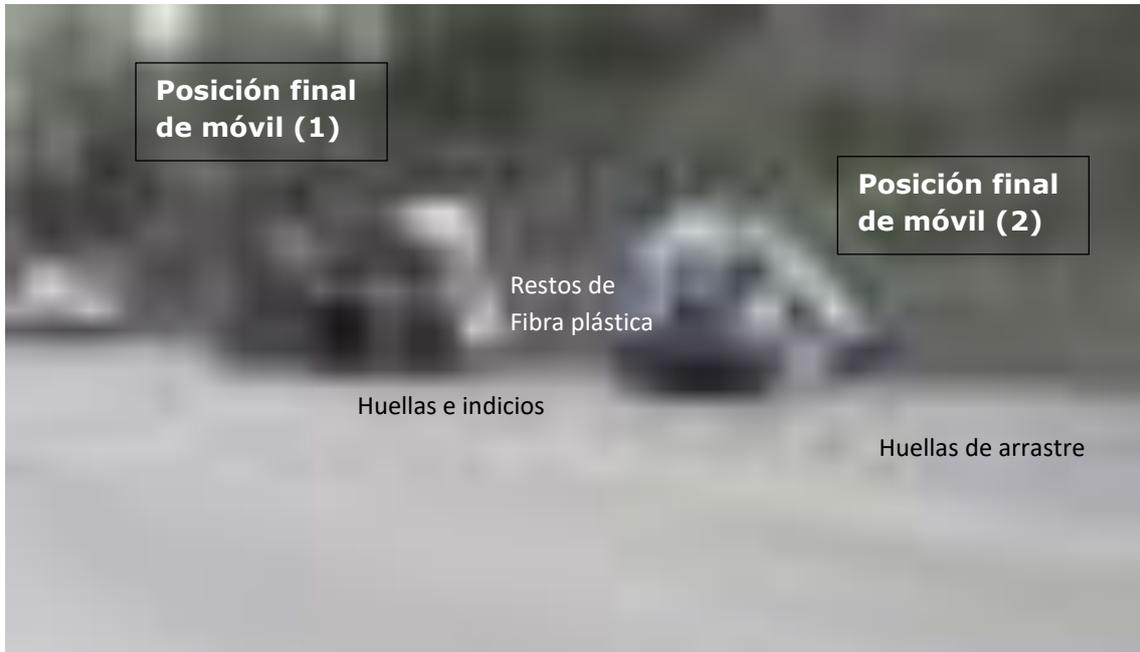
Surge entonces la pregunta sobre cómo se puede ejecutar esta metapericia que no es de conocimiento oculto y cuya práctica se realizada en otras legislaciones. La respuesta guarda relación con lo que posiblemente se obvió en las diligencias preliminares. El perito realiza, primero, un metaanálisis desde las primeras experticias practicadas y hasta las últimas actuaciones realizadas por parte de la Fiscalía, el cotejamiento de todas las versiones dentro del expediente fiscal, solicita se provea de los elementos de convicción que se encuentran bajo la cadena de custodia y del set fotográfico que posee cada perito que intervino en la investigación. Esto le permite al perito experimentado realizar un nuevo análisis minucioso, detallado, sistemático en el cual puede establecer los elementos fácticos que llevaron al accidente de tránsito.

Pareciera, entonces, que se trata de volver a estudiar lo estudiado, de volver a periciar lo periciado, en sí, de volver a revisar y encontrar lo que fue en su momento obviado. ¿Es así de afable? Aquí entra la experiencia y conocimiento. Es necesario comprender que estas operaciones preliminares son el inicio de una cadena de acciones que buscan completar el rompecabezas de la investigación y que es necesario solicitar al dueño de la investigación el practicar los posibles elementos faltantes que determinen las circunstancias que generaron el accidente de tránsito. En el “caso Sharon”, por ejemplo, los participantes recrearon las circunstancias del hecho, se valoraron en igualdad de condiciones los elementos aportados por las partes y los peritos de Criminalística y Accidentología Vial dilucidaron aquellos elementos indubitados y asociativos para esclarecer el accidente de tránsito.

Un ejemplo pragmático de la metapericia es el trabajo desarrollado en la diligencia de la “Y de Chuquiribamba con dirección a Catamayo; Distrito Loja; Circuito Clodoveo Jaramillo; Subcircuito Clodoveo Jaramillo 01, el 30 de enero del 2017 a las 14H30”, donde los peritos intervinientes analizaron de manera integral las pericias practicadas, realizaron un cotejamiento de todos los elementos recabados y contrarrestaron los resultados con la información proporcionada por los participantes y demás testigos. Al utilizar la teoría de las equivalencias pudo determinar lo siguiente que se observa en imágenes:

Imagen 1

Momento del accidente de tránsito (procedimiento *in situ*), primer perito investigador.



Fuente: Informe pericial Tipo-C-2016-SIAT-L, sábado, 15 de octubre del 2016, accidente de tránsito en la “Y” de Chuquiribamba con dirección a Catamayo; Distrito Loja; Circuito Clodoveo Jaramillo; Subcircuito Clodoveo Jaramillo 01.

Imagen 2

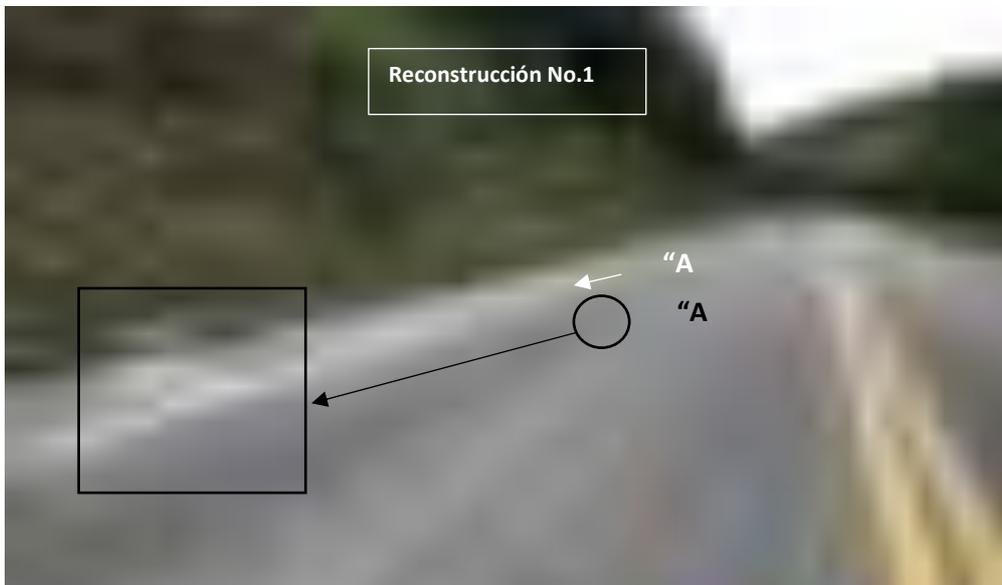
Momento del accidente de tránsito (procedimiento *in situ*), primer perito investigador.



Fuente: Informe pericial Tipo-C-2016-SIAT-L, sábado 15 de octubre del 2016, accidente de tránsito en la “Y” de Chuquiribamba con dirección a Catamayo; Distrito Loja; Circuito Clodoveo Jaramillo; Subcircuito Clodoveo Jaramillo 01.

Imagen 5

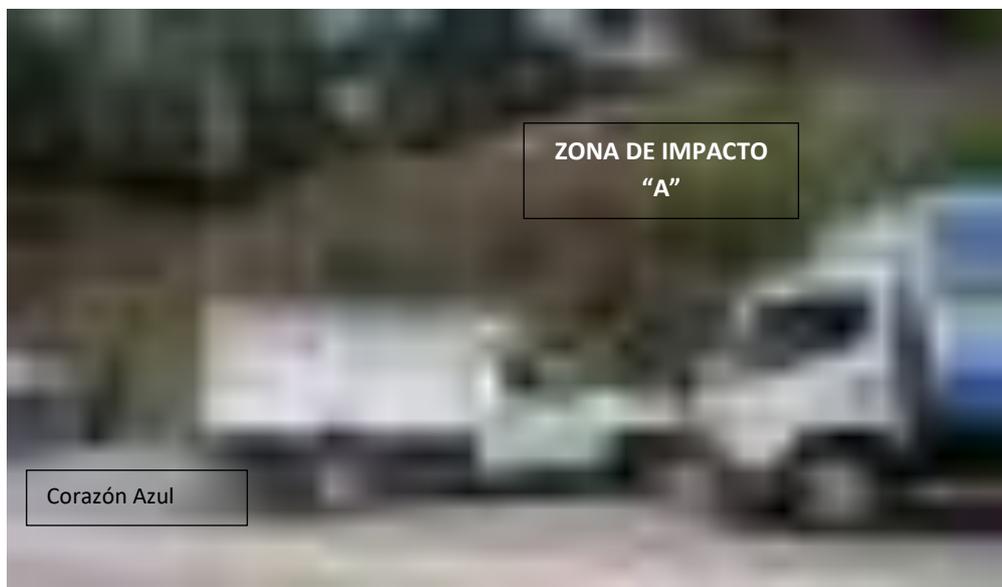
Zona de Impacto “A”. Reconocimiento de lugar de los hechos, cotejamiento del desplazamiento con las huellas e indicios encontrados sobre la calzada al momento del accidente (análisis pericial).



Fuente: Informe pericial Tipo-C-2016-SIAT-L, sábado 15 de octubre del 2016, accidente de tránsito en la “Y” de Chuquiribamba con dirección a Catamayo; Distrito Loja; Circuito Clodoveo Jaramillo; Subcircuito Clodoveo Jaramillo 01.

Imagen 6

Versión y recreación del participante (1), no coteja con la zona de impacto “A”



Fuente: Informe pericial Tipo-C-2016-SIAT-L, sábado 15 de octubre del 2016, accidente de tránsito en la “Y” de Chuquiribamba con dirección a Catamayo; Distrito Loja; Circuito Clodoveo Jaramillo; Subcircuito Clodoveo Jaramillo 01.

Como se observa en el presente caso, el perito investigador para establecer su conclusión realiza una dinámica con cada uno de los conductores que intervinieron en el accidente de tránsito utilizando la técnica de la prueba y ensayo, valorando en igualdad de condiciones. Lo aportado por las partes al momento de la diligencia es vital para superponer la información recabada tanto en la diligencia como en las pericias ya realizadas y, así, cotejar la dinámica, trayectoria y desplazamientos con las huellas rastros e indicios encontrados sobre la calzada. Tomando por base el análisis pericial, el estudio de la marcha analítica del movimiento de la masa (vehículo, personas, objetos), proporcional a la fuerza externa por el tiempo que actúa en dirección y sentido, es concordante con el cotejamiento de los daños materiales de los móviles, lesiones de las víctimas, rastros, huellas e indicios encontrados sobre la calzada.

Considerando estos elementos, surge la teoría de las equivalencias en la cual todas las circunstancias se consideran equivalentes y ordenadas jerárquicamente. El criterio es que todo resultado es determinado y verificado por un conjunto de antecedentes causales, por lo que la causa basal o conclusión será el conjunto de condiciones o antecedentes que han contribuido a la justa y necesaria para que se produzca el accidente de tránsito.

Conclusión

En la actualidad no existe una metodología fija para realizar una metapericia, sin embargo, el perito al realizar este tipo de diligencias construye un cúmulo de circunstancias, desde la más grave hasta la menos grave, realizando un análisis basado en el conocimiento del triángulo accidentalológico (hombre, vehículo vía) dada su experiencia. Esto lleva al perito más allá de lo habitual: a establecer las condiciones físicas y psicomotrices de los conductores, tiempos ocupados en el desplazamiento, condiciones mecánicas de los vehículos, condiciones climatológicas al momento del accidente, temporalidad de los eventos y los resultados dañosos del mismo.

Como ocurre en toda investigación el dictamen del perito no es meramente un razonamiento lógico. Se trata de una construcción hipotética de cómo los elementos de convicción se entrelazan para

que se produzca el accidente de tránsito permitiéndole, no solo desglosar una causa basal, sino, una con causalidad en la cual se gradúa el nivel de infracción de mayor o menor alcance y cuya falta de observancia al deber objetivo de cuidado es el detonante para que se produzca el accidente de tránsito. Por conclusión pericial se tiene lo siguiente.

El participante (1): conduce el móvil (1) sin mantener una distancia prudente y reglamentaria de seguimiento (03 ms) con relación al vehículo que lo antecede, impactando el móvil (1) al móvil (2). El participante (1) conduce el móvil en estado de embriaguez pues marca en la prueba de alcoholemia 1.5 g/ml de sangre. El móvil (1) presenta sus dos neumáticos delanteros con un labrado inferior a 3 mm, lo que no permite un drenado adecuado del agua sobre la calzada e incumple las normas de seguridad establecidas en la norma y por el fabricante. Entre las concurrencias de la vía se tiene que poseer una curva y cambio de rasante que reduce la percepción de los conductores hacia el entorno vial. Entre las concurrencias del ambiente que las condiciones climatológicas son adversas al momento del accidente, presencia de lluvia y asfalto mojado.

El participante (2): el participante (2) conduce el móvil con su licencia vigente hasta enero de 2019, es decir, caducada a la fecha del accidente de tránsito. El perito gradúa la infracción desde la más grave o detonante para que se produzca el accidente de tránsito y hasta la infracción más leve que, incluso, no influye directamente en el mismo pero que se encuentra presente al momento del siniestro de tránsito. En cumplimiento con la investigación, la metapericia requiere de cambios normativos y de una política pública que permita contar con la práctica de pericias en un contexto integral. Esto permitiría al órgano persecutor, como a la defensa del procesado, aproximarse más a la verdad lo que garantiza el principio de inocencia y el debido proceso.

Bibliografía

- Estatuto Orgánico de Gestión por Procesos de la Policía Nacional*, Acuerdo Ministerial 080. Registro Oficial 911, 14 de mayo de 2019.
- Fiscalía General del Estado. *Resolución n.o 073-FGE-2014*, “Manuales, Protocolos, Instructivos y Formatos del Sistema Especializado Integral de Investigación,

- Medicina Legal y Ciencias Forenses*. Registro Oficial 318, 25 de agosto de 2014.
- Policía Nacional del Ecuador. *Instructivo para la Elaboración del Informe Técnico Pericial de Reconstrucción del Lugar de los Hechos*. Realizado por la Coordinación Nacional de Criminalística, Medicina Legal y Ciencias Forenses, *Policía Nacional del Ecuador* (Elaborado por Myor. Luis Miguel Espinosa, Jefe de Talento Humano de la UAVIAL, revisado por: Crnl. E.M. Julio Barba, Jefe de la Unidad de Accidentología Vial; aprobado por: Crnl. Fausto Olivo Cerda, Coordinador Nacional de Criminalística, Medicina Legal y Ciencias Forenses de la Policía Nacional).
- Policía Nacional del Ecuador. “Medicina Legal y Ciencias Forenses, 57 años aportando a la administración de justicia ecuatoriana”. *Policía Nacional del Ecuador*, 14 de diciembre de 2018. <https://www.policia.gob.ec/medicina-legal-y-ciencias-forenses-57-anos-aportando-a-la-administracion-de-la-justicia-ecuatoriana/>.
- Roxin, Claus. *Derecho Penal Parte General: Fundamentos, la estructura de la teoría del delito*. Traducido por Diego Manuel Luzón Pena, Miguel Díaz y García Conlledo, Javier de Vicente Remesal. Madrid: Editorial Civitas. ISBN: 84-470-0960-2, 1997.
- Salamea Carpio, Diego. “La prueba metapericial en los procesos judiciales”. *Revista Académica Internacional e Interdisciplinaria*, n.o 1. ISSN 2718-8582, 2021. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/18016/1/REXTN-PAR02-01-Salamea.pdf>.
- Taruffo, Michele. *La prueba de los hechos*. Traducido por Jordi Ferrer Beltrán. Madrid: Editorial Trotta. ISBN: 978-84-8164-534-7, 2011.
- Zavala Baquerizo, Jorge. *Manual de Investigación de Siniestros Viales* (Ministerio del Interior de España, Dirección General de la Guardia Civil. Madrid: Editorial Printed in Spain, 201

Resumen

La normativa legal vigente en Ecuador no contiene una definición específica y aceptada sobre armas de fuego, de fogueo y neumática, siendo la balística forense el apoyo técnico y científico en esta conceptualización. En este artículo se abordará un enfoque de investigación cualitativa. El análisis que resulta de la experticia realizada por el perito idóneo ayuda a fortalecer la crítica racional del juzgador para desentrañar la verdad histórica y jurídica de un hecho delictivo.

Palabras clave: arma de fogueo; arma de fuego; arma neumática; balística forense; norma legal; pericia; sana crítica.

Abstract

The legal regulations in used in Ecuador do not contain a specific and accepted definition of firearms, blank weapons and pneumatic weapons, mean forensic ballistics is the technical and scientific support in its conceptualization. In this article, a qualitative research approach will be used. The resulting analysis of the expertise carried out by the qualified expert will help to strengthen the healthy rational criticism of the judge to unravel the historical and/or legal truth of a criminal act.

Keywords: blank weapon; expertise; firearm; forensic ballistics; healthy criticism, legal regulation; pneumatic gun.

¹ Mayor de Policía Nacional del Ecuador, Perito en Criminalística, Magister en Criminalística y Ciencias Forenses, enrique.arguello@policia.gob.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2798-2895>

Introducción

En el ámbito de su aplicación, las ciencias forenses y la criminalística brindan un apoyo significativo a la investigación criminal, así como también, contribuye en la interpretación de los conceptos, técnicas y metodología implementadas por la administración de la justicia, entre las cuales se encuentra, la balística forense. Esta rama de la balística, que se encuentra clasificada en tres partes² (interior, exterior y de efectos), se encarga de examinar las características de las armas de fuego antes, durante y después de ser accionada. Las armas de fuego y neumáticas también conservan características propias que pueden ser consideradas en esta rama.

De acuerdo a la definición dada por la Real Academia Española (2014) un arma es un: “Instrumento, medio o máquina destinados a atacar o a defenderse”, cuya utilidad resulta en una dicotomía de la persona que la emplea: servirá para medir, ponderar o fundar si es para defenderse ante un evento fortuito o para iniciar un ataque. Según Castro (2007, 9) un arma es cualquier elemento físico, químico, nuclear o biológico capaz de producir lesiones o la muerte de una persona.

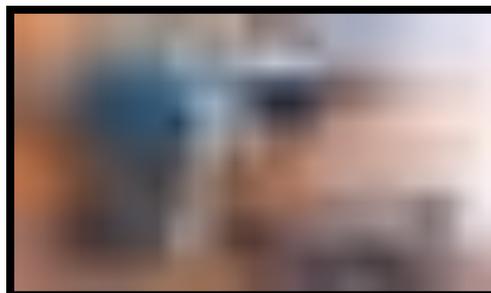
Armas de fuego

Son aquellas que funcionan mediante un proceso químico-mecánico en el cual una aguja provista de energía cinética golpea contra el iniciador o primer³ que contiene un producto químico-explosivo, generalmente derivado del mercurio (fulminato). Tal producto convierte a la energía en calor *ipso facto* que es trasladado al propelente y cuya función es la generación de gases que empujan al proyectil fuera del cañón (Guzmán 2018, 95). Según Vidrio (2007, 25), un arma de fuego, es “[...] el artefacto mecánico destinado para ofender o defenderse, de variadas formas y dimensiones, que utiliza la presión generada por la

combustión de la pólvora para expulsar a gran velocidad uno o varios proyectiles a la vez”.

Imagen 1

Arma de fuego, pistola calibre .22, marca Jennings con su respectivo almacén cargador



Elaboración: por el autor

La anterior definición es ampliamente aceptada por los expertos en balística forense ya que la condición esencial para que un arma de fuego sea considerada como tal es que, durante el proceso de disparo, una vez liberada de su posición inicial la aguja percutora (martillo percutor) y alcance el iniciador, se genere un estallido. Esta acción transmitirá al interior de la vaina, por medio de una o dos aberturas (oídos), unas ilusorias lengüetas de fuego con el calor suficiente que podría activar la ignición de la pólvora. Así, el arma ya estaría en funcionamiento.

Armas de fuego

La definición respecto a este tipo de armas es aceptada por los miembros de las fuerzas de seguridad y defensa⁴ y sociedad civil.⁵ En cuanto a la palabra “fuego” existe un mal uso de este término ya que este tipo de armas poseen las mismas características de funcionamiento, procesos internos, mecanismos y rasgos que un arma de fuego. Sin embargo, hay una marcada diferencia a partir de la unidad de carga a ser utilizada, es decir,

²Esta clasificación puede variar a cinco campos de estudio, según su doctrina. En el caso ecuatoriano solo se consideran tres (Ortiz 2020, 4).

³ Es el componente de encendido de un cartucho (Association of Firearm & Toolmark Examiners 2013, 89).

⁴ Es un término común que incluye a la policía municipal y estatal, así como a las organizaciones de investigación o

encargadas de algún propósito especial con una jurisdicción local, estatal, nacional o internacional (Christopher 2010, 32).

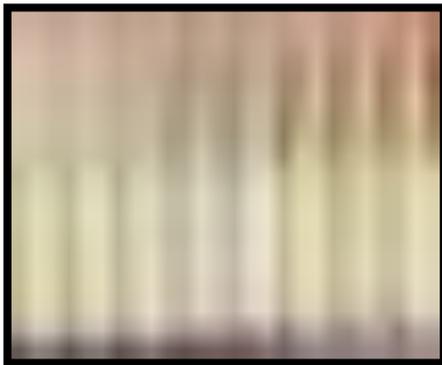
⁵ La palabra “civil” se refiere a aquella persona que, no perteneciendo al Ejército o la Policía, posee armas de fuego (lícitas o ilícitas) dentro de las cuales se encuentran las armas de las empresas de seguridad privada, grupos armados no estatales y pandillas (Small Arms Survey 2011, 1).

no se trata de proyectiles con productos químicos-explosivos, sino, de cartuchos de fogeo.

Los cartuchos de fogeo, usualmente llamados de “salva”,⁶ se componen de una bala única o múltiple de goma sólida, espuma de goma, material plástico o sin proyectante – pero con estruendo característico de la ignición de la pólvora – que permiten al operador disponer de un poder efectivo de detención no letal (Castro 2007,140). Si este tipo de unidades de carga es utilizado en una distancia corta puede generar heridas y efectos letales en una persona. Su utilización tiene asidero en los procedimientos realizados por funcionarios encargados de hacer cumplir la ley y el orden en un escenario de control de multitudes.

Imagen 2

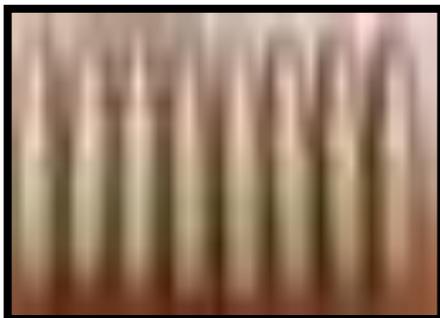
Cartuchos de fogeo, calibre 7.62 mm de estructura plástica de diferentes fabricantes



Elaboración: por el autor

Imagen 3

Cartuchos de fogeo, calibre 7.62 mm de estructura metálica de diferentes fabricantes



Elaboración: por el autor

La denominación de “armas de fogeo” es un error de génesis del concepto englobante de tales artefactos, siendo lo adecuado “armas de fuego con utilización de cartuchos de fogeo”.

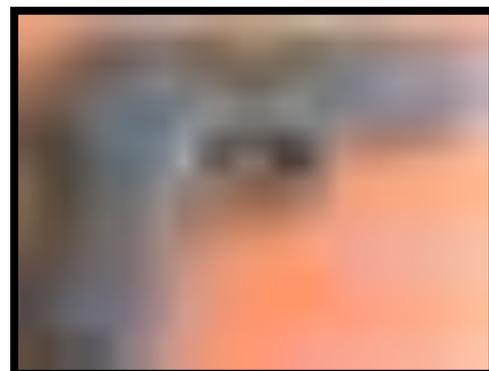
Armas neumáticas

Son “[...] aquellas que utilizan la energía producida por un violento desplazamiento de aire al ser liberado un pistón, para impulsar un proyectil. Dicha energía también puede encontrarse comprimida en un recipiente conteniendo gas comprimido” (Castro 2007, 9). En el mismo sentido, su accionar se soporta en un mecanismo a base de aire contenido dentro de cilindros a presión o gas (Guzmán 2018, 65) y su objetivo consiste en expulsar un proyectil conforme a la trayectoria deseada por el tirador.

Las armas neumáticas se basan en otros medios diferentes a la relación percusión-explosión para cumplir con su función de proyectar un objeto fuera de la boca del cañón. El dióxido de carbono (CO₂) y el nitrógeno son la fuente de energía para cumplir con su objetivo. Se debe considerar que también existen armas neumáticas de bombeo múltiple o único en el cual la compresión del aire dentro del depósito se efectúa mediante el movimiento repetitivo de una palanca que forma parte de la estructura del arma (Chiviló 2008, 87).

Imagen 4

Arma neumática, calibre 4.5 mm con una cápsula de dióxido CO₂ de 12 gramos, costado derecho



Elaboración: por el autor

⁶ Serie de cañonazos consecutivos y sin bala disparados en señal de honores o saludos (Real Academia Española s.f.).

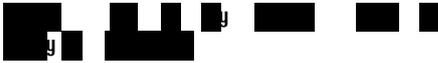


Imagen 5

Arma neumática, calibre 4.5 mm con una cápsula de CO₂ de 12 gramos, costado izquierdo



Elaboración: por el autor

En este tipo de armas se encuentra una variedad de modelos y tipos, armas cortas y armas largas de un solo tiro y repetición, así como también, armas que impulsan el balín o perdigón de manera distinta.

Legislación ecuatoriana

En la normativa legal ecuatoriana se encuentra vigente la Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de Armas, Municiones, Explosivos y Accesorios que no contiene, precisamente, una definición respecto a las armas de fuego, fogueo y neumáticas. Sin embargo, la ley determina que le corresponde al “[...] Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas determinar las características, calibres y más especificaciones técnicas de las armas de fuego, municiones, explosivos y accesorios, para uso militar, policial y paramilitar de organismos públicos, privados y más personas jurídicas o naturales” (Ministerio de Defensa Nacional 2021, 6).

Desde esta perspectiva, el Ministerio de Defensa Nacional expidió el Acuerdo Ministerial N° 096⁷ de 2021 que contiene en su anexo B un

⁷ Ministerio de Defensa Nacional, Expedir los Requisitos para la Obtención y Renovación de autorizaciones, permisos y más Servicios Contemplados en la Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de Armas,

glosario de términos que ofrece nociones al respecto, entre ellos:

Arma de fuego: Se entenderá como toda arma portátil que tenga cañón, este concebido para lanzar o pueda transformarse fácilmente para lanzar un balín, una bala o un proyectil por la acción de un explosivo. Las armas se clasifican según la longitud del cañón (cortas y largas) el tipo de ánima (lisa y rayada) tipo de proyectil (único o múltiple) y por la modalidad de la carga (ante carga y retrocarga).

Arma detonadora (fogueo y traumática): Instrumentos de forma y dimensiones diversas, destinados a NO lanzar violentamente ciertos proyectiles al espacio. Su deflagración es a través de pólvora.

Arma neumática: Instrumento que funciona mediante aire comprimido sea por Co₂ ó N₂ y su letalidad depende de la distancia adecuada el tipo de munición autorizada o sustancia permitida.

Tal acuerdo también contiene la definición de arma letal y arma no letal cuya diferencia radica en la letalidad de su uso: la primera tiene la capacidad de generar la muerte y herir a una persona, mientras que, la segunda, no es letal, no genera fatalidades y lesiones permanentes. Así, también, se encuentra el arma de fuego no letal traumática, que son: “Instrumentos de baja letalidad que no generan la muerte, pero sí pueden causar una lesión o un trauma que puede comprometer la integridad física de una persona”.

Este tipo de armas, aunque están concebidas para no causar la muerte, en el caso que su ejecutor no la utilice de manera adecuada o no posea la capacitación e idoneidad para tales efectos, puede causarla o generar lesiones graves en áreas sensibles como los ojos, desencadenar una reacción alérgica, inducir a traumas u otros efectos letales (Armament Research Services [ARES] 2022, 109).

Metodología

En el presente artículo se esgrimen los preceptos adheridos en el tipo de investigación

Municiones, Explosivos y Accesorios y su Reglamento; así como la clasificación de las armas y sustancias químicas y biológicas controladas



cuantitativa que se instauran en la lógica y proceso inductivo, es decir: exploran y describen conceptos para posterior generar perspectivas teóricas (Hernández, Carlos y Pilar 2010, 9). Se consideran las definiciones propuestas por los expertos anteriormente señalados, en oposición a la normativa legal vigente y, a su vez, las implicaciones que esto tiene en el quehacer criminalístico en Ecuador. Se parte de la difícil tarea de operativizar los conceptos.

Discusión

Las armas de fuego, de fogeo y neumáticas tienen un objetivo, características propias, una forma de carga y descarga, y tipos de cartuchos utilizados que las hacen diferentes la una de la otra. No obstante, en la legislación ecuatoriana, desde el ámbito penal, estos artefactos pueden ser utilizados para atacar, defenderse o como medio para consumar una acción típica, antijurídica o culpable. No existe, al momento, una verdadera definición y limitación acerca de su funcionalidad.

En el mismo orden de ideas, las únicas definiciones que constan en la norma legal están determinadas en el Acuerdo Ministerial N° 096 que, a breves rasgos, contiene similitudes con lo planteado por algunos expertos. Sin embargo, también generan confusión ciertos términos como “lo letal” o “no letal”, o la composición de dos términos como es “arma de fuego no letal traumática” que es un concepto que, dentro del rigor de un procedimiento penal puede inducir al juzgador a un error por su ambigüedad, confusión y contexto.

Para los peritos de la Policía Nacional del Ecuador, las armas de fuego utilizadas con carga de fuego real o fogeo, frente a las armas neumáticas, no tienen una potencial diferencia al momento de ser examinada por el juzgador. Pese a que entre ellas hay particularidades que las hacen diferentes desde el enfoque técnico pericial, esto no es percibido por el magistrado ni por los ciudadanos *a prima facie* ya

que no hace parte del desenvolvimiento normal de sus actividades.

Es así que, personas cargadas de diversas emociones han trasgredido la norma legal, el orden público y la convivencia pacífica, forjando una anomía al interrumpir de forma abrupta en las actividades de sus semejantes con armas propias e impropias para intimidar, atacar y en el peor escenario generar interfectos. El empleo de estas armas ha producido el 55.30 %⁸ de la carga delictual en el Ecuador en lo que va del año. En un estudio publicado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (2019, 18) se llegó a demostrar que la actividad delictiva en el período de 1990 a 2017 ha causado más muertes que todas las muertes por conflictos y terrorismo juntos.

Se debe ayudar al órgano jurisdiccional a desentrañar el origen y tipo de armas considerando que la administración de la justicia toma decisiones basados en la transparencia, exactitud y certeza. El ejercicio propio de la experticia se ampara en el informe pericial realizado por el experto cuyo valor probatorio se soporta en los conocimientos técnicos o científicos, según lo determina el Código Orgánico Integral Penal (COIP) en su artículo 498 sobre medio de prueba.

En el caso particular, será el perito en balística, persona competente, distinta e independiente de las contrapartes y del juez del proceso, quien por sus saberes técnicos y científicos suministrará al juzgador los argumentos o razones respecto a las armas de fuego y demás artefactos utilizados. El informe de este perito se basa en evidencias, es objetivo y verificable, siendo su razonamiento diferente al de otras personas (Martorelli 2017, 131).

El perito está llamado a practicar su trabajo de manera oral en la etapa de juicio. Fundamenta su criterio mediante el conocimiento que tiene de los artefactos usados en un evento delictivo para identificarlo, individualizarlo y caracterizarlo, contribuyendo a la crítica racional del juzgador para dilucidar y limitar el uso del arma y así tomar una decisión basado en preceptos legales, la verdad histórica y jurídica

⁸ Datos obtenidos de la Dirección Nacional de Análisis de la Información de la Policía Nacional del Ecuador, que corresponde

a los delitos caracterizados en el control del mando integral en el periodo comprendido entre enero y junio del año 2022.

Conclusiones

Una vez que han sido identificadas las características de las armas de fuego, fogueo y neumáticas se puede afirmar que la principal diferencia entre ellas radica en el mecanismo que utilizan para lanzar un proyectil hacia el blanco. En el caso de las armas de fuego es necesaria la interrelación de la cápsula fulminante y la percusión sobre esta para ejecutar la ignición de la pólvora, generar gases y producir el disparo. A diferencia de las armas neumáticas cuyo accionar se sustenta en la energía producida por la compresión del aire y de gases que pueden estar contenidos en recipientes prestablecidos. En las armas neumáticas puede mediar la acción del tirador para bombear aire al interior del arma y así, cumplir con el objetivo de lanzar el proyectil hacia el blanco deseado.

La diferencia sobre cada tipo de arma analizada por el perito en balística, descrita en el informe pericial (medio de prueba) y posteriormente presentada, incorporada y valorada en la etapa de juicio, configura una idea razonable para el juzgador durante la audiencia oral de juicio. El juzgador se apoya en la formación de la verdad histórica, que es parte de la verdad jurídica, para desentrañar y dilucidar los acontecimientos y aplicar la justicia.

Bibliografía

- Armament Research Services [ARES]. 2022. *The ARES Arms & Munitions Classification System*. Editado por N. R. Jenzen-Jones. Australia: ARCS. Acceso el 19 de junio de 2022. <https://n9.cl/h11qz>
- Asamblea Nacional del Ecuador. 2014. *Código Orgánico Integral Penal*. Registro Oficial Suplemento N° 180 del 10 de febrero de 2014. Quito.
- Castro, Adrián. 2007. *Tecnología de los armamentos*. Buenos Aires: Centro de Estudiantes de Ingeniería Tecnológica.
- Chiviló, Darío. 2008. *Manual pericial de balística y armamento*. Buenos Aires: García Alonso.
- Consejo Supremo de Gobierno. 1980. *Ley de Fabricación, Importación, Exportación, comercialización y Tenencia de Armas, Municiones, Explosivos y Accesorios*. Registro Oficial 311 del 07 de noviembre de 1980
- Fundación Paz Ciudadana y Asociación Internacional de Análisis Delictuales [IACA]. 2010. *Análisis delictual: enfoque y metodología para la reducción del delito*. Chile: Fundación Paz Ciudadana. Acceso 19 de junio de 2022. <https://n9.cl/xdvix>
- Guzmán, Carlos. 2018. *Tratado de balística, su aplicación a la criminalística*. Buenos Aires: Editorial Bdef.
- Herard, Brian. 2016. Firearms: Gas spring and air weapons. *Wiley Encyclopedia of Forensic Science* n.º 1. 1-6. Acceso 19 de junio de 2022. <https://n9.cl/gel2h>
- Hernández Roberto, Fernández Carlos y Baptista María del Pilar. 2010. *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Martorelli, Juan. 2017. La prueba pericial. Consideraciones sobre la prueba pericial y su valoración en la decisión judicial. *Derechos en acción*, año 2, n. 4. 130-139. DOI: <https://doi.org/10.24215/25251678e051>
- Ministerio de Defensa Nacional. 2021. Acuerdo Ministerial N° 096 Expedir los requisitos para la obtención y renovación de autorizaciones, permisos y más servicios contemplados en la Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de Armas, Municiones, Explosivos y Accesorios y su Reglamento; así como la clasificación de las armas y sustancias químicas y biológicas controladas. Registro Oficial Suplemento N. 425 de 6 de abril de 2021. Quito.

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito [UNODC]. 2019. Estudio mundial sobre el homicidio. Resumen ejecutivo. Viena: UNODC. Acceso 19 de junio de 2022. <https://n9.cl/td2dc>

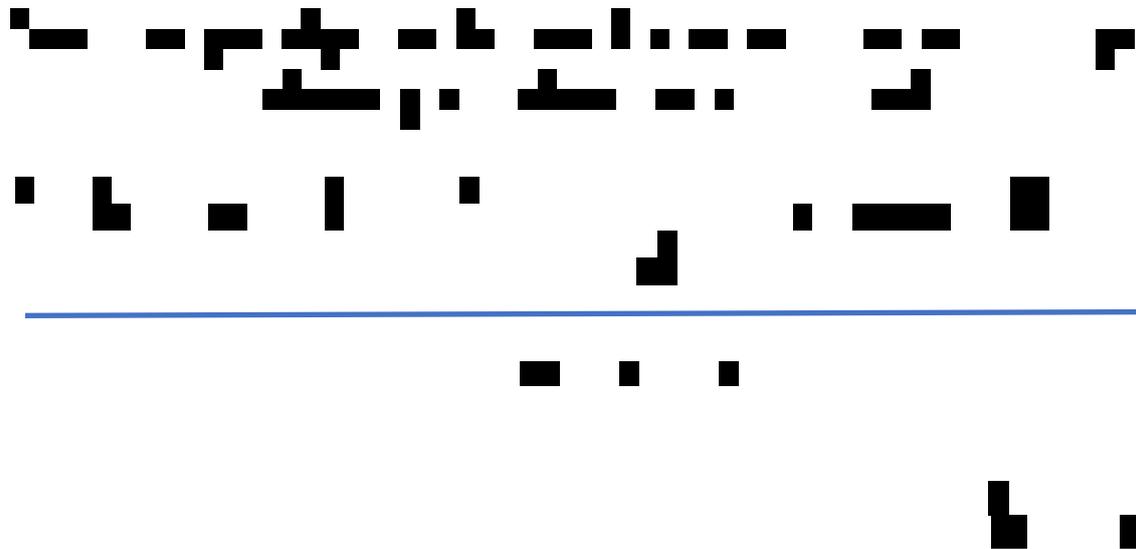
Ortiz, Cristian. 2020. Estudios que corresponden a la balística exterior. *Archivos de Criminología, Seguridad Privada y Criminalística* n.º 25. 3-14. Acceso 19 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/f721n>

Real Academia Española. 2014. *Arma*. Acceso 19 de junio de 2022. <https://dle.rae.es/arma>

Small Arms Survey. 2011. Estimación de las armas de fuego. *Small Arms Research Notes* n.º 9. 1-4. Acceso 19 de junio de 2022. <https://n9.cl/mki0a>

The Association of Firearm and Toolmark Examiners. 2013 AFTE. *Glossary 6th Edition*. Acceso 19 de junio de 2022. <https://afte.org/resources/afte-glossary>

Vidrio, Cibrián. 2007. *Balística técnica y forense*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.



Resumen

La proyección hacia un nuevo paradigma en la identificación de armas de fuego implica recorrer el panorama general fundamental de la disciplina para conocer inicialmente la base científica que ha sido expuesta y demostrada en ensayos empíricos realizados por más de 100 años; por ello, en este artículo se utiliza un enfoque cualitativo para describir el método estándar aplicado por el examinador en la evolución de la evidencia, el soporte teórico promulgado por la Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (AFTE por sus siglas en inglés) y su escala de conclusiones. Asimismo, se expone los cuestionamientos realizados a la fundamentación científica de la disciplina en los últimos años, el origen de tecnologías emergentes que surge de esa crítica para complementar la evaluación subjetiva de la evidencia con valores estadísticos, como alternativa que minimice la influencia del sesgo cognitivo. Finalmente, se promueven estrategias para proyectar la acreditación de los laboratorios.

Palabras claves: armas de fuego artesanales; criterio de identificación; evaluación de evidencia; método estándar; tecnología emergente; teoría de identificación.

Abstract

The projection toward a new paradigm in firearms identification involves going through the fundamental overview of the discipline to initially know the scientific basis that has been exposed and demonstrated in empirical tests conducted for more than 100 years. This article uses a qualitative approach to describe the standard method applied by the examiner in the evolution of the evidence under the theoretical support proposed by the Association of Firearms and Toolmark Examiners (AFTE) and its scale of conclusions. The questions made to the scientific foundation of the discipline in recent years are presented, as well as the origin of emerging technologies that arise from this criticism to complement the subjective evaluation of evidence with statistical values as an alternative that minimizes the influence of cognitive bias. Finally, strategies to project the accreditation of laboratories are promoted.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador. Jefe del grupo Balística de la Jefatura Zonal de Criminalística del Distrito Metropolitano de Guayaquil. nelson.solis@policia.gob.ec.  <https://orcid.org/0000-0002-8902-5751>



Key words: handmade firearms; identification criteria; evidence evaluation; standard method; emerging technology; identification theory.

Introducción

La identificación de las armas de fuego, como lo afirma la AFTE, es una disciplina de la identificación de marcas de herramientas² que tiene por objeto determinar si un proyectil,³ vaina o cartucho (no accionado) fueron disparados por un arma de fuego⁴ en particular. Esta disciplina se encuentra enraizada en el método científico y ha sido aplicada en varias investigaciones empíricas desarrolladas por examinadores⁵ de armas de fuego durante más de 100 años, entre ellas, en la publicación de Grzybowski *et al* (2003). Se ha corroborado la hipótesis: una marca de herramientas podría identificar individualmente a la herramienta específica que la produjo. El resultado de los estudios conllevó a la Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramienta a conmemorar en 1992 la teoría de la identificación de AFTE⁶ para explicar la teoría básica que fundamentara las opiniones de origen común a las que arribe el examinador (AFTE Committee for the Advancement of the Science of Firearm & Toolmark Identification 2008).

La teoría de la identificación articuló los principios que sustentan el método de “comparación de patrones” utilizado por los examinadores para determinar si existen suficientes similitudes entre las marcas producidas por las armas de fuego. Base científica ampliamente aceptada por la comunidad forense abocada a esta disciplina que se expuso a escrutinio en el reporte de la Academia Nacional de la Ciencia (NAS, por sus siglas en inglés) publicado en 2009 y en el informe del Consejo de Asesores del Presidente en

Ciencia y Tecnología de Estados Unidos (PCAST, por sus siglas en inglés) de 2016. Documentos que revizaron los fundamentos científicos⁷ de la disciplina, métodos y prácticas utilizadas, así como, los vacíos o lagunas de conocimiento existentes en la identificación de armas de fuego (National Institute of Standards and Technology [NIST] 2020).

El informe de la NAS expone la preocupación respecto a la base científica en la que se apoya la disciplina y que ha sido definida en el informe del PCAST bajo dos parámetros críticos: validez de los fundamentos y validez de la aplicación. La validez fundamental se refiere a que el método utilizado por el examinador se haya expuesto a estudios empíricos controlados y realizados por distintos grupos de expertos para el uso pretendido (identificación de la fuente productora de la marca comparada). Se debe demostrar que el método es reproducible,⁸ repetible⁹ y que proporciona estimaciones válidas sobre la precisión del método (tasa de error) (Vázquez 2022). Complementariamente, la validez de aplicación se refiere al estándar científico. El examinador al aplicar el método, considerado como válido, debe fundamentar sus afirmaciones en investigaciones empíricas y, con base a estas, demostrar la precisión del método y fuerza de la identificación propuesta (Mattijssen *et al* 2020).

Este artículo no pretende validar los métodos ni las herramientas utilizadas por la disciplina, como tampoco, profundizar en las observaciones realizadas en los reportes de la NAS y del PCAST. No obstante, si referenciarlos como motivante del desarrollo tangible de la disciplina para exponer la visión general de la identificación de armas de fuego, los avances plausibles alcanzados hasta la actualidad (varios derivados de la crítica realizada a la base científica), las

² AFTE (s.f.) afirma que la identificación de marcas de herramientas es una ciencia aplicada ya que trata de responder, explicar y predecir, mediante la investigación empírica, el conocimiento de las ciencias básicas (física, metalurgia, entre otras) –en cierta medida las ciencias formales (estadística) – la hipótesis de que una marca de herramienta podría identificar a la herramienta específica que la produjo (Grzybowski *et al*. 2003)

³ Proyectil: es la bala de un cartucho de arma de fuego que ha sido disparada.

⁴ Se considera a un arma de fuego como una herramienta especializada (AFTE s.f.).

⁵ Examinador: para el caso que incumbe se trata del sujeto con el conocimiento y experiencia en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas.

⁶ Se puede consultar en: <https://afte.org/about-us/what-is-afte/afte-theory-of-identification>

⁷ Revisión de fundamentos científicos: es un estudio que busca documentar y evaluar el conocimiento confiable y establecido que respalda y sustenta los métodos de una disciplina (National Institute of Standards and Technology [NIST] 2020).

⁸ Reproducible: profiere que el fenómeno puede ser medido el número de veces por el mismo método.

⁹ Repetible: implica llegar a iguales conclusiones las veces que se utilice el mismo método.





cuestiones metodológicas que se requiere para mejorar la respuesta del perito y, especialmente, la información articulada que puede servir de guía metodológica para el examinador de armas de fuego en Ecuador.

Metodología

El enfoque utilizado en este artículo es cualitativo ya que expone la perspectiva sobre la situación actual de la disciplina en mención, partiendo de una revisión bibliográfica de las cuestiones vinculadas a la identificación de armas de fuego, así como, el desarrollo y la aplicación de procedimientos que aborden la gestión de calidad sobre el producto pericial expedido. Es cualitativa porque mediante un proceso inductivo se pretende describir el panorama actual de las armas de fuego, las observaciones realizadas a la base científica y los resultados del estudio descriptivo propuesto.

Discusión

Panorama general fundamental de la identificación de armas de fuego

La identificación de las armas de fuego se basa en el principio de unicidad y en el mecanismo subyacente que originan las marcas de herramientas, esto es, el objeto de mayor dureza (la herramienta) impartirá sus marcas o características al entrar en el objeto más blando (pieza de trabajo) al interactuar con este. La reproducibilidad y existencia de diferencias en la superficie de las herramientas constituyen las proposiciones hipotéticas sobre las que se basa la identificación de marcas de herramientas.

La primera proposición formula que diferentes herramientas dejan marcas que rara vez mostrarán una coincidencia suficiente que lleve a un examinador calificado a concluir en una identificación errónea (falso positivo). La segunda plantea que, la mayoría de los procesos de fabricación involucran la transferencia de marcas cambiantes o aleatorias en las piezas de trabajo

debido, principalmente, a fenómenos relacionados con el desgaste de herramientas por formación de virutas o por erosión eléctrica/química. Marcas transferidas que pueden seguir cambiando con el tiempo por causa de un mayor desgaste, corrosión, uso normal o abuso del arma de fuego o herramienta (Comité de AFTE para el Avance de la Ciencia de la Identificación de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas 2008).

Las proposiciones profieren implícitamente las limitaciones de la disciplina que, en cierta medida, se relacionan con los métodos utilizados en la fabricación de armas de fuego, con la producción de componentes (estriado del cañón, aguja percutora y otros) fabricados consecutivamente por la misma herramienta, con los métodos aplicados para elaborar el estriado del cañón, en la dureza del metal (aleaciones) de las herramientas y piezas de trabajo, con las características morfológicas y estructurales de la munición, con las características estructurales de las armas de fuego manufacturadas de manera artesanal o casera y con la influencia de factores externos relacionados al uso del arma de fuego. Limitaciones que al ser desconocidas o no consideradas por el examinador pueden influir potencialmente en las opiniones que alcance el examinador al finalizar el análisis comparativo.

Generar opiniones de fuente de origen común, requiere preliminarmente que el examinador utilice el método estándar para la identificación de armas de fuego propuesto por el Grupo de Trabajo Científico para Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (SWGUN, por sus siglas en inglés). Esto es, evaluar las características de clase;¹⁰ comparar los patrones formados por las características individuales y de subclase¹¹ en los especímenes utilizando un macroscopio de comparación balística; concluir, si existiere, el cuerdo suficiente entre las características individuales apreciables en las áreas de estudio de los elementos comparados (rango propuestos por la AFTE) y; finalmente, aplicar un proceso de revisión de pares para verificar los resultados alcanzados por

¹⁰ Proyectiles: el calibre, el número de estrias (campos y macizo), el ancho de los campos y macizos, la dirección de giro del estriado.

Vainas del cartucho disparado: se limitan a la impresión del percutor en la vaina, la forma del alojamiento del percutor, el tipo

de proceso de mecanizado utilizado para formar el espaldón (cara del bloque de cierre de la recámara).

¹¹ Revisar tabla 1.



el primer examinador para así minimizar el error (Bolton-King 2016).

Tabla 1

Definición de características de clase, subclase e individuales

Características	Definición
Clase	Características medibles de un espécimen que indican una fuente de un grupo restringido. Particularidades que resultan de factores de diseño determinados antes de la fabricación.
Subclase	Marcas que se pueden producir durante la fabricación y que son consistentes entre artículos fabricados consecutivamente por la misma herramienta.
Individuales	Marcas producidas por las imperfecciones aleatorias o irregularidades de las superficies de corte de las herramientas usadas en la fabricación de los componentes de las armas de fuego o causadas por el uso, corrosión o daño y son exclusivas de esa herramienta con exclusión práctica de todas las demás herramientas.

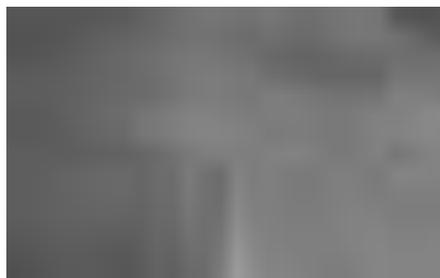
Fuente: AFTE 2013; Giverts y Kokin 2020

La comparación lleva implícita la evaluación compleja de características de subclase en los especímenes comparados para determinar la posible transferencia de estas marcas que, por la potencialidad imitativa como características individuales que poseen, el examinador puede confundirlas y generar resultados que deriven en identificaciones erradas (falsos positivos). Discernir las características de subclase requiere comprender cómo se originan (Nichols 2018). Para ello es imperioso conocer los métodos utilizados en la formación de metales, fabricación de armas de fuego, diseño o elaboración del estriado en los cañones herramientas de corte utilizadas y, sustancialmente, la interacción de la herramienta con el sustrato. Está demostrado en investigaciones empíricas que las mejoras en los métodos, materiales usados (dureza) y el uso de nuevas

tecnologías incrementan la producción de características de subclase (Giverts y Kokin 2020).

Imagen 1

Microrelieves observados en espaldones fabricados consecutivamente de dos fusiles Ruger M77, Mark II (el izquierdo es el primero y el derecho es el sexto en orden de producción).



Fuente: (Giverts y Kokin 2020)



Otro factor que se evalúa en la fase de comparación es la reproducibilidad¹² de las características individuales debido a que las superficies de los componentes del arma de fuego al estar expuestas a factores derivados del uso y abuso pueden provocar en ella cambios graduales no significativos y nuevas características identificativas de un disparo a otro (AFTE 2008). Puede, incluso, generar en disparos sucesivos realizados con la misma arma de fuego, marcas accidentales de vida útil muy corta y marcas con variación en su profundidad como en su posición espacial (Uchiyama 2008). Por lo tanto, para demostrar el grado de similitud que apoye la opinión de fuente de origen común, la intravariabilidad (afectación de la reproducibilidad) es baja, mientras que, la intervareabilidad (diferencia de características individuales entre distintas armas de fuego) es mayor.

Eliminada la posibilidad de influencia de características de subclase y observado la alta reproducibilidad de las características individuales, el examinador interpreta las observaciones realizadas durante el reconocimiento de identificación cognitiva de los patrones de coincidencia en los especímenes comparados e informa el criterio alcanzado a través de un rango de conclusiones. Al respecto, la AFTE¹³ desarrolló una escala de posibles conclusiones¹⁴ con los criterios orientativos que supeditan la interpretación conservadora del examinador a determinadas condiciones de similitud, sea una identificación o concluyente, eliminación o exclusión, no concluyente o inconclusa e inadecuada para el análisis de comparación.

Cambio de paradigma en la evaluación de la evidencia

Un nuevo paradigma se expresa como un cambio de cultura que aborda la evaluación de la evidencia. Evaluación que, como lo afirma

Morrison (2022), se concentra en el análisis de la evidencia y en la interpretación de los resultados alcanzados mediante la aplicación del método estandar implementado por SWGGUN y la teoría de la AFTE en el proceso de identificación. Si bien, son poco conocidos por los examinadores en Ecuador, es imperioso tratarlos para mejorar la confiabilidad de los resultados que se obtengan a través del análisis de laboratorio de las evidencias recabadas de la escena del crimen (Krishna y Rajan 2020).

Si se analiza la identificación de las armas de fuego de fabricación artesanal, aspecto desafiante para la disciplina, no se evalúan en ellas las características de clase porque no poseen estriado en el cañón. Al no cumplirse con la primera fase del método estandar, el examinador recurre a la compleja comparación de las características individuales y evaluación de su reproducibilidad para discriminar la fuente. Bajo esta limitante estructural y metodológica, arribar a una opinión de exclusión o eliminación como fuente productora de la marca o diferenciarla de otras únicamente por características individuales podría ser un error.

Comprendase que el propósito de evaluar las características de clase en un arma de fuego es acotar objetivamente a un pequeño grupo de objetos que poseen las mismas particularidades generales, lo que no se lograría con las características individuales. Más el estudio recaería en el profuso examen de la reproducibilidad y en la amplia comprensión de cómo afectan las características estructurales del arma de fuego y munición en la transferencia de características identificativas a los componentes del cartucho disparado para poder diferenciarlas o establecer el nivel de similitud entre ambas. Por lo tanto, y retomando el ejemplo propuesto, para el análisis de las armas de fuego artesanales, el uso de estándares y la promulgación de procedimientos definidos en un laboratorio solventaría la decisión del experto que puede recaer en cualquiera de los criterios de la escala de

¹² Reproducibilidad: capacidad de replicarse o grado de similitud de las características individuales observable de un disparo a otro en proyectiles, vainas o cartuchos accionados.

¹³ La escala de conclusiones fue expuesta a revisión y consta en el borrador del estándar de la escala de conclusiones realizado por el Subcomité de Armas de Fuego y Marcas de la Organización

de Comités Científicos de Área (OSAC), entidad vinculada al NIST.

¹⁴ La escala o rango de conclusiones propuesta por la AFTE se puede revisar en el siguiente enlace: <https://afte.org/about-us/what-is-afte>



conclusiones de la AFTE, exceptuando la eliminación de la fuente si el examen se realiza sin el arma de fuego.

El cambio de cultura en la identificación de armas de fuego implica reconocer las limitaciones de la disciplina para abordar la evaluación de la evidencia de manera precisa, comprendiendo el método y saber como aplicarlo. No obstante, esto no es suficiente ya que el examinador debe demostrar capacidad y competencia en el reconocimiento cognitivo de los patrones comparados para asumir un criterio de identificación que no puede restringirse o supeditarse exclusivamente a respuestas o conclusiones binarias (se identifica la fuente o se elimina como fuente productora) porque se desconocería las limitaciones de la propia disciplina que, como se dijo anteriormente, se sujeta a las condiciones intrínsecas del espécimen, es decir, a la cantidad, calidad y complejidad de la muestra comparada (NIST 2020).

Objetivos

La identificación de las armas de fuego y marcas de herramientas involucra aspectos resolutivos de subjetividad y no de una medida de cuantificación estandar que pudiere mantener el examinador en la comparación de marcas de herramientas. Tanto la objetividad como la subjetividad están intrincadas en la evaluación de la evidencia, existen disciplinas, como se expone en el reporte del PCAST, que emplean métodos de mayor objetividad que reducen el juicio del humano en la interpretación de los resultados alcanzados, es decir, cierto nivel de subjetividad es inherente a todas las actividades que se desarrollan en las distintas disciplinas científicas (Winburn y Clemmons 2021).

El lector forense debe entender que no existe la objetividad científica pura y que abrazar el mito de la objetividad no significa neutralidad, por el contrario constituye un peligro que puede acarrear percepciones erradas en el lego sobre la evaluación de la prueba (Winburn y Clemmons 2021). La identificación de armas de fuego y marcas

de herramientas, al igual que toda ciencia se apoya en teorías que han sido plasmadas por conocimientos obtenidos de investigaciones empíricas logradas de la aplicación rigurosa del método científica, donde la objetividad y subjetividad han interactuado dentro de un contexto investigativo que ha dado forma a los análisis y conclusiones científicas que alcance la disciplina.

Los aspectos subjetivos de la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas no deben verse como una falla grave, si bien la subjetividad es actualmente inevitable en la disciplina, esta se produce al final de una serie de pasos cuantificables y medibles en el proceso de examen, como es la evaluación de las características de clase (Murdock, y otros 2017). La aplicación de métodos subjetivos en la evaluación de la evidencia ha generado preocupación en el global de las ciencias forenses, como informa el reporte del NAS y PCAST, sobre todo en la manera de emitir los resultados de la comparación usando términos estilizados y sin valor científico en las conclusiones de identificación como: “grado razonable de certeza”, “certeza científica”, “certeza razonable”, “más allá de toda duda razonable” y “con exclusión de todas las demás armas de fuego”. Términos idiosincráticos que no poseen definiciones comunes, ni explicaciones estadísticas o lógicas, más invitan a la confusión del lego por la incapacidad del perito de explicar su criterio de identificación; por lo tanto, los examinadores deben hacer una declaración clara sobre el examen en sí¹⁵, exponiendo las bases de esa opinión, los estudios, las observaciones y las limitaciones. (National Commission on Forensic Science (NCFS) 2016)

Ante lo proferido, es preciso hablar de una transición o cambio de cultura hacia el uso de tecnología emergente con la cual se pretende proporcionar una relación de probabilidad o razón de verosimilitud (likelihood ratio) en las comparaciones realizadas para brindar en las conclusiones una estimación confiable de la incertidumbre con respecto a la fuente de la marca de la herramienta, como es el caso de los microscopios de comparación virtual (VCM por sus

¹⁵ Lo que AFTE precisa como certeza práctica, es decir, el acuerdo suficiente demostrado por la coincidencia de los patrones observados que permite inferir que le arma de fuego disparo esos elementos. No debe incluirse absolutismo no

demostrados aun estadísticamente, por ejemplo: el patrón observado en los proyectiles le corresponde al arma de fuego analizada, con exclusión de todas las demás.



siglas en inglés) para lo cual, el examinador debe comprender que se necesitan conocer dos cuestionamientos: Primero, la probabilidad de que la evidencia recogida en la escena del delito coincida con una muestra obtenida del arma de fuego sospechosa y la probabilidad de que esta coincidencia ocurra por casualidad. Segundo, para estimar estas probabilidades, se deben generar bases de datos adecuadas de proyectiles y vainas, como la base de datos de investigación de marcas de herramientas balísticas del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NBTRD por sus siglas en inglés) de acceso libre y aún en desarrollo (Mejia, y otros 2019), para alcanzar al valor probabilístico de la incertidumbre.

La ayuda de tecnologías emergentes en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas, pretenden calmar el desconcierto generado por los repotes del NAS y PCAST o el escepticismo que se ha planteado alrededor de la disciplina de comparación de patrones, entregando mayor confianza en los resultados y reduciendo la información del sesgo cognitivo como factor de error humano en los análisis de identificación, a través de respuestas que establecen valores probabilísticos como se plantea la Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI) mediante el uso de una escala bayesiana para emitir conclusiones de fuente de origen común. La identificación de las armas de fuego y marcas de herramientas involucra aspectos resolutivos de subjetividad y no de una medida de cuantificación estandar que pudiere mantener el examinador en la comparación de marcas de herramientas. Tanto la objetividad, como la subjetividad, están intrincadas en la evaluación de la evidencia. Existen disciplinas, como se expone en el reporte del PCAST, que emplean métodos de mayor objetividad que reducen el juicio del humano en la interpretación de los resultados alcanzados, es decir, cierto nivel de subjetividad es inherente a todas las actividades que se desarrollan en las distintas disciplinas científicas (Winburn y Clemmons 2021).

El lector forense debe entender que no existe la objetividad científica pura y que abrazar el mito de la objetividad no significa neutralidad, por el contrario, constituye un peligro que puede acarrear percepciones erradas en el lego sobre la evaluación de la prueba (Winburn y Clemmons 2021). La identificación de armas de fuego y marcas de herramientas, al igual que toda ciencia se apoya en teorías que han sido plasmadas por conocimientos obtenidos de investigaciones empíricas logradas de la aplicación rigurosa del método científica, en la cual la objetividad y subjetividad han interactuado dentro de un contexto investigativo que ha dado forma a los análisis y conclusiones científicas que alcance la disciplina.

Los aspectos subjetivos de la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas no deben verse como una falla grave. Si bien la subjetividad es actualmente inevitable en la disciplina, esta se produce al final de una serie de pasos cuantificables y medibles en el proceso de examen, como es la evaluación de las características de clase (Murdock *et al.* 2017). La aplicación de métodos subjetivos en la evaluación de la evidencia ha generado preocupación en las ciencias forenses, como informa el reporte de la NAS y PCAST, sobre todo, en la manera de emitir los resultados de la comparación usando términos estilizados y sin valor científico en las conclusiones de identificación como grado razonable de certeza, certeza científica, certeza razonable, más allá de toda duda razonable y con exclusión de todas las demás armas de fuego. Términos idiosincráticos que no poseen definiciones comunes, ni explicaciones estadísticas o lógicas, más invitan a la confusión del lego por la incapacidad del perito de explicar su criterio de identificación. Por lo tanto, los examinadores deben hacer una declaración clara sobre el examen en sí,¹⁶ exponiendo las bases de esa opinión, los estudios, las observaciones y limitaciones (National Commission on Forensic Science [NCFS] 2016).

Ante lo proferido, es preciso plantear una transición o cambio de cultura hacia el uso de tecnología emergente con la cual se pretende

¹⁶ Lo que AFTE precisa como certeza práctica, es decir, el acuerdo suficiente demostrado por la coincidencia de los patrones observados que permite inferir que le arma de fuego disparo esos elementos. No debe incluirse absolutismo no

demostrados aun estadísticamente, por ejemplo: el patrón observado en los proyectiles le corresponde al arma de fuego analizada, con exclusión de todas las demás.



proporcionar una relación de probabilidad o razón de verosimilitud (*likelihood ratio*) en las comparaciones realizadas para brindar en las conclusiones una estimación confiable de la incertidumbre con respecto a la fuente de la marca de la herramienta. Este es el caso de los microscopios de comparación virtual (VCM, por sus siglas en inglés). Para lo cual, el examinador debe comprender que se necesitan conocer dos cuestionamientos: primero, la probabilidad de que la evidencia recogida en la escena del delito coincida con una muestra obtenida del arma de fuego sospechosa y la probabilidad de que esta coincidencia ocurra por casualidad. Segundo, para estimar estas probabilidades, se deben generar bases de datos adecuadas de proyectiles y vainas, como la base de datos de investigación de marcas de herramientas balísticas del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NBTRD, por sus siglas en inglés) de acceso libre y aún en desarrollo (Mejía *et al.* 2019), para alcanzar al valor probabilístico de la incertidumbre.

La ayuda de tecnologías emergentes en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas pretenden calmar el desconcierto generado por los repostes de la NAS y PCAST o el escepticismo que se ha planteado alrededor de la disciplina de comparación de patrones. Esto entrega mayor confianza en los resultados y reduce la información del sesgo cognitivo como factor de error humano en los análisis de identificación mediante respuestas que establecen valores probabilísticos como lo plantea la Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI, por sus siglas en inglés) mediante el uso de una escala bayesiana para emitir conclusiones de fuente de origen común.

La influencia del sesgo cognitivo y el error humano

¿Con qué frecuencia se equivoca un perito? Difícilmente se podría responder este cuestionamiento propuesto cuando no se halló en Ecuador evidencia que lo exponga. Sin embargo, el error humano y la influencia del sesgo cognitivo en la toma de decisiones del examinador han sido abordados en multiplicidad de investigaciones desarrolladas en otras regiones. Se ha expuesto los

fallos detectados en los laboratorios, en la fundamentación que soporta la confiabilidad de los resultados, en la evaluación de la evidencia inadecuada (Roux *et al.* 2012) y en las opiniones de afirmación del examinador que han sobredimensionado en su testimonio el valor de la prueba exponiendo que sus conclusiones tienen una certeza del 100 % (absoluta) y que tienen una tasa de error de 0 % o insignificante (Vásquez 2022).

La validez de los resultados o la confiabilidad, como lo refieren Mattijssen *et al.* (2020) se mide estableciendo la tasa de error, la cual se determina calculando la capacidad de identificación (sensibilidad) y exclusión o eliminación de fuente (especificidad) que posee el examinador. Los valores de la tasa de identificaciones erradas (falso positivo) y eliminaciones negativas (falsos negativos) establecen la precisión del examinador. Si bien no se halla determinada la tasa de error de la disciplina, estudios empíricos la ubican entre el intervalo porcentual del 0% al 2 % cuando las evaluaciones se realizan en examinadores capacitados. En general, conocer la capacidad identificativa del examinador, potencia la validez aplicada del método y amplía la confianza en los resultados que emite el examinador, la cual se puede medir y conocer a través de evaluaciones de aptitud que pueden ser ejecutadas por los Laboratorios de Criminalística.

Múltiples factores pueden crear riesgos para la validez y confiabilidad de los resultados que obtenga el investigador, el error es uno de ellos. Entre las principales fuentes de error se halla el sesgo cognitivo (Mohajan 2017), muy vinculado con la subjetividad y definida como la inclinación inconsciente de la perspectiva o temperamento del experto hacia un juicio personal o inexacto. Esto puede influenciar o condicionar las interpretaciones del examinador a un determinado juicio de valor que desencadene en una serie de errores dentro de la identificación (Nichols 2018).

Dror (2020) afirma que el primer paso para lidiar con los sesgos cognitivos es reconocer y entender el impacto potencial que puede tener el análisis en un examinador competente. Para ello debe comprenderse sus fuentes ya que hay creencias incorrectas en los examinadores sobre la experiencia, conocimiento y competencia de la



disciplina. Perciben inmunidad al sesgo cognitivo. contruyen en el experto, un espejismo en sus
 La tabnla que sigue describe esas falacias que intervenciones.

Tabla 2

Fuentes y creencias incorrectas

Falacias	Creencia incorrecta
Cuestiones éticas	Les sucede a personas corruptas, poco éticas y malisiosas, una cuestión de integridad personal y carácter personal.
Manzanas podridas	Les sucede a los expertos que no saben hacer bien su trabajo, es una cuestión de competencia.
Inmunidad experta	Los expertos son imparciales e inmunes, no se ven afectados, porque el sesgo no afecta a los expertos competentes que realizan su trabajo con integridad.
Protección tecnológica	El uso de tecnología, instrumentación, automatización o inteligencia artificial garantiza la protección contra los sesgos humanos.
Punto ciego del sesgo	Soy imparcial y no me sesgo; son los otros expertos los que están sesgados.
Ilusión de control	Soy consciente de que el sesgo me afecta y, por lo tanto, puedo controlar y contrarrestar su efecto con la mera fuerza de voluntad.

Fuente: (Dror 2020)

El análisis de las fuentes del sesgo cognitivo estan fuera del alcance de este artículo pero se puede revisar en la referencia de Dror (2020). No obstante, se debe precisar que el sesgo contextual y de confirmación influyen fuertemente en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas. Sesgo contextual que precisa como la decisión del examinador puede afectarse por las influencias externas e internas que aporten información irrelevante sobre la investigación. Por ejemplo, tener acceso al proceso fiscal, conocer la teoría que plantea el investigador del caso (Kassin *et al.* 2013). El sesgo de confirmación, se define como los efectos que generan creencias y expectativas motivadas por un contexto situacional preexistentes de un individuo (propio de una situación) lo que influye en la recopilación, percepción e interpretación de los resultados. Esto provoca un enfoque rígido (visión de túnel) hacia un sospechoso que lleva a los examinadores a buscar y favorecer inconscientemente la evidencia inculpatoria, mientras pasan por alto o descartan cualquier información exculpatoria que pueda existir (Kassin *et al.* 2013).

En esencia, el examinador está constantemente “sintonizado” mediante los “efectos constructivos”, considera ciertos datos e ignora otros tantos a medida que se van recopilando y que respaldan una decisión particular (Risinger *et al.* 2002). Por ello, es necesario establecer estrategias que permitan minimizar la influencia del sesgo cognitivo en las interpretaciones de observador.



Tabla 3

Estrategias que minimizan la influencia del sesgo cognitivo

Estrategias	Contexto de aplicación
Desenmascaramiento secuencial	Consiste en proporcionar únicamente información necesaria para que el examinador intervenga de manera adecuada y confiable en el análisis. Cuando se completa ese paso, se proporciona más información para continuar con el siguiente paso del análisis, considere el método estándar.
Relleno forense	Aplicable en pruebas de aptitud, permite minimizar el sesgo contextual introducido por la evidencia y consiste en adionar un arma de fuego o herramientas similares en la evidencia recibida, cuando se tratare de un arma de fuego o herramienta.
Procesamiento lineal	Puede reducir el sesgo contextual, consiste en evaluar inicialmente la evidencia y posteriormente los especímenes presentados de un arma de fecho sospechosa.
Procesos de laboratorio definidos	Contar con documentación que permite una mejor verificabilidad de las observaciones realizadas y una mejor evaluación de las conclusiones obtenidas como resultado de esas observaciones, aplicación de un proceso de revisión de pares.
Cultura de investigación daría	Implementar estándares que exijan a los examinadores a evaluar y medir objetivamente la evidencia.
Influencias externas mal filtradas	Definir procesos y promover el uso de estándares limitarían la intromisión de entes externos en el análisis de la evidencia. Una alternativa es separar los laboratorios de ciencias forenses de las agencias de aplicación de la ley o de las oficinas de fiscalía.
Influencias internas mal filtradas	Incluye miedo en el lugar de trabajo y demandas de metas (pueden introducir sesgos porque los examinadores están más apurados para cumplir un número determinado de tareas, de modo que no prestan tanta atención a los detalles).

Fuente: (Dror 2020); (Nichols, R. 2018)

Los laboratorios de Criminalística se ven obligados a abordar las pesadas demandas de trabajo de casos que se les imponen con recursos limitados sin la capacidad de abordar necesidades profesionales igualmente importantes (capacitación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología nueva e innovadora) (American Society of Crime Laboratory Directors (ASCLD) 2009). Es una realidad no alejada en Ecuador. Es necesario implementar medidas para acrecentar la confiabilidad de los resultados y promover un cambio de cultura forense, diseñar instrumentos

de competencia con los cuales se demuestre la experiencia del examinador, definir programas de formación basados en competencias que no dependan del tiempo dedicado a la formación (continua, sino, que estén alineados a las normas exigidas por la entidad de educación superior del país y, promover la acreditación de los laboratorios y certificación de los examinadores (Australia New Zealand Policing Advisory Agency National Institute of Forensic Science [ANZPAA NIFS] 2016).



Conclusiones

Los avances en la disciplina de la identificación de armas de fuego son plausibles y marcan un camino a seguir para los examinadores. Si bien, algunas tecnologías están en desarrollo, estas al implementarse ampliamente apoyaría el valor de análisis discriminatorio del experto el que actualmente es de naturaleza subjetiva. La subjetividad presente en el método de comparación no vuelve defectuosa a la disciplina, más requiere un abordaje metodológico para restringir la influencia de aquellas fuentes de error humano directamente relacionadas con ese enfoque, como es el sesgo cognitivo.

El método de comparación de patrones utilizado por la disciplina de identificación de armas de fuego debe ser conocido y constantemente expuesto a ensayos empíricos diseñados con el fin de conocer la validez de aplicación, es decir, la precisión con que el examinador desarrolla el análisis comparativo y emite opiniones confiables, para que esto ocurra, es necesario que los laboratorios de criminalística definan los procesos internos para evaluar las capacidades y competencias de los examinadores, mejoren la formación que recibe el experto y que esta se dirija por especialidades, implemente estándares de gestión administrativa como de evaluación de evidencia y promueva la calidad de los análisis con proyección a la acreditación de los laboratorios y consecuentemente hacia un cambio de cultura en el ámbito forense.

Bibliografía

- AFTE Committee for the Advancement of the Science of Firearm & Toolmark Identification. 2008. "The Response of the Association of Firearm and Tool Mark Examiners to the National Academy of Sciences 2008 Report Assessing the Feasibility, Accuracy, and Technical Capability of a National Ballistics Database August 20, 2008". *AFTE Journal*, 40. 234-244.
- American Society of Crime Laboratory Directors [ASCLD]. 2009. *ASCLD's Comments on the Release of the NAS Report on Forensic Science*. Estados Unidos.
- Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas [AFTE]. s/f. Página web. Acceso el 15/8/2022. <https://afte.org/2022>. *SWGgun Admissibility Resource Kit (ARK)*. Acceso el 7/12/2022. <https://afte.org/resources/swggun-ark>
- Australia New Zealand Policing Advisory Agency National Institute of Forensic Science [Anzpa]. 2016. *A Guideline to Forensic Fundamentals: Identifying the Underpinning Science of Human Based Forensic Science Disciplines*. Anzpa.
- Bolton-King, Rachel. 2016. "Preventing miscarriages of justice: A review of forensic firearm identification". *Science and Justice*, 56(2). 129-142. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.11.002>
- Committee on Identifying the Needs of the Forensic Sciences Community, National Research Council. 2009. *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward*. Washington D.C.
- Dror, Itiel. 2020. "Cognitive and Human Factors in Expert Decision Making: Six Fallacies and the Eight Sources of Bias". *Analytical Chemistry*, 7998-8004.
- Giverts, Pavel, y Andrey V. Kokin. «The Problem of Subclass Features in Forensic Firearms Identification.» *Theory and Practice of Forensic Science*, 92(12). 109-117. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00704>
- Grzybowski, Richard, Miller Jerry, Moran Bruce, Murdock John, Nichols Ron & Thompson Robert. 2003. "Firearm/Toolmark Identification: Passing the Reliability Test Under Federal and State Evidentiary Standards". *AFTE Journal*, 35. 1-34. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3iGYQLS>
- Kassin Saul, Dror Itiel & Kukucka Jeff. 2013. "The forensic confirmation bias: Problems, perspectives, and proposed



- solutions". *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 2(1). 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2013.01.001>
- Krishna Rohith & Sheetal Rajan. 2020. "Conventional and Internal Standards in Forensic". En Deepak Rawtani (Ed.), *Technology in Forensic Science: Sampling, Analysis, Data and Regulations*, 329-340. Alemania: John Wiley and Sons.
- Mattijssen Erwin, Witteman Cilia, Berber Charles, Brand Nicolaas & Stoel Reinoud. 2020. "Validity and reliability of forensic firearm examiners". *Forensic Science International*, 307. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110112>
- Mejia Robin, Cuella María, Delger Dana y Eddy Bill. 2019. "What does a match mean? A framework for understanding forensic comparisons". *The Royal Statistical Society*. 25-28. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2019.01251.x>
- Mohajan, Haradhan. 2017. "Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability". *Annals of Spiru Haret University*, 17(4). 58-82. Acceso el 7/12/2022. <https://mpr.aub.uni-muenchen.de/83458/>
- Morrison, Geoffrey. 2022. "Advancing a paradigm shift in evaluation of forensic evidence: The rise of forensic data science". *Forensic Science International: Synergy*, 5.1-8. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2022.100270>
- Murdock, John y *et al.* 2017. "The Development and Application of Random Match Probabilities to Firearm and Toolmark Identification". *Forensic Sciences*, 62(3). 619-625. DOI: 10.1111/1556-4029.13386
- National Commission on Forensic Science [NCFS] 2016. *Views of the Commission Use of the Term "Reasonable Scientific Certainty"*. NCFS. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3BgvnP8>
- National Institute of Standards and Technology [NIST]. 2020. NISTIR 8225: NIST Scientific Foundation Reviews. Estados Unidos: Department of Commerce. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3uCWlBz>
- Nichols, Ronald. 2018. *Firearm and Toolmark Identification*. Estados Unidos: Elsevier.
- _____. 2018. "Subclass Characteristics: From Origin to Evaluation". *AFTE Journal*, 50(2). 68-88. <https://bit.ly/3P6gh4w>
- Roux Claude, Crispino Frank & Ribaux Olivier. 2012. "From Forensics to Forensic Science". *Current Issues in Criminal Justice*, 24(1). 7-24. <https://doi.org/10.1080/10345329.2012.12035941>
- The Association of Firearm and Tool Mark Examiners [AFTE]. 2022. AFTE Theory of Identification as it Relates to Toolmarks. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3F3TmCq> 2013. AFTE Glosary. AFTE. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3iKRUNR>
- Uchiyama, Tsuneo. 2008. "Toolmark Reproducibility on Fired Bullets and Expended Cartridge Cases". *AFTE Journal*, 40(1). 3-45. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3Hie84a>
- Vásquez, Carmen. 2022. "Presentación de la traducción al castellano del informe del PCAST sobre la Ciencia Forense en los tribunales penales". *Revista Internacional sobre Razonamiento Probatorio*, 3. 275-480. DOI: 10.33115/udg_bib/qf.i3.22743
- Vázquez Rojas, Carmen. 2022. "La fiabilidad de los métodos de las ciencias forenses y el informe PCAST". *Ciclo de conferencias en el marco del concurso escolarizado para la designación de juezas y jueces de distrito especializados en el sistema penal acusatorio*.
- Winburn Allysha & Clemmons Chaunesey. 2021. «Objectivity is a myth that harms the practice and diversity of forensic science". *Forensic Science International: Synergy*, 3. 1-4. DOI: 10.1016/j.fsisyn.2021.100196





INTELIGENCIA

Resumen

La investigación forense presenta una evolución vertiginosa conforme surgen nuevas modalidades del delito que le permite ir a la vanguardia, siendo un aporte fundamental para la administración de la justicia. En la actualidad, prácticamente, de todos los indicios analizados se obtienen conclusiones determinantes sobre su relación directa o indirecta con el hecho investigado. Esto es posible ante el avance de las tecnologías que reemplazó a las pruebas colorimétricas por las técnicas instrumentales. El paso del tiempo y los resultados obtenidos han evidenciado la eficiencia de las técnicas instrumentales pese a sus limitaciones. Entre las técnicas utilizadas se encuentra aquella que permite el análisis de los indicios de origen inorgánico, como los residuos de disparo, mediante microscopía electrónica de barrido con energía dispersa de rayos X (SEM/EDS) que emiten resultados que sirven de elementos de convicción en el esclarecimiento de delitos en el cual se usaron armas de fuego.

Palabras clave: antimonio; arma de fuego; bario; cápsula fulminante; guantes; microscopio electrónico de barrido; plomo; residuo de disparo.

Abstract

Forensic investigation is evolving at a dizzying pace as new types of crime emerge, allowing it to be at the forefront and be a fundamental contribution to the administration of justice. At present, practically all the evidence analyzed yields decisive conclusions about its direct or indirect relationship with the investigated fact. This is possible due to the advance of technologies that replaced colorimetric tests with instrumental relationship with the investigated fact. This is possible due to the advance of technologies that replaced

¹ Sargento segundo de la Policía Nacional, tecnólogo en Criminalística, licenciado en Seguridad Pública y Ciudadana, perito en Documentología, Balística, Identidad Física Humana, especialista en análisis de residuos de disparo mediante microscopía electrónica de barrido, formación de formadores MDT-5114-CCL-350123. hiadrianov@gmail.com. <https://www.linkedin.com/feed/>  <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-5499-6526>.

colorimetric tests with instrumental techniques. The passage of time and the results obtained have shown the efficiency of instrumental techniques despite their limitations. Among the techniques used is the one that allows the analysis of evidence of inorganic origin, such as gunshot residues, by means of scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray (SEM/EDS), which yields results that serve as elements of conviction in the clarification of crimes in which firearms were used

Keywords: antimony; firearm; barium; barium; barium; barium capsule; gloves; scanning electron microscope; lead; gunshot residue; gunshot residue.

Introducción

Entre los avances tecnológicos que han revolucionado a la investigación científica del delito se encuentran las técnicas instrumentales, entre ellas, la microscopía electrónica de barrido (MEB) utilizada para el análisis de micro indicios de origen inorgánico. En la actualidad, los microscopios de barrido son los equipos de mayor funcionalidad en el ámbito forense ya que permiten la observación de los detalles más pequeños y caracterizar superficialmente a los indicios que se puedan localizar en la escena del crimen, sean estos de origen orgánico o inorgánico (Avalos 2006). Respecto al funcionamiento de este tipo de microscopio:

Este instrumento permite observar la topografía de una muestra utilizando los electrones secundarios producidos por la interacción de un haz de electrones de alta energía con la muestra... Los electrones acelerados salen del cañón, y son enfocados por las lentes condensadora y objetiva, cuya función es reducir la imagen del filamento, de manera que incida en la muestra un haz de electrones lo más pequeño posible (para así tener una mejor resolución). En las bobinas deflectoras se produce un campo magnético por una variación de voltaje que deflecta este fino haz de electrones sobre la

muestra, realizando un barrido punto por punto y línea por línea (Avalos 2006)². Traducción propia.

La capacidad de este microscopio es tal que permite observar una partícula de 2 micras a la dimensión de un estadio olímpico sin que pierda sus características intrínsecas. Entre otras ventajas, las técnicas instrumentales no son destructivas. Sin embargo, como todo análisis basado en procedimientos técnico-científicos que buscan mayor exactitud y precisión, el proceso es complejo, pero no imposible. La MEB arroja un resultado objetivo el cual, claro está, no puede ser utilizado como único elemento probatorio del suceso que se investiga, sino, como una parte de un conjunto de elementos de convicción. Según Juan Rodríguez (2019, Pág. 10) estos serán los

[...] medios de prueba utilizados por los órganos del poder público encargados de la persecución penal en la identificación, colección e incorporación al proceso de los distintos elementos de convicción que posteriormente una vez cumplidas las formalidades de ley se convertirán en el acervo probatorio a debatir en juicio y que será apreciado, ponderado y valorado por el juez como rector del proceso.

En Ecuador el uso de estas técnicas instrumentales data del año 2010 con la adquisición del microscopio electrónico de barrido (marca FEI, modelo Quanta 400) para en el Laboratorio de Criminalística y Ciencias Forenses de la Policía Nacional. En la actualidad, el Servicio Nacional de Medicina legal y Ciencias Forenses está a cargo de este microscopio que sigue sirviendo de apoyo en los análisis forenses e investigaciones.

² Que es y cómo funciona el microscopio electrónico de barrido. (s. f.). Equipos y laboratorio de Colombia. <http://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo->

[ampliado/que-es-y-como-funciona-el-microscopio-electronico-de-barrido](http://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-y-como-funciona-el-microscopio-electronico-de-barrido)

Imagen 1

Microscopio electrónico de barrido (marca FEI, modelo Quanta 400)



Fuente: Laboratorio de Criminalística del Distrito Metropolitano de Quito, grupo operativo Evidencia Traza.

Elaboración: por el autor

En Ecuador hay un incremento de los asesinatos con armas de fuego que, obedecen, en su mayoría, al narcotráfico. De acuerdo a las cifras, entre enero y agosto de 2018 hubo 301 homicidios con armas de fuego, en 2019 y 2020 fueron 413 y 459 casos, respectivamente, en el mismo período de estudio. Para 2021 se registraron 1007 casos y hasta agosto de 2022 van 1427 muertes violentas de las cuales el 71 % corresponde por arma de fuego (Primicias 2021). Por tanto, resulta necesario que las instituciones encargadas de la investigación forense estén a la vanguardia de los conocimientos y equipos tecnológicos que ayudan a resolver cada caso en particular.

Entre las responsabilidades periciales en los casos con armas de fuego se encuentra el análisis de los indicios y micro indicios de origen inorgánico que realiza el MEB que ayuda en la búsqueda y detección de partículas características de residuos de disparo o *gunshot residue* (GSR). Este aporte ha sido evidente. De los resultados orientativos de las pruebas colorimétricas se pasó a las conclusiones determinantes del MEB con tan solo una partícula característica de GSR. La incumbencia pericial ya no se enfoca en los restos de la pólvora deflagrada, sino, en los componentes químicos que tienen por origen la capsula fulminante de un cartucho para

arma de fuego que se compone de plomo (Pb), bario (Ba) y antimonio (Sb).

Estos elementos químicos, luego de producirse el disparo, son expulsados con los restos de la pólvora deflagrada que resultan de la aleación del cartucho y otros. La temperatura a la que se somete el interior de la recámara llega a los 300°C. Una vez, en el ambiente, y a efectos de la temperatura exterior, estos elementos tienen la propiedad de fundirse en una sola partícula que conforman el GSR, es decir, una aleación de Pb, Ba, Sb y otros elementos.

El análisis de estos micro indicios, mediante técnicas instrumentales, se basa en la norma ASTM-E1588-20 “Práctica estándar para el análisis de residuos de disparos mediante microscopía electrónica de barrido/espectrometría de rayos X de dispersión de energía” en la cual se estandariza los parámetros y condiciones, para este tipo de técnicas periciales. Ahora bien, esta misma norma señala que,

Este estándar no puede reemplazar el conocimiento, las destrezas o las habilidades adquiridas a través de la educación, la capacitación y la experiencia (Práctica E2917), y debe ser utilizado junto con el juicio profesional por personas con tales conocimientos, destrezas y habilidades específicos de la disciplina (ASTM Internacional 2022, párrafo 4. Traducción propia).

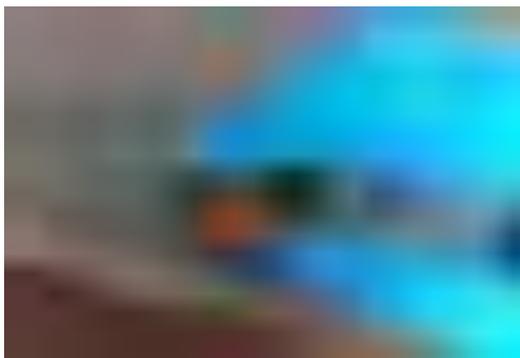
Para demostrar la fiabilidad de esta técnica se realizaron varios ensayos experimentales³ que permiten establecer si, ante el uso de equipos de protección, tales como, como guantes de látex en las manos de un tirador en el accionamiento de un arma de fuego, existe la posibilidad de que partículas o aleaciones producto del disparo entren en contacto con la superficie corporal. El ensayo experimental se basó en controles positivos en los cuales se analizaron dispositivos con micro indicios fijados en la zona dorsal de los dedos índice y pulgar de las

³ El ensayo experimental se realizó tomando por orientación el estudio experimental de Isabel Mata Lemus, química farmacéutica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

manos derecha e izquierda de 5 personas que accionaron cada una, armas de fuego de diferente tipo y calibre. Entre las armas utilizadas se encuentran: una pistola, marca Colt, calibre 9 mm; un revolver, marca Taurus, calibre .38; una escopeta de fabricación artesanal, calibre 12, con cartuchería, marca Santa Bárbara

Imagen 2

Proceso de fijación (recolección) de microindicios



Fuente: Jefatura Subzonal de Criminalística Chimborazo

Elaboración por el autor

Se examinó un total de 30 dispositivos con micro indicios que corresponden a los disparos realizados por 5 personas. Cada persona realizó un disparo por cada una de las armas: 3 armas en total para 3 disparos por persona. Los micro indicios fueron recolectados inmediatamente, 10 y 15 minutos después de haber accionado las armas de fuego, tanto en la mano derecha como en la izquierda. A diferencia de los métodos colorimétricos, este proceso no es invasivo y, por ende, no afecta la integridad física de la persona sometida al muestreo o fijación de micro indicios. Los disparos fueron realizados en ambientes controlados en el área del recuperador balístico del Laboratorio de Criminalística y Ciencias Forenses de la Zona 8.

Metodología

Materiales

- 15 kits con 2 dispositivos para fijación de micro indicios con lámina de carbono y propiedad adherente.

- Guantes de látex o quirúrgicos de diferentes marcas y calidad.
- Armas de fuego: tipo pistola, revólver y escopeta.
- Cartuchería de proyectil único, calibre 9 mm y .38.
- Cartuchería de proyectil múltiple, calibre 12.
- Microscopio electrónico de barrido (marca FEI, modelo Quanta 400).
- *Software* para detección de residuos de disparo (*Gun Shot Residue*).
- Recuperador balístico para armas cortas y largas.

Resultados

De los micro indicios se identificó la composición química, morfología, tamaño y brillo de las partículas detectadas y se cuantificaron considerando el tipo y calibre del arma de fuego. En todos los disparos realizados se encontraron partículas de origen inorgánico, siendo preponderantes las características de GSR en un rango de 22 campos de análisis (12,5 mm) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Partículas características de residuos de disparo localizadas en la muestra de micro indicios

Tipo de arma	Tiempo de recolección	Número de partículas encontradas	Campos analizados
Pistola, marca Colt, calibre 9 mm	Inmediatamente	15	22
Revolver, marca Taurus, calibre .38	10 minutos después	25	25
Escopeta, de fabricación artesanal, calibre 12	15 minutos después	5	55

Fuente: Laboratorio de Criminalística del Distrito Metropolitano de Quito, grupo operativo Evidencia Traza.

Elaboración: por el autor



Imagen 3

Elementos localizados en el dispositivo utilizado para la fijación de microindicios en región anatómica



Fuente: Laboratorio de Criminalística del Distrito Metropolitano de Quito, grupo operativo Evidencia Traza.

Elaboración: por el autor

Espectro 1

Espectrograma de los elementos correspondientes a un residuo característico de disparo compuesto por plomo, bario y antimonio

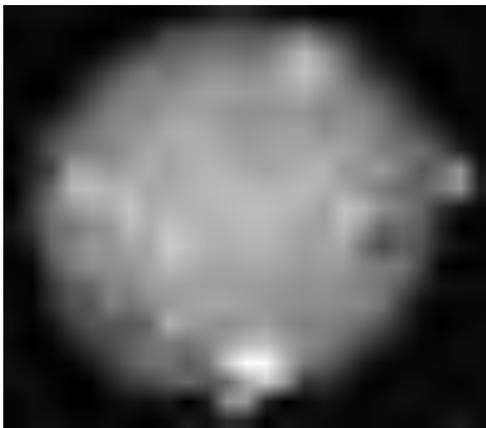


Fuente: Laboratorio de Criminalística del Distrito Metropolitano de Quito, grupo operativo Evidencia Traza.

Elaboración: por el autor

Micrografía 1

Partícula de GSR con la caracterización física y morfológica obtenida.



Fuente: Laboratorio de Criminalística del Distrito Metropolitano de Quito, grupo operativo Evidencia Traza.

Elaboración: por el autor

En cada una de las partículas encontradas se pudo identificar que presentan la composición química, morfología, tamaño y brillo y características de un residuo de disparo.

En el ensayo experimental también se evidenciaron las variables que pueden afectar al número de partículas encontradas durante el muestreo de micro indicios, entre ellos, el tiempo transcurrido entre el disparo y hasta el procedimiento de recolección. Entre las variables se encuentran las actividades que el tirador pudo realizar en el momento del disparo, el procedimiento mismo de fijación de micro indicios – respecto a las condiciones en la que se encontraba la superficie corporal – el lugar y las condiciones en la que se realizó el disparo.

Definiciones

Arma de fuego: es un dispositivo que al accionarse lanza uno o varios proyectiles (dependiendo del tipo de cartucho) sobre un objetivo o blanco previsto. Para esto se aprovecha la expansión de los gases como producto de la deflagración o combustión de las diversas sustancias o compuestos químicos como la pólvora en sus diferentes presentaciones.



Cápsula fulminante: también conocida como pistón, es la parte de un cartucho de arma de fuego que tiene por finalidad iniciar el proceso de deflagración de la pólvora como parte del ciclo del disparo.

Residuo de disparo. Son pequeñas esferas con una morfología irregular, que se forma por la fusión de metales, óxidos metálicos fundidos y otros compuestos de la pólvora y básicamente del fulminante de un cartucho de tipo balístico que se produce al accionar un arma de fuego y realizarse un disparo.

GSR. Del inglés gunshot residues, que, en español, quiere decir residuo de disparo.

Guantes: equipo de protección personal que cubre y protege la mano y, según su utilidad, presenta características propias que van desde una envoltura para cubrir cada uno de los dedos y parte del brazo. Pueden estar fabricados de poliuretano, látex, nitrilo y otros materiales.

MEB: microscopía electrónica de barrido.

STUB: consiste en 2 dispositivos cilíndricos con base plástica color marrón y tapa transparente en cuyo interior se encuentra una ñeeta de aluminio de forma circular adherida a la lámina

Residuo de disparo: conocido como gunshot residues (GSR) son pequeñas esferas con una morfología irregular que se forma por la fusión de metales, óxidos metálicos fundidos y otros compuestos de la pólvora y del fulminante de un cartucho de tipo balístico. Este residuo se produce al accionar un arma de fuego y realizar un disparo.

Conclusiones

- Las técnicas instrumentales para analizar los indicios de origen inorgánico constituyen un aporte de las tecnologías a la investigación forense. De los resultados orientativos que aportaban los métodos colorimétricos se pasó a las conclusiones determinantes.
- La microscopía electrónica de barrido es la técnica instrumental a la vanguardia en la investigación forense. Tiene entre sus

fines periciales el estudio de los dispositivos con micro indicios que corresponden a las partículas características de residuos de disparos.

- La localización de las partículas características de GSR en la muestra de micro indicios recolectada y analizada mediante MEB revelan con certeza que, la superficie se encontraba en el ambiente de la producción de un disparo de arma de fuego, sea porque se accionó el arma o por transferencia directa.

Pero, ¿qué sucede con los GSR si se utilizan guantes de látex o quirúrgicos? La alta temperatura de las partículas al momento de realizar el disparo permite que varias de estas partículas atraviesen la estructura del guante y se depositan en la piel del tirador. La utilización de guantes de látex o quirúrgicos no descarta la presencia de GSR en la zona de la recolección siempre y cuando se cumplan las condiciones ideales de muestreo (fijación) y la calidad del accesorio (guante).

Bibliografía

- Adriano, Ivan. (2019). *La microscopía electrónica de barrido en la investigación forense – el análisis de residuos de disparo*. Riobamba. Editorial: Gráficas Basantes.
- Albarracín, Virginia (2019). *Informe pericial: determinación de residuos de disparos de armas de Fuego por MEB-EDS*. Buenos Aires: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- Amaya, Sol. 2015. Cómo es la técnica para determinar si hay residuos de disparos en una persona. *La Nación*, 20 de enero de 2015. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/sdcyv>
- ASTM International (2022). *Standard Practice for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectrometry*. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://www.astm.org/e1588-20.html>
- Avalos, Tatiana. 2006. *Scanning Electron Microscopy*. Mexico: Centro de Ciencias de la Materia Condensada de la



- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Blog de Derecho. 2020. *Principio de intercambio de Locard*. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/y0svf>
- Maxil, Rogelio. 2021. Validación del método para búsqueda de residuos de disparo de arma de fuego (GSR) por SEM/EDS. *Revista Visión Criminológica- Criminalística* n.º 34. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/q8za3>
- Naranjo Fernando, Tolosa Jonny y Forero Nelson. 2022. Caracterización de partículas de residuos de disparo y de partículas críticas provenientes de procesos industriales y ocupaciones, mediante M.E.B. / D.E.X. *Revista Colombiana de Física* volumen 34 n.º 2. 621-624. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/uu8av>
- Primicias. 2021. Crímenes con armas de fuego han aumentado un 119% en el país en 2021. *Primicias*, 4 de octubre de 2021. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/emalz>
- Rodríguez, Juan. (2019). *El proceso jurisdiccional y la experticia de análisis de trazas de disparo (ATD) como medio de prueba frente al uso de nuevas tecnologías en delitos de homicidios cometidos con armas de fuego*. Trabajo de grado no publicado. Carabobo: Universidad de Carabobo.
- Vila, José y Guillermina Fagúndez. 2019. Aportes de la microscopía electrónica a las investigaciones forenses. Presentación de un caso testigo. *Scientia Interfluvius* volumen 10 n.º 1. 23 - 39. Acceso 22 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/qudfp>



Resumen

Las nuevas tecnologías pueden ser aprovechadas por las ciencias forenses de manera positiva en la confección e ilustración del material probatorio en la investigación criminal ya que aportan herramientas de construcción de la verdad. El presente artículo tiene por objetivo analizar el uso e impacto de varias tecnologías que, si bien no fueron concebidas para la labor forense, ayudan a tecnificar y mejorar la actuación pericial. Se describe de manera breve, pero detallada, las utilidades de estas tecnologías. En este artículo se emplearon dos metodologías: una analítica-comparativa enfocada al estudio y análisis de las nuevas tecnologías y otra práctico-experimental que ayuda a determinar el impacto y pertinencia de estas en la labor forense. El perito debe ser un profesional holístico, polivalente, técnico y generalista. Su trabajo debe apoyarse en las nuevas tecnologías como las cámaras esféricas, drones, realidad aumentada, realidad mixta, entre otros.

Palabras clave: criminalística; ciencias forenses; forense; investigación científica; tecnología; perito; policía.

Abstract

New technologies can be used by forensic sciences in a positive way in the preparation and illustration of evidentiary material in criminal investigation, as they provide tools for the construction of the truth. The purpose of this article is to analyze the use and impact of several technologies that, although not conceived for forensic work, help to technify and improve forensic work. The utilities of these technologies are described briefly, but in detail. Two methodologies were used in this article: an analytical-comparative one focused on the study and analysis of new technologies and a practical-experimental one that helps to determine the impact and relevance of these technologies in forensic work. The expert must be a holistic, versatile, technical and generalist professional. Their work should be supported by new technologies such as spherical cameras, drones, augmented reality, mixed reality, among others.

¹ Teniente Coronel de Policía de Estado Mayor; Jefe de la Unidad Nacional de Investigación Operativa de Criminalística; xavychango@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-9873-3779>

Keywords: criminalistics; forensic science; forensic; scientific investigation; technology; expert; police.

Introducción

El uso de tecnologías en la investigación científica del delito, es una verdad absoluta que no se puede desconocer, pues ellas no se encuentran refundidas en el pozo del secretismo. El perito infundido de la filosofía forense y en cumplimiento de la *lex artis*² debe desarraigar la obsolescencia que intrinca el camino hacia la excelencia y hacer perceptible el uso de las nuevas tecnologías sobre el orbe forense.

El avance tecnológico en varias ciencias ha permitido que la criminalística se fortalezca y, con el transcurrir de los años, se vayan adhiriendo otras disciplinas con el objetivo de encontrar la verdad que se oculta detrás del silencio. Esto permite que la imparcialidad aflore ante quienes administran la justicia y que la información verídica sea entregada a la sociedad quienes exigen que los hechos sean aclarados y los responsables de delitos no permanezcan en la impunidad.

En tiempos pasados a la justicia y la criminalística se las consideraba como magia, clarividencia, un arte adivinatorio y, en algunos casos, una especie de suerte o mentira. Estos hechos hacen parte de una anatema del proceso judicial de antaño que rememoran la forma arbitraria de administrar justicia y funcionan como un recordatorio para que la verdad de los hechos se ampare en las ciencias. Hoy en día, la justicia tiene aliados importantes que son los consejeros que han venido a reemplazar a las voces de los dioses mitológicos: una de ellas es la criminalística, ciencia fáctica que trabaja con hechos científicos, concretos y demostrables que son obtenidos a partir de la observación y se ajustan a una metodología aceptada previamente.

La verdad muchas veces ha sido acallada en favor de la impunidad, arrojada a un precipicio o

colgada del cuello, sin permitir que la palabra sea el hilo conductor hacia la luz de la justicia. En ocasiones, la maldad se ha disfrazado de anonimato. Es por ello que quienes trabajan al servicio de la justicia están llamados a arriar el velo de “nadie” a quienes quebrantan el ordenamiento jurídico. Esta tarea no sería posible sin el apoyo de la ciencia y las nuevas tecnologías que hoy se convierten, no solo en la espada guerrera que empuñan los servicios de la Policía Nacional, sino, que fortifican el invaluable trabajo de los forenses.

La lupa, la lógica y el sentido común utilizadas por célebres investigadores del crimen de la literatura universal como Sherlock Holmes, Auguste Dupin y Hércules Poirot, no son suficientes en el siglo XXI de la innovación y las tecnologías. Los servidores policiales deben mutar para convertirse en los “policías del milenio” que, por una parte, generen vínculos con sus *stakeholders*³ para convertirlos en un aliado y, por la otra, utilicen a las nuevas tecnologías para el cumplimiento de su misión.

Metodología

En este artículo prima el pragmatismo sobre fantasías utópicas futuristas que distan de la realidad. En la actualidad existen muchas tecnologías que no siempre fueron construidas para el uso forense. Sin embargo, quienes realizan el trabajo forense guardan en sus mentes una gran creatividad e innovación inigualable las cuales, muy seguramente, desencadenarán en el hallazgo forense.

Se piensa que el trabajo forense y las herramientas que potencializan dicho trabajo, en muchas ocasiones, consiste en dotar de tecnologías al criminalista de laboratorio y, de manera complementaria, al criminalista de campo. Sin embargo, no siempre se piensa en el trabajo de escritorio que debe realizar el perito y, por ende, el reto de sustentar sus conclusiones ante la administración de justicia con el objetivo de aportar con luz al velado camino de la verdad. De acuerdo

² Concepto que, generalmente, se relaciona con la correcta actuación de los profesionales médicos y jurídicos. Se trata de convertir en un arte su profesión.

³ Involucrados, parte interesada o interesados. Hace referencia a una persona, organización o empresa que tiene interés por otra empresa u organización.

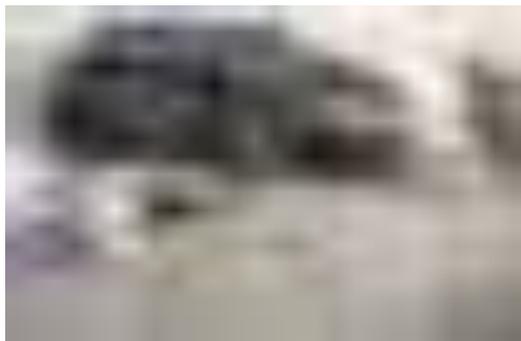
con esto, en este artículo plantea a breves rasgos la importancia del uso de nuevas tecnologías en el ámbito forense, tales como, sistemas aeronáuticos pilotados remotamente (RPAS, por sus siglas en inglés), la fotografía esférica, la realidad aumentada y realidad mixta.

Sistemas aeronáuticos pilotados remotamente

La tecnificación y su globalización permiten hoy por hoy tener variadas disyuntivas para desarrollar un mismo trabajo, pero de manera más eficiente. El procesamiento del lugar de los hechos no escapa de los aforismos forenses contemporáneos, sin embargo, hay que estar preparados para saber usufructuar dichas alternativas tecnológicas.

Fotografía 1

Uso de RPAS en el procesamiento de una escena del crimen simulada



Elaboración: por el autor

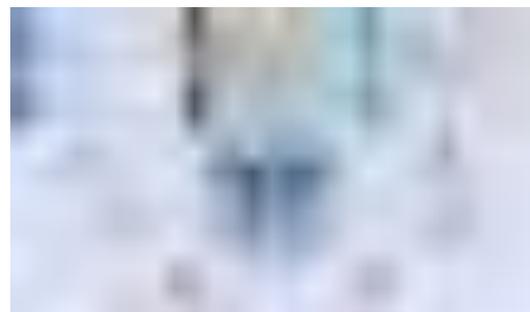
Una de estas novedosas alternativas son los drones, cuyo nombre técnico es sistema aeronáutico pilotado remotamente. En este sentido, Villareal (2015, 8) señala que: “los vehículos aéreos no tripulados brindan realizar funciones que recientemente solo se realizaban con equipos tradicionales, los mismos que demandaban mayores costos de recursos y de tiempo [...] con la introducción de los drones es posible aumentar la productividad”.

Esta tecnología se encuentra al servicio de la policía en varios ámbitos. Uno de ellos el técnico-científico, que ayuda a mejorar la metodología de la investigación forense y, por ende, aporta favorablemente a la administración de justicia. Su uso inadecuado puede conllevar a la pérdida, contaminación, alteración y destrucción de los indicios que, en analogía a un puzzle,⁴ son como piezas de rompecabezas cuya complejidad logra revelar la imagen de la verdad. Entre la utilidad de los RPAS aplicados al trabajo forense se destacan los siguientes:

- Fijación fotográfica aérea del lugar de los hechos
- Fijación fotográfica esférica aérea del lugar de los hechos
- Fijación videográfica aérea del lugar de los hechos
- Reconstrucción de los hechos
- Búsqueda de indicios en lugares de difícil acceso
- Búsqueda y rescate de personas (víctimas y victimarios) mediante el uso de cámara térmica
- Análisis del lugar de los hechos mediante fotogrametría
- Toma de muestras en escenas de alto riesgo o toxicidad química
- Mapeo en tres dimensiones (3D) del lugar de los hechos

Ilustración 1

Preparación y usos de los RPAS en el área forense



Elaboración: por el autor

⁴ Juego de habilidad y paciencia que consiste en recomponer una figura o una imagen combinando de manera correcta piezas planas y de distintas formas.

Esta tecnología simplifica y mejora las actividades del criminalista de campo ya que le permite tener una visión global y detallada de la escena del hecho. Esto mejora la percepción que tendrá la autoridad encargada de administrar justicia. Por otro lado, el lugar de los hechos es como un rompecabezas que tiene sus piezas esparcidas en un área determinada o indeterminada (temporalmente). El trabajo del forense consiste en utilizar su perspicacia, creatividad y tecnologías para conseguir identificar, fijar y recolectar todas aquellas piezas que en muchas ocasiones se encuentran escondidas bajo la sombra del silencio. Empero, si no son identificadas y recolectadas todas o la gran mayoría, será más difícil o imposible recuperar la *alétheia*⁵ que se esconde entre los fragmentos del rompecabezas.

Además de contar con los conocimientos sobre el manejo de un dron y la normativa nacional e internacional vigente al respecto, es imperante conocer los fundamentos e instructivos técnicos para su uso en el lugar de los hechos. Entre los principales aspectos y de manera sucinta se debe tener presente los siguientes:

- Evaluación de la escena y análisis del entorno (factores bióticos y abióticos)
- Medidas de seguridad y restricciones
- Identificación y establecimiento de áreas de control (despegue y aterrizaje)
- Determinar la altitud y distancias mínimas y máximas de vuelo para procesar la escena
- Ángulos y ubicación en lo que se deben realizar la fijación fotográfica y videográfica
- Configuración de la cámara térmica, altitud y distancias adecuadas para tener resultados idóneos. Se tomará en consideración los factores ambientales que puedan influir en el resultado
- Modo de vuelo (fijación videográfica)
- Plan de vuelo
- Procesamiento de imágenes

Inclusive, como resultado del mapeo en 3D del lugar de los hechos se puede conseguir una maqueta a escala mediante impresión 3D que

permitiría apreciar, de manera pormenorizada, cada detalle. Esto contribuiría de manera positiva en la presentación y sustanciación de las conclusiones periciales.

Cámara omnidireccional – cámara 360°

La búsqueda y el encuentro de la verdad no debe ser dejada al azar, para hallarla el perito debe utilizar el instrumento forense más poderoso, moderno e infalible: su cerebro. Las cámaras 360° son una opción económica y práctica para realizar la fijación fotográfica integral de una escena de los hechos. Sus características la convierten en una herramienta indispensable en el trabajo de campo. Con un solo disparo se puede obtener una visión en 360°, captando un innúmero de detalles que una cámara réflex digital no podría hacerlo. Según Wikipedia (2019, párrafo 1. La negrita no es nuestra),

Una cámara omnidireccional es una cámara con 360° de distancia focal en un ángulo horizontal o en un campo visual que ocupe casi el de una esfera entera. Etimológicamente, *omni* hace referencia a "todo" y *direccional* a dirección. Por lo tanto, significaría cámara de todas las direcciones.

En la actualidad es habitual el uso del escáner 3D en el procesamiento de escenas. Sin embargo, el tiempo, la capacitación y el costo limitan su adquisición y uso en los laboratorios de ciencias forenses. La cámara 360° no sustituye ninguna herramienta forense como el escáner 3D o las cámaras réflex digitales, pero, si es la mejor alternativa cuando no se cuenta con un gran presupuesto para adquirirla ya que permite obtener fotografías esféricas de buena calidad. Entre los principales beneficios del uso de cámaras omnidireccionales se encuentran:

- Bajo coste
- Fácil portabilidad y maniobrabilidad
- Simplicidad de uso. No se requiere conocimientos previos

⁵ Es el concepto filosófico que se refiere a la sinceridad de los hechos y la realidad. Literalmente la palabra significa "aquello que no está oculto, aquello que es evidente", lo que equivale a

"es verdadero". También hace referencia al "desocultamiento del ser".



- Múltiples prestaciones en el área forense: procesamiento de la escena del crimen, reconstrucción de los hechos, fotogrametría, entre otros

Ilustración 2

Beneficios de la cámara omnidireccional



Elaboración: por el autor

Con el propósito de simular la experiencia con una cámara omnidireccional se realizó un procedimiento de reconstrucción de los hechos. Se diseñó un casco, que acoplado con una cámara 360°, fue utilizado por uno de los participantes que simuló ser el victimario. También intervino una víctima ficticia. Una vez obtenido el producto de la reconstrucción de los hechos con el uso de la cámara y reproducido con gafas de realidad virtual a un grupo de espectadores, las personas participantes expresaron la sensación de estar en la escena del hecho en un plano realista. Además, expresaron haber percibido aquellos “indicios intangibles”, existentes en los participantes de un hecho delictivo, como son las emociones y sensaciones.

Fotografía 2

Esférica aérea



Elaboración: por el autor

La fotografía y video en 360° revolucionaron la forma tradicional de recabar y presentar la información a la autoridad encargada de administrar justicia, pues estos elementos se convierten en los ojos y oídos del espectador, el cual abandona su posición en el estrado, para trasladarse a aquel espacio que fue el testigo silencioso de la caotización de la paz por parte de aquel perverso “anonymous”⁶. Se debe especificar que para obtener resultados idóneos se debe seguir la metodología forense y cumplir los requisitos mínimos que de manera general se detallan a continuación:

- Evaluación de la escena y análisis del entorno (factores bióticos y abióticos)
- Medidas de seguridad y restricciones
- Identificación de área de control
- Configuración, almacenamiento y conectividad del equipo (mando a distancia)
- Determinar ubicaciones y distancias mínimas y máximas desde las cuales realizar la fijación, reconstrucción fotográfica y videográfica de los hechos
- Instrucciones de coordinación a intervinientes (víctima, victimario y testigos) en el hecho (en casos de reconstrucción de los hechos)
- Procesamiento de imágenes

No se busca que esta herramienta tecnológica sea implementada de manera radical en las actuaciones periciales, sino, que sea un

⁶ El nombre de Anonymous en sí mismo está inspirado en el anonimato que perciben personas o grupos de personas que ejecutan alguna actividad sin revelar su identidad.



complemento de aquellas herramientas que han sido utilizadas tradicionalmente.

Realidad aumentada (RA)

Conseguir que “la montaña vaya a Mahoma” resulta una misión casi imposible en el territorio de las ciencias forenses ya que la autoridad encargada de administrar justicia, generalmente, no posa sus pies en el lugar de los hechos. Sin embargo, la creatividad, innovación y las tecnologías que utiliza el criminalista le permite que Mahoma pueda observar en primera fila los rastros y vestigios que conforman un hecho ilegal. Una de las herramientas que ha ganado terreno en los diferentes ámbitos, especialmente en el educativo, es justamente la RA que es definida por Wikipedia (2022, párrafo 1) de la siguiente manera:

La **realidad aumentada** (RA) es el término que se usa para describir al conjunto de tecnologías que permiten que un usuario visualice parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este. El dispositivo, o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, una parte virtual aparece en la realidad. De esta manera los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real

La RA, como su nombre lo indica, consiste en incrementar la información a una realidad distinta sin distorsionarla. En el campo forense y legal es la realidad lo que estructura la verdad, sin embargo, esa realidad no siempre es clara y requiere el refuerzo de la parafernalia tecnológica para observar sus detalles. Surge, entonces, la duda sobre cómo se inserta o presenta dicha información en el informe pericial.

La duda es esencial puesto que, quienes desempeñan la labor forense, de campo como de laboratorio, saben que el producto final es un informe pericial el cual contiene la compilación de cierta información que no rebasa el texto escrito y las imágenes 2D. En estos informes no se puede incluir información multimedia (fotografía esférica, video en 360°, modelado 3D, entre otros).

Fotografía 3

Gafas de realidad mixta Hololens



Fuente: Laboratorio de informática y robótica de la Udla.

Elaboración: por el autor

Una de las alternativas para solventar dicha imposibilidad es la RA la cual es presentada al juzgador de modo ilustrativo, detallado y convincente el conocimiento y conclusiones periciales de forma innovadora, fidedigna y pragmática. Según Simondón en referencia a las nuevas formas de expresión,

La tecnología exige un medio de expresión diferente de la expresión oral, que utiliza conceptos ya conocidos y que puede transmitir emociones pero que difícilmente pueda expresar esquemas de movimiento o estructuras materiales precisas; el simbolismo adecuado a la operación técnica es el simbolismo visual, con su rico juego de formas y proporciones: la civilización de la palabra deja su lugar a la civilización de la imagen (2008, 117).

En relación con los nuevos enfoques y tendencias forenses, la RA brinda un aporte sustancial para resolver casos criminales. Si interactúa el mundo real con el mundo virtual, sería posible ilustrar el material probatorio en la etapa de juicio de diferentes maneras. Así se enriquecería la experiencia visual y mejoraría el canal de comunicación que deriva en una administración de justicia fundamentada y pragmática. En este orden, resulta pertinente detallar los requisitos mínimos para generar la RA:



- *Software*: programa que toma los datos reales y los transforma en realidad aumentada.
- Marcadores: son básicamente hojas de papel que llevan impresos símbolos o imágenes que el *software* de RA reconoce, interpreta y, de acuerdo a un marcador específico, realiza una respuesta preestablecida, superponiendo información adicional.
- Dispositivo tecnológico: en el caso de computadoras, estas deben tener una cámara y monitor. En teléfonos inteligentes y tabletas, los dos elementos ya vienen integrados en el mismo. La cámara toma la información del mundo real y la transmite al *software* de RA, mientras que, en la pantalla se verá reflejada la suma de lo real y virtual que conforman la AR.

Al referirnos a datos adicionales que puede superponerse a los marcadores o imágenes, se refiere especialmente a información en forma de texto, imágenes, audio, video, planos, objetos 3D, entre otros. En el marco de lo expuesto, las principales áreas forenses en las que se recomienda hacerse del apoyo de la tecnología de AR, sin que esto constituya un discriminador de otra sección no enlistada, son:

- Inspección ocular técnica (reconstrucción de los hechos)
- Balística (trayectorias balísticas)
- Medicina legal (causa y manera de muerte)
- Accidentología vial
- Planimetría forense

Dando respuesta a la inquietud de líneas anteriores sobre cómo se inserta o presenta la información de RA en un informe pericial, la solución sería un informe pericial web multimedia. Este tipo de informes mejoraría y potencializaría los informes periciales tradicionales. Además, se incrementaría la productividad del perito y facilitaría la sustentación de sus hallazgos y conclusiones en el juicio oral.

Sin bien, existen varios *softwares* de AR, se debe ser cuidadoso y tener en cuenta que la información (audio, video, objetos 3D, entre otros) que se pretende incluir en el informe pericial multimedia es reservada. Por tanto, dicha información no puede ser almacenada en una base de datos pública. Esteban Anguita, director de Aumentaty Solutions,⁷ en entrevista realizada, emitió varias recomendaciones al respecto, entre ellas:

- Al ser información reservada es necesario contar con un repositorio digital o base de datos de almacenamiento propio o reservado para el efecto
- Es indispensable la creación de un *software* de realidad aumentada propio que se ajuste a las necesidades y requerimientos institucionales
- El *software* debe tener la posibilidad de uso tanto en computadoras (para las salas de audiencia) como en celulares inteligentes (para uso de perito, fiscal, juez).
- El proyecto debe englobar a instituciones que laboran en el asesoramiento y administración de justicia, tales como, la Policía Nacional, Fiscalía General y jueces del Consejo de la Judicatura. (Anguita, 2017)

Además, se debe tener en cuenta que, para evitar el incumplimiento con el debido proceso, se debe organizar y planificar el procedimiento para la exhibición de la información inserta en el informe pericial multimedia a quienes ejerzan la defensa técnica jurídica de los intervinientes en el juicio.

Realidad mixta (MR)

Detener el tiempo o pasar por encima de él es una de las fantasías humanas que solo era posible en el espacio cinematográfico. Sin embargo, con el advenimiento de tecnologías disruptivas como la Realidad Extendida (XR)⁸ hoy es posible atrapar el tiempo y el espacio en una cápsula digital y evitar

⁷ Empresa especializada en soluciones y experiencias tecnológicas basadas en realidad aumentada, virtual, entornos inmersivos e interactivos y desarrollo de software (<http://www.aumentaty.com/solutions/>).

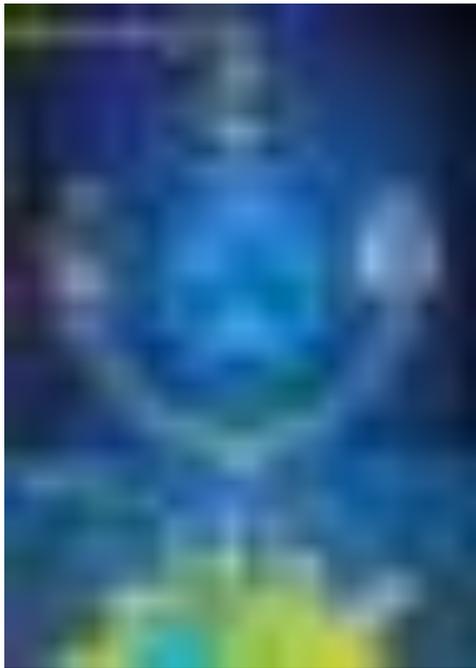
⁸ La realidad extendida, es un concepto que abarca la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta; es la combinación de todos los entornos reales y virtuales junto a las interacciones de humano-máquina generados por computadoras y dispositivos vestibles.



su huida. Esta cápsula puede ser liberada y evidenciar información valiosa. Esta tecnología, pese a que no forma parte de este proyecto investigativo, será en un futuro cercano una de las más poderosas herramientas para el procesamiento de datos en la escena del crimen.

Ilustración 3

Nuevas realidades



Elaboración: por el autor

La MR es una mezcla entre realidad virtual y RA. Microsoft Corporation es uno de los pioneros en esta tecnología con el desarrollo de las gafas HoloLens. El portal web de la misma empresa la define como:

Microsoft HoloLens es un enfoque innovador para interactuar con el mundo y el mundo virtual juntos. ¡Pone al usuario en el centro de un mundo que combina hologramas con realidad, permitiendo el diseño y la configuración de hologramas, proporcionando un medio completamente nuevo para expresar su creatividad! (Black

Marble 2022, párrafo 1. La traducción es nuestra).

Black Marble, quien apoya y desarrolla las soluciones de la plataforma de Microsoft, desarrollaron la aplicación tuServ para que las gafas HoloLens pudieran funcionar. Esta aplicación podría revolucionar la digitalización de la policía moderna ya que tuServ fue desarrollado con oficiales de la policía operativos. En el portal web de dicha empresa se encuentra lo siguiente:

La aplicación Scene of Crime de tuServ crea una forma completamente nueva de acercarse a la escena de un crimen. Con el uso de Microsoft HoloLens, nuestra aplicación le permite colocar marcadores virtuales y recopilar evidencia multimedia sin perturbar la escena física y potencialmente contaminar la evidencia [...] los investigadores también pueden regresar virtualmente a la escena del crimen y ver los marcadores colocados, la evidencia reunida y la malla de objetos capturados (Black Marble 2022, párrafos 4-5. La traducción es nuestra).

En la actualidad, la preocupación de los equipos de inspección ocular técnica de la escena del crimen es evitar la contaminación y alteración de los indicios ya que esto dificulta el trabajo investigativo. Además, el tiempo y el espacio son los principales obstáculos para el forense pues son recursos fugaces que se deben aprovechar ya que, generalmente, se tiene solo una oportunidad para procesar la escena del crimen. La RM podrá otorgarle al forense una segunda oportunidad al respecto, en este sentido. Recreando las cintas futuristas de ciencia ficción, la MR permitirá transportar a Themis⁹ a un tiempo y espacio pasado para que contemple el nacimiento de la verdad.

Discusión y conclusiones

Es preciso resaltar que la visión y reto forense deben orientarse a abandonar la

⁹ En la mitología griega, Themis, representa la justicia y el equilibrio. Suele representarse con la balanza y la espada, y en la mayoría de las ocasiones con los ojos vendados.

obsolescencia y la necesidad que son el lastre que retardan el brote de una nueva generación de forenses. Esto no implica el olvido de las lecciones y avances que han aportado destacados profesionales de las ciencias forenses y permitido elucidar el valioso y meritorio aporte a la administración de justicia. En referencia al informe pericial este “[...] es un medio subsidiario de la inteligencia del juez, auxiliándola al modo como los anteojos auxilian al sentido de la vista” (Ellero, citado por Moreno 2009, 195).

Uno de los principales desafíos del perito, sea de campo o laboratorio, será recopilar todos los fragmentos del puzzle, ordenarlos y contar su historia de manera clara, inmersiva, precisa, gráfica y metódica, no solo para el entendimiento de los magistrados y las partes, sino, para garantizar la defensa en el juicio por parte del imputado. No cabe duda que las ciencias jurídicas, así como las ciencias forenses, aprovecharán de primera mano estas utilidades pese a que la implementación de determinadas tecnologías en el medio aún es incipiente.

El uso de las tecnologías tiene gran incidencia en las disciplinas vinculadas a las ciencias forenses, así como también, una repercusión en las ciencias penales y criminalísticas. Se incorporan de manera positiva en la confección e ilustración del material probatorio en la investigación criminal y aportan herramientas para la construcción de la verdad.

El uso de cámaras esféricas y RPAS en la fijación de un escenario delictivo no reemplazan a la cámara réflex pero ayudan a reforzar este procedimiento. Una vista aérea puede cambiar la idea del cometimiento de un hecho y brindar mayores y mejores elementos al administrador de justicia. Inclusive, dichas herramientas le permitan a una persona posar virtualmente en la escena de la tragedia mediante el uso de gafas de realidad virtual. Y aunque el hecho delictivo no se puede cambiar, si se podrá entender de mejor manera como se desarrollaron los hechos.

La AR y MR son tecnologías que aún están en proceso de desarrollo. El desafío consiste, entonces, en tener una visión prospectiva para su uso y aplicación en el campo forense. La AR, por ejemplo, permite ejecutar una propuesta y ofrecer

información multimedia que se plasma en el informe pericial. Este documento debe sufrir un cambio en su presentación que vaya del tradicional informe impreso a un informe pericial web multimedia. Por su parte, la MR, aunque parece más lejana en el medio ecuatoriano, su uso puede generar un cambio sin precedentes para las ciencias forenses ya que permite el escaneo de un escenario para convertirlo en un modelado 3D. Esto podría ser analizado de manera extendida y detallada en un ambiente controlado.

Ha llegado el momento de promover el uso de las nuevas tecnologías en las ciencias forenses de Ecuador. Cada perito debe fomentar la investigación científica en el ámbito forense con nuevas herramientas que complementen su labor en el campo. El perito debe ser un profesional holístico, polivalente, técnico, generalista, con pensamiento cartesiano que le permita realizar su informe pericial y sustentarlo ante el tribunal. Su trabajo debe orientarse a ser inmersivo, apoyarse de nuevas tecnologías como la AR, la MR, las cámaras esféricas y los RPAS.

El forense está llamado a ser el paladín de la verdad y el adalid que ilumina con objetividad científica el camino de la justicia. Es quien, con pasión empuña la espada de los principios de las ciencias forenses y enarbola día tras día la gloriosa bandera de la filosofía que guía y enaltece la labor forense: verdad, honor, ciencia y justicia.

Bibliografía

- Anguita, E. (15 de mayo de 2017). Uso de AR en informes periciales. (X. C. Llerena, Entrevistador) Skype.
- Enciclopedia Criminalística, Criminología e Investigación. 2010. *Criminología*, tomo I. Bogotá: Sigma Editores.
- Moreno, Rafael. (2009). *La criminalística y la criminología, auxiliares de la justicia*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Simondón, G. (2008). *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Buenos Aires: Prometeo Libros.

Villareal, Joffre. 2015. *Análisis de la precisión de levantamientos topográficos mediante el empleo de vehículos no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos de control*. trabajo de investigación previa obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica Particular de Loja.

Disponible en la URL: <https://www.blackmarble.com/specialisations/microsoft-hololens/>. Consultado el 12 de octubre de 2019.

Wikipedia. 2022. *Realidad aumentada*. Acceso 27 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/cta4>

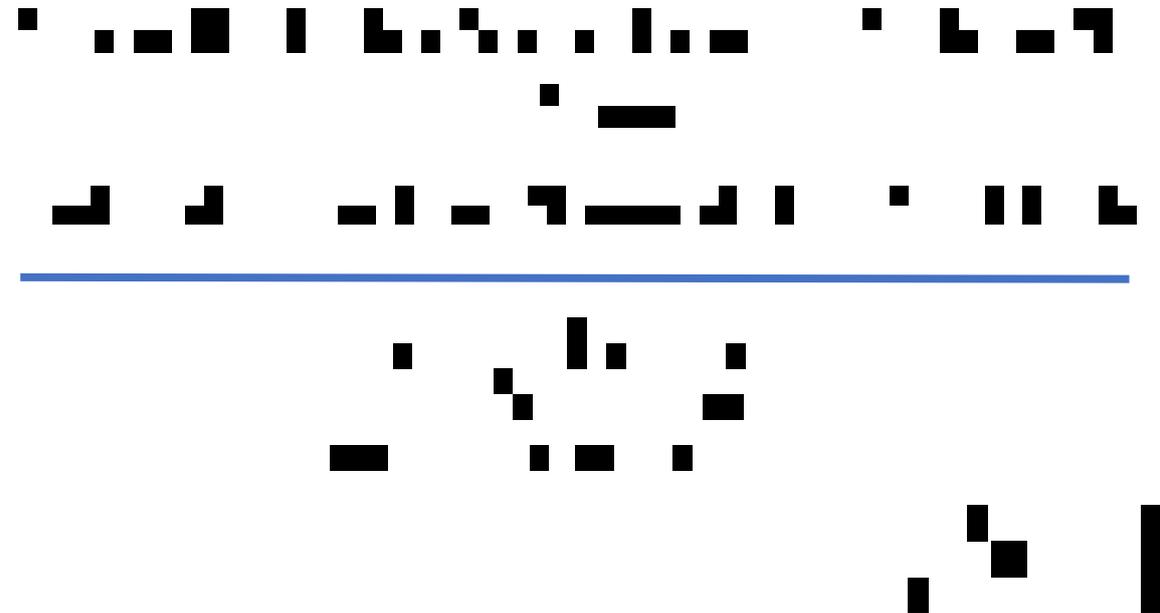
Disponible en la URL: <https://www.blackmarble.com/specialisations/microsoft-hololens/tuserv-scene-of-crime/>. Consultado el 12 de octubre de 2019.

_____. 2019. *Cámara omnidireccional*. Acceso 27 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/mge4w>

De Luca Stefano, Navarro Fernando y Cameriere Roberto. 2013. La prueba pericial y su valoración en el ámbito judicial español. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología* n.º 15-19. 1-14. Acceso 27 de septiembre de 2022. <http://criminnet.ugr.es/recpc/15/recpc15-19.pdf>



**EDUCACIÓN,
DESARROLLO E IDENTIDAD**



Resumen

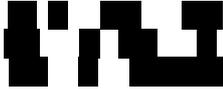
La ciencia se encuentra al servicio de la seguridad integral, servicio que se refleja en la implementación y continuidad del trabajo pericial en Ecuador, con altos estándares de eficiencia y eficacia en el descubrimiento del delito y la identificación del delincuente. A lo largo de la historia, varios han sido y son los investigadores que, ocupando ese rol, han utilizado a las ciencias para establecer un procedimiento policial basado en los hechos y no en los dichos que adolecen de objetividad. Esto ha consolidado a los tres pilares de la Policía Científica: Medicina Legal, Accidentología Vial y Criminalística, las cuales, partiendo del análisis metodológico inductivo y deductivo han establecido una filosofía institucional de calidad y respeto a la normativa legal. Estos peritajes se anclan a los procesos judiciales de forma imparcial con veracidad única, forman parte del patrimonio e insignia a nivel nacional del trabajo profesional de sus servidores. Este aporte agrega valor a la cadena de la investigación científica del delito teniendo como estandarte el uso del derecho y la razón.

Palabras clave: ciencia; historia; legal; calidad; servicio; perito; policía.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador. Magíster en Criminología Aplicada, especialista en Investigación Científica del Delito, licenciado en Criminalística, licenciado en Ciencias Policiales, perito en Balística, jefe del Departamento de Innovación Desarrollo, Investigación y Análisis de la Información y jefe del Área de Capacitación de la Dirección Nacional de Investigación de Policía Científica. oscaritocifuentes@hotmail.com.  : <https://orcid.org/0000-0003-2251-9500>

² Mayor de la Policía Nacional del Ecuador. Magíster en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Medio Ambiente, RSC y PRL, especialista en Criminalística, licenciado en Ciencias Policiales, perito en Documentología, jefe del Departamento de Apoyo Operativo de la Dirección Nacional de Investigación de Policía Científica. sandovalluis555@gmail.com.  : <https://orcid.org/0000-0003-2453-7358>

³ Cabo Primero de la Policía Nacional del Ecuador. Jefa del Departamento de Comunicación Organizacional Estratégica de la Dirección Nacional de Investigación de Policía Científica. Verodry160488@hotmail.com.  : <https://orcid.org/0000-0003-4897-3891>



Abstract

Science is at the service of integral security, a service that is reflected in the implementation and continuity of expert work in Ecuador, with high standards of efficiency and effectiveness in the discovery of crime and the identification of the offender. Throughout history, there have been and still are several investigators who, occupying this role, have used science to establish a police procedure based on facts and not on sayings that lack objectivity. This has consolidated three important pillars of the Forensic Science Police: Forensic Medicine, Road Accidentology and Criminalistics, which, based on inductive and deductive methodological analysis, have established an institutional philosophy of quality and respect for legal regulations. These expert reports are anchored to the judicial processes in an impartial way with unique veracity, they are part of the patrimony and insignia at national level of the professional work of its servants. This contribution adds value to the chain of scientific investigation of crime, with the use of law and reason as a standard

Keywords: science; history; legal; quality; service; proficient; policeman.

Introducción

En los albores de la historia los investigadores se aferraron a la medicina para dar respuesta a las circunstancias que rodeaban una muerte. Posteriormente, surge otra ciencia: la criminalística, al desprenderse de la medicina legal sigue su propio camino, historia, conceptos y métodos, integrando varias ramas como la papiloscopia, balística, documentología, inspección ocular técnica de la escena del delito, entre otras.

El futuro se proyecta prometedor para gente comprometida. Los conocimientos forjados y experiencias de 61 años de historia dan cuenta de lo difícil del camino, pero gracias a los técnicos visionarios hoy es posible concebir el Sistema Integrado de Unidades Periciales de gran desarrollo científico en Ecuador. Este sistema se sustenta en la normativa legal y en la necesidad de conformar

equipos técnicos con capacidad de injerencia en la actividad judicial. Con el objetivo de aunar y articular esfuerzos, acogiendo una directriz global, surge la Policía Científica de Ecuador. Esta Policía tiene por base a la Criminalística, Medicina Legal y Accidentología Vial. La concepción holística de la investigación científica del delito está dando los resultados esperados y se encuentra en el despliegue de su potencial bajo un nuevo paradigma.

La estructura de la Dirección Nacional de Policía Científica surge como una coherente y lógica coalición entre tres unidades existentes en la Policía Nacional del Ecuador que de alguna forma se encontraban dispersas: la Criminalística, con sus ramas o secciones técnicas; Accidentología Vial, que inicialmente era parte de la Dirección Nacional de Tránsito, siendo su razón de ser, más allá de la prevención, la investigación de los delitos de esta índole y; Medicina Legal, como ciencia transversal a las anteriores. En el presente artículo se realiza una revisión histórica de los hitos más importantes y representativos que consolidaron lo que hoy se conoce como Dirección Nacional de Policía Científica.

Metodología

La presente investigación hizo uso de las fuentes inmediatas a la sección de Archivo de la Dirección Nacional de Investigación de Policía Científica. Además, se recopiló información histórica procedente del Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Policía Nacional (Inhepol). De igual manera, se realizó un escaneo evolutivo de la legislación ecuatoriana vigente.

Reseña histórica

Son varios los hechos trascendentales en la historia de la Policía Científica. Estos hitos surgen, según Inhepol (1985), en 1960 cuando la Policía Civil Nacional asumió la responsabilidad de la investigación criminal y consideró para ello a todas las ramas policiales es la que se requería de un conocimiento científico-tecnológico. De esta manera, se le brindó un impulso a la modernización por lo que aumentó el prestigio de la institución policial. Cabe mencionar que, esto fue posible



durante la presidencia de José Velasco Ibarra y contó con la ayuda de su colaborador, Galo Martínez Merchán. Fue en este momento cuando se obtuvo el decreto que asignaba la función de investigación criminal a la Policía Nacional.

Imagen 1

Alianzas estratégicas para la carrera de Criminología del Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional (Isupol)



Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

El primer director del Departamento de Investigación Criminal de la Policía Nacional fue el teniente coronel, Galo Flor Pinto, quien asumió la tarea de organizar, integrar y poner en funcionamiento a este departamento. Este objetivo se consolidó el 1 de diciembre de 1961 y contó con la colaboración de la Agencia Norteamericana de Ayuda para el Desarrollo quien entrega a la institución policial modernos equipos, instrumentos y materiales específicos para la instalación en Quito de un Laboratorio de Investigación Criminal (U.S. Agency for International Development, 2022).

Este laboratorio, dependiente del Departamento de Investigación Criminal de la Comandancia General, inició sus actividades en las instalaciones del edificio policial ubicado en Quito en la intersección de las calles Cuenca y Mideros. Estuvo bajo la dirección del doctor Gonzalo Grijalva Herdoiza, bioquímico y farmacéutico que había completado su especialización de posgrado en Estados Unidos en el Walter Reed National Military Medical Center. El laboratorio contó en el auspicio de la Fundación

Fulbright. Grijalva ejerció funciones hasta 1982 cuando se acogió al retiro, dejando sus conocimientos a una nueva generación de oficiales que continuarían al frente de tan importante labor como lo muestra la imagen que sigue.

Imagen 2

Perito en actividades de química analítica, foto archivo Departamento de Innovación Desarrollo e Investigación de la Dirección Nacional de Policía Científica



Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

En febrero de 1975, de acuerdo con los documentos encontrados, el laboratorio pasó a denominarse Laboratorio Central y Peritajes. Bajo esta denominación continuó funcionando hasta el 18 de mayo de 1984. Dentro de sus actividades periciales se destacaron los análisis toxicológicos, drogas, balística, documentología y dactiloscopia. El edificio policial fue trasladado a la intersección de las calles Ritter y Las Casas.

Primera generación de becarios en Criminalística y Medicina Legal

En 1989 asume la jefatura del Servicio de Medicina Legal el doctor Víctor Hugo Montalvo y se incorporan nuevos médicos al servicio como Marcelo Jácome Segovia, Enrique Santillán, Benito Estadio y Luis Cisneros. El doctor Marcelo Jácome se traslada ese mismo año a Costa Rica donde realiza su posgrado en Medicina Legal bajo



la tutela del doctor Eduardo Vargas Alvarado. Este fue el primer médico legista con posgrado en Ecuador a quien se le otorgó a su retorno, la jefatura del Servicio de Medicina Legal.

En 1984, el entonces capitán de la Policía Nacional, Marco Damián Cuesta Zapata, obtuvo una beca en Argentina para realizar estudios en la licenciatura de Criminalística. A su retorno comenzó una línea de mando con oficiales de línea de la institución policial con formación universitaria en centros superiores extranjeros que, junto a la innovación de las tecnologías en las diferentes áreas técnico-científicas, le permitieron alcanzar un eficiente crecimiento en beneficio de la institución.

Por otro lado, el pionero de la especialidad de investigación de accidentes de tránsito en Ecuador fue el entonces teniente de la Policía, Carlos Morales Chiriboga, quien viajó a Santiago de Chile el 3 de marzo de 1985 a realizar el curso de Investigación de Accidentes de Tránsito en Carabineros de Chile. Luego de obtener su título de investigador, retornó a Ecuador para realizar un aporte fundamental en la historia de lo que hoy se conoce como Unidad de Accidentología Vial.

En 1994 asume la Dirección del Laboratorio Central y Peritajes el mayor de la Policía, Carlos Echeverría Benítez, quien aparece en la imagen 3 junto a uno de sus docentes. En esta etapa se incrementa la tecnología y los recursos humanos, se forman licenciados y peritos en Criminalística varios servidores policiales. Los graduados en el Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina, asumen las funciones de jefes de área de Balística, Documentología e Identidad Humana.

Imagen 3

Capitán de Policía Carlos Echeverría



Elaboración: por los autores

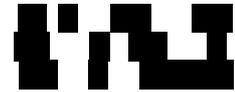
El ocho de junio de 1993, se inician oficialmente las actividades investigativas en accidentes de tránsito en la capital de los ecuatorianos, donde se consolida la tecnicidad investigativa con el primer informe realizado por el señor Capitán de Policía Gonzalo Suasnavas, quien investigó un atropello y muerte en la vía a Papallacta, en el que habría participado como conductor una figura pública de aquel entonces y que, producto del atropello, causó la muerte de dos menores y su madre.

En 1996, el Mando Institucional dispone que un grupo de Policías liderados por el señor Mayor de Policía Tecnólogo en Criminalística Rafael Yépez Cadena, reciban una capacitación en técnicas de exploración de la escena del crimen, Dactiloscópica, Identidad Humana y Fotografía, por parte del Servicio de Inspección Ocular Técnica SCTIP de Francia encabezado por el Coronel Mishel Orth agregado de Policía Científica en el Ecuador, iniciándose de esta manera el Servicio de Inspección Ocular Técnica en la ciudad de Quito, funcionando desde el mes de julio de 1996 y un año más tarde en la ciudad de Guayaquil.

En 1997, las ideas innovadoras del Dr. Marcelo Jácome, hacen posible la incorporación del Dr. En Psicología Jurídica, Ítalo Fernando Rojas Cueva, como Psicólogo Forense, quien hasta la presente fecha brinda su contingente en la Policía Nacional, ostentando actualmente el grado de Mayor de Policía y contando con 35 años de servicio. Además, se logró incorporar a medicina legal oficinas, ambulancias, personal propio y como logro institucional, el Microscopio de barrido electrónico, que fuera donado al Laboratorio de Criminalística.

En el año 2005, se cambia la denominación a Subdirección Técnico Científica, contando con los departamentos de: Criminalística, Medicina Legal y Archivo Central Nacional; además se incorpora el Servicio de Inspección Ocular Técnica a los Departamentos de Criminalística.

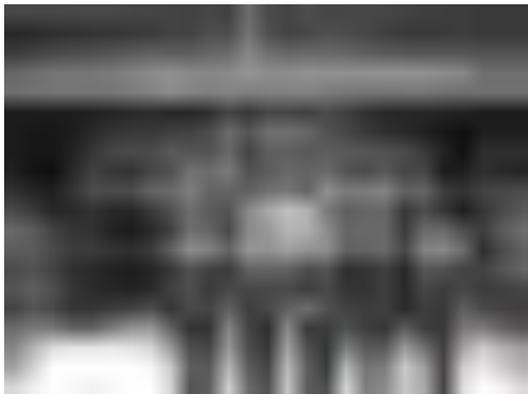
Mediante Orden General Nro. 036, se promulga el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional de la Coordinación Nacional de Criminalística, Medicinal Legal y Ciencias



Forenses, manifestando dentro del mismo que, la Unidad de Criminalística pasa a pertenecer a la Coordinación Nacional de Criminalística, Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Imagen 4

Oficiales Becarios período 2011 -2015, foto archivo Departamento de Innovación Desarrollo e Investigación de la Dirección Nacional de Policía Científica



Fuente: Archivo Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

En 2006 se reformó el Reglamento Orgánico Funcional de la Dirección Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre y se expidió el cambio a Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito mediante Acuerdo Ministerial No. 214 del 6 de septiembre del 2006. La actividad pericial se consolida en 22 provincias.

Discusión

Un hito histórico fue el Acuerdo Ministerial 080, suscrito el 8 de marzo del 2019 (puesto en marcha en febrero de 2021), que crea la Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial, siendo su primer director el coronel de la Policía, Julio Barba Brito. Además, se define la prestación de servicios como nuevo modelo de trabajo de las unidades gestoras de investigación científica. Estas unidades fueron establecidas frente a los requerimientos periciales desde el enfoque de servicio en los diferentes niveles de gestión: estratégico, administrativo y

operativo. Se integran las Unidades Nacionales de Investigación Operativa de Criminalística, Medicina Legal y Accidentología Vial.

La conformación de equipos de trabajo de la Dirección Nacional de Policía Científica, cuyo capital humano se observa en la imagen que sigue, busca estructurar secciones especializadas en los procesos adjetivos sin desviar el enfoque científico, basado en hechos objetivos. Esto permitió la toma estratégica de decisiones a nivel directivos, necesario para solventar los requerimientos que las unidades presentaron mediante los Departamento de Soporte y Apoyo Operativo. El Área de Capacitación realiza la gestión de cursos, seminarios y talleres, consolidando y fortaleciendo las competencias específicas de los peritos. Estos procesos se nutren de los instrumentos metodológicos del Área de Calidad mediante una planificación del gasto como entidad operativa desconcentrada, con recursos económicos propios que permitan el desarrollo de las actividades misionales y alcanzar el éxito esperado.

Imagen 5

Capital humano de la Dirección Nacional de Policía Científica.



Fuente: Departamento de Innovación Desarrollo e Investigación.

Fue necesario, entonces, poseer un criterio unificado, pensar como un todo, con base a la concepción de que el saber científico de uso policial engloba varias aristas, entre ellas: la verificación técnica del delito y el descubrimiento del delincuente, las cuales presentan un campo de acción y confluencia único que se encuentran presente en la escena del delito. Esto permite que





los esfuerzos se orienten hacia la constatación de singularidades que, con la aplicación de una metodología adecuada, permiten el esclarecimiento de los hechos sospechosos, tanto de origen doloso (criminalística y medicina legal) como culposo (accidentología vial y medicina legal).

De acuerdo al artículo 258 del Acuerdo Ministerial 080 de 2019 la misión de la Dirección Nacional de Policía Científica es la de coordinar, supervisar y asesorar la ejecución de la investigación técnico-científica operativa policial en materia de criminalística, accidentología vial y medicina legal. Se deben aplicar los conocimientos, principios, técnicas, métodos y procedimientos estandarizados con la utilización de equipos y herramientas especializadas, proporcionando elementos de convicción, bajo la dirección jurídica de la autoridad competente.

La Dirección Nacional de Policía Científica cuenta con una planta de peritos, altamente especializados en las áreas de Criminalística, Accidentología Vial y Medicina Legal. Su visión es la siguiente:

La Dirección Nacional de Investigación de Policía Científica, hasta el 2026 será un referente a escala nacional, regional e internacional, en el área de investigación forense, a través de la excelencia en formación operacional técnico científica y especialización de su planta de Peritos mediante la aplicación de tecnología de última generación en los procedimientos en la escena de un hecho sospechoso de criminalidad y la presentación de pericias dentro del más alto estándar de calidad y conocimiento, coadyuvando a la Administración de Justicia, y a la reducción de la impunidad (I+D+I Dinitec 2022)

Imagen 6

Peritos revelando huellas con la aplicación de tecnología óptica



Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

Resultados alcanzados por la Nueva Dirección Policía Científica

Para cumplir con las actividades de proyección y misional, los peritos son capacitados constantemente. De acuerdo a la política de trabajo, se requiere que todos los servidores que pertenecen a la Policía Científica puedan ejercer, en algún momento, actividades periciales. El crecimiento de los delitos a los cuales las unidades adscritas de la Dirección se enfrentan representan una oportunidad para generar estrategias tanto en la administración de talento humano como en su especialización. En especial, se ven en la necesidad de fortalecer sus líneas en territorios con alta demanda delictiva como se muestra en las tablas que siguen.





Tabla 1

Histórico de productividad en relación con la cantidad de personal de peritos de la Unidad Nacional de Criminalística, con corte a junio de 2022



Fuente: Departamento de Análisis de la Información.

Tabla 2

Departamento de Análisis de la Información, con corte junio 2022



Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial





Tabla 3

Histórico de productividad en relación con la cantidad de personal de peritos de la Unidad Nacional de Accidentología vial, con corte a junio de 2022

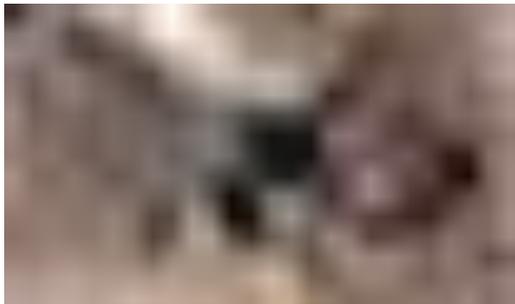


Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

No se debe obviar el hecho de que los principales beneficiarios del trabajo son aquellas personas que por varias razones han sido víctimas de un hecho delictivo. Aquellos quienes, fruto de la violencia tienen un daño irreparable, les abrumba la pena y el dolor. El trabajo imparcial y objetivo se convierte en la actividad misional de la Policía Científica en Ecuador, generando productos periciales que brindan soporte a la investigación. Pese a mantener el mismo personal policial siguen haciendo frente a la gran demanda pericial, tal como se muestra en la imagen que siguen.

Imagen 7

Trabajo pericial búsqueda de restos óseos



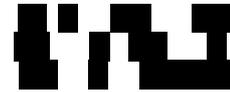
Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

Conclusión

La Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica ha generado un estándar de calidad pericial y constituye un baluarte de la identidad profesional que obedece al profesionalismo de quienes la conforman. Sus procesos son ágiles, cortos y susceptibles de ser mejorados, es el resultado de una organización sólida en principios y valores, de servicio imparcial y aceptación desde sus orígenes. La Dirección es un nicho de crecimiento profesional que permite posicionar a la Policía Nacional en el ámbito pericial con 27 Unidades Operativas de Criminalística, 27 de Accidentología Vial y 5 de Medicina Legal. Más de 1000 hombres y mujeres están comprometidos con la investigación, alcanzando objetivos y conformando el Cuerpo de Investigación de Policía Científica del Ecuador.

Estos resultados están basados en la aplicación de la ciencia y estandarización de normas que generan la implementación de procesos confiables y la certificación de los mismos. Esto se constituye en una ventaja comparativa y





competitiva frente a otras organizaciones en el mismo rol de gestión.

Imagen 8

Perito en sus actividades de atención a los usuarios.

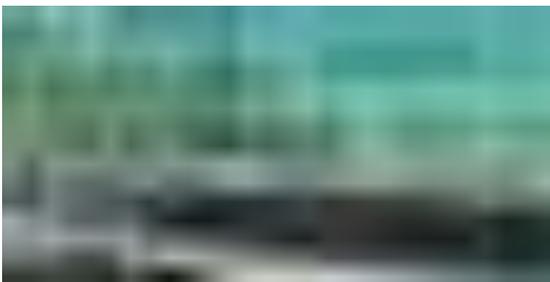


Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

Su filosofía se basa en el trabajo en equipo, el conocimiento científico afianzado y la experiencia de cada uno de los peritos lo cual, en suma, les permite establecer un juicio crítico como elemento fundamental de la actividad pericial. Se debe tener en cuenta la exposición detallada de lo investigado, acción que se realiza de forma constante e incansable en las salas y tribunales de justicia de Ecuador. Este es el valor más significativo ya que ilustra a sus funcionarios en la revelación de hechos delictivos más allá de toda duda razonable al momento de impartir justicia.

Imagen 9

Planta central de peritos del Distrito Metropolitano de Quito, Jefatura Zonal de Criminalística, Medicina Legal, Accidentología vial y Unidad Nacional de Registros y Sistemas Especializados



Fuente: Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica Policial

Es frente a los hechos donde se mide la capacidad del policía y del perito ya que su conocimiento es puesto a prueba en aquellos escenarios en los que se transgrede la ley. El perito brinda respuesta a aquellas personas que han perdido a algún familiar en alguna circunstancia imprevista o prevista. Es sin duda un acto de valentía que solo se mide en su forma de vivir, el apego a sus más fieles convicciones y a la elocuencia de la verdad científica. Con esto la realización de la actividad profesional y policial lleva consigo la satisfacción del deber cumplido.

Bibliografía

- Acuerdo Ministerial 080. 8 de marzo de 2019. Reglamento Orgánico Organizacional por Procesos de la Policía Nacional del Ecuador. Quito.
- I+D+I Dirección Nacional de Investigación Técnico Científica [Dinitec] 22 de septiembre de 2022. Visión de la Dirección Nacional de Policía Científica. Quito.
- Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Policía Nacional [Inehpol]. 1985. Cronología histórica de la Policía Nacional del Ecuador. Quito: Instituto de Estudios Históricos de la Policía Nacional del Ecuador.
- U.S. Agency for International Development. 22 de Septiembre de 2022. *Where We Work*. Obtenido de USAID. Recuperado el 6/12/2022 de <https://www.usaid.gov/es/ecuador>



Resumen

El aprendizaje basado en proyectos (ABP), también conocido como aprendizaje a partir de proyectos (APP), es una metodología activa de enseñanza-aprendizaje que tiene sus orígenes en el constructivismo y cuyo fundamento teórico radica en los aportes de Vygotsky, Bruner, Piaget y Dewey. Estos aportes son esenciales para comprender cómo funciona el cerebro humano, se almacena información y aprende e incrementa los conocimientos partiendo de los saberes o conocimientos previamente adquiridos. Este artículo propone la aplicación de una metodología colaborativa que sitúe a los estudiantes en un posible escenario o una situación real: que pasen a ser los sujetos activos del aprendizaje y centro de la construcción de su propio conocimiento a partir del revelado de huellas latentes de origen dactilar. La metodología utilizada corresponde al ámbito bibliográfico. Se busca que los resultados apunten a la creación y puesta en marcha de un proyecto de utilidad y valor académico para los peritos policiales:

Palabras clave: aprendizaje; educación superior; metodología; modelo educativo; colaboración.

Abstract

Project-based learning (PBL), also known as learning from projects (APP), is an active teaching-learning methodology that has its origins in constructivism and whose theoretical foundation lies in the contributions of Vygotsky, Bruner, Piaget and Dewey. These contributions are essential to understand how the human brain works, stores information and learns and increases knowledge based on previously acquired knowledge or knowledge. This article proposes the application of a collaborative methodology that places students in a possible scenario or a real situation: that they become the active subjects of learning and the center of the construction of their own knowledge from the revealing of latent traces of origin. fingerprint. The methodology used corresponds to the bibliographic field. It is sought that the results point to the creation and implementation of a project of utility and academic value for police experts:

¹ Sargento Primero de Policía del Ecuador (S.P), Docente Externo ISUPOL, Máster Propio en Criminalística y Criminología, jachicot@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-1761-8793>

Keywords: Learning; higher education; methodology; educational model; collaboration.

Introducción

Este artículo propone el uso de un aprendizaje significativo y para la vida mediante la puesta en marcha de un proyecto colaborativo de enseñanza-aprendizaje cuya metodología permita generar procesos adecuados para el correcto tratamiento de revelado de huellas latentes de origen dactilar. Este proyecto, que realiza un aporte técnico y académico en el tratamiento y estudio de la dactiloscopia,² parte de los conocimientos previamente adquiridos sobre teorías científicas de identificación física humana por parte de los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Tecnología Superior en Criminalística del Instituto Superior Universitario Policía Nacional-Ecuador (Isupol 2022).

El proyecto está orientado a la ejecución de investigaciones académicas y revisión de bibliografía mediante la compilación de diversas experiencias, procesos y conocimientos sobre la dactiloscopia. De manera puntual, del procedimiento de positivado de las huellas latentes de origen dactilar que pueden estar estampadas por contacto directo sobre los diferentes tipos de superficies como son el papel, cartón, plástico, vidrio, madera, superficies metálicas de automóviles, entre otros. Esto se evidencia desde la investigación documental, la experimentación directa y el análisis de los resultados obtenidos, junto a la fijación fotográfica permanente, la base teórica de la experimentación y las validaciones de los hallazgos.

Esta serie de procedimientos permiten la compilación de información que es sintetizada en un cuadro demostrativo y ofrece un manejo más adecuado de la metodología de revelado. Esta metodología sirve como guía y herramienta práctica de enseñanza para la correcta aplicación de los procesos de positivado de huellas durante las prácticas de laboratorio y manejo de escenas. Además, contribuye al desarrollo de las

competencias profesionales de los futuros peritos, así como, a mejorar el ámbito formativo y académico en el Isupol.

En la actualidad, para lograr obtener un título universitario en el campo de la criminalística el estudiante deberá reunir una serie de competencias que le permitan afrontar satisfactoriamente los retos de la vida profesional y de su entorno social, con conocimientos básicos, competencias generales o competencias transversales y específicas. Estas competencias le permiten su incorporación al mundo laboral como perito criminalístico cuyo aporte será irremplazable en la investigación del delito (Quevedo 2016).

El modelo educativo del Isupol se orienta al desarrollo de las competencias de carácter transversal, con el objetivo de lograr que los estudiantes desarrollen habilidades instrumentales, interpersonales y sistémicas. Estas competencias se relacionan con la capacidad de colaboración, planeación de proyectos, comunicación interpersonal, pensamiento crítico, toma de decisiones y manejo del tiempo. En la misma línea, se desarrollan competencias académicas, disciplinares, de conocimientos prácticos y profesionales orientadas a estimular las capacidades en un marco conceptual, teórico y práctico que involucra el saber, hacer y saber hacer. Son estas herramientas las que sirven al futuro profesional en el campo de la criminalística, específicamente, al área técnica de la dactiloscopia como medio de identificación física humana (Isupol 2022).

Las competencias descritas, conjuntamente con el aprendizaje colaborativo, permite la creación de un entorno en el cual los estudiantes comparten ideas entre ellos, exponen sus opiniones y logran negociar soluciones grupales. Habilidades que le son necesarias para el desenvolvimiento en el mundo laboral (Quevedo 2016).

² Es una de las tres ramas técnicas sistematizadas de la papiloscopia cuyo objeto es el estudio de las crestas papilares

digitales ubicadas en la cara interna de la 3.^a falange digital (pulpejo) con el fin de establecer la identidad física humana.

Metodología

En la ejecución del presente artículo y desarrollo del proyecto se propone el diseño de una metodología que permita, mediante sus insumos, generar procesos en el correcto tratamiento de revelado de huellas latentes de origen dactilar. La propuesta se asienta en investigación bibliográfica y revisión documental en los temas de identidad física humana, dactiloscopia y metodologías activas de enseñanza-aprendizaje como modelo educativo en el desarrollo de capacidades profesionales. La búsqueda se ha realizado en las bases de datos de Dialnet, Scopus, SciVerse y Scirus debido al contenido especializado que allí se encuentra sobre educación superior y estudios forenses, así como, de los operadores booleanos AND, OR y NOT que son herramientas de delimitación y búsqueda sobre temas específicos.

Sobre las bases teóricas y científicas compiladas en esta fase, orientada a desarrollar conocimientos significativos, se construyó un plan de trabajo grupal que buscó determinar tres niveles: el planeamiento, la ejecución y la entrega de una metodología que puede ser implementada para el correcto tratamiento de revelado de huellas latentes de origen dactilar, ejecutados en los entornos físicos del aula y la virtualidad del trabajo autónomo.

Resultados

En este apartado de la investigación se pone énfasis en una metodología educativa colaborativa que puntualiza aspectos como el contenido, la unidad de estudio, el plan de acción, la descripción de los procesos de las actividades, el rol de los estudiantes, el plan de seguimiento del docente, la presentación de resultados, así como, la rúbrica de evaluación. En la fase final se encuentran las acciones que los estudiantes deberán ejecutar en la construcción de sus conocimientos, mientras que, el docente adquirirá un rol orientador a lo largo de la planificación y ejecución, como modelo pedagógico del constructivismo (Karlin y Viani 2001, 201).

En el desarrollo de la actividad, nos referimos al contenido de la unidad n.º 1 del cuarto semestre de la carrera de Tecnología Superior en Criminalística del Isupol. El estudiante en este semestre ya posee conocimientos de orden técnico, fundamento científico y prácticas de laboratorio vinculados a la identidad física humana e identificación de materiales y equipos para el positivado de huellas latentes de origen dactilar. Conocimiento preciso que sirve de base para efectuar procedimientos de positivado que se refiere a las huellas de origen dactilar dejadas en la superficie de algún objeto y que a simple vista no se pueden observar. Estas huellas son importantes en la investigación criminal ya que dan cuenta de un posible sospechoso y de su identidad.

La metodología desarrollada es importante ya que muchas veces no son claros los procedimientos de positivado, en ocasiones se aplica un determinado reactivo o elemento sobre una superficie cuya cualidad física o de estructura no permite obtener un resultado fiable y, por consiguiente, se pierde o se daña una evidencia valiosa para positivizar determinada huella dactilar.

Tabla 1

Contenidos de la metodología

	Nivel de semestre	Cuarto semestre (conocimientos especializados)
2	Institución	Instituto Superior Universitario Policía Nacional-Ecuador
3	Carrera	Tecnología Superior en Criminalística
4	Período	Cuarto
5	Asignatura	Dactiloscopia y la identificación física humana
6	Unidad de estudio	Unidad n.º 1.
7	Contenidos:	<ul style="list-style-type: none">• Bases teóricas de la dactiloscopia• Importancia de la identidad de las personas y búsqueda de huellas en la escena del crimen• Tipos de reveladores dactilares• Reveladores sólidos de polvos y magnéticos.• Reveladores con polvos fluorescentes.• Reveladores líquidos y de gas comprimido.• Reveladores dactilares por vaporización.

Elaboración: por el autor

Plan de acción propuesto para los estudiantes

Descripción de las actividades para ejecutar el proyecto

Se ha diseñado un plan de trabajo que busca incidir en tres niveles: planteamiento, ejecución y entrega. Se busca que el plan sea riguroso en cuanto al cumplimiento de las acciones, actividades y

tiempos establecidos para poder medir el avance del grupo y del proyecto a futuro. El docente será guía y tutor al mismo tiempo. No debe imponer de manera rígida el programa, debe ser laxo y consensuar los contenidos con sus estudiantes con base en las tres fases: investigación, experimentación y análisis de resultados. El plan de trabajo sigue a continuación:

Tabla 2
Plan de acción para los estudiantes

Objetivo			
Diseñar una metodología para el tratamiento de revelado de huellas latentes de origen dactilar sobre diversas superficies			
Sesiones	Acción	Participantes	Actividades
Planeamiento			
1. ^a sesión	Contextualización del proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Docente• Estudiantes	En la primera clase presencial el docente expone a los estudiantes la propuesta del proyecto. Se destaca el valor académico del producto final y las ventajas de aprender haciendo (saber, hacer y saber hacer)
2. ^a sesión	Planificación de los tiempos para el proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Docente• Estudiantes	Se establece una fecha de inicio y una otra de finalización del proyecto. Se toma en cuenta que la asignatura de Dactiloscopia tiene una duración de 6 semanas y el proyecto se ejecutará en un periodo de 4 semanas dividido en 14 sesiones Fecha inicio: 1/2/2022 Fecha de finalización: 11/3/2022
3. ^a sesión	Conformación de grupos	<ul style="list-style-type: none">• Docente• Grupo de estudiantes	El curso se encuentra conformado por 15 estudiantes que, a su vez, son agrupados en 3 de acuerdo a sus afinidades. Cada grupo se compone de 5 integrantes
Ejecución			
4. ^a sesión	Determinar la metodología de investigación y las fuentes de información para la ejecución del proyecto El docente colabora con la entrega de equipos, insumos y	<ul style="list-style-type: none">• Docente• Grupo de estudiantes	Se propone ejecutar varias acciones que permitan la investigación, análisis y práctica del proyecto de la siguiente manera: 1. Investigación documental: <ul style="list-style-type: none">• Libros: biblioteca de la institución• Lectura de tesis finales: biblioteca digital• Portales digitales: especializados, booleanos, entre otros• Web: internet abierto 2. Investigación con pares académicos y cooperadores: <ul style="list-style-type: none">• Transmisión de experiencias profesionales, de peritos que ya trabajan en temas de positivado de huellas dactilares

	materiales para las prácticas y la fase de experimentación y de resultados positivos y negativos		<ul style="list-style-type: none"> Preguntas y respuestas <p>3. Experimentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Adaptación y uso de materiales, equipos e insumos que sirven para el positivado de huellas latentes de origen dactilar <p>4. Análisis de resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resultados de pruebas negativas o fallidas Resultados de pruebas positivas
5. ^a sesión	Investigación Trabajo de investigación documental	<ul style="list-style-type: none"> Grupo de estudiantes Trabajo individual y en grupo 	<p>Es necesario que los estudiantes realicen una investigación documental con algunos de los tres primeros temas que conforman la unidad n.º 1. Estos temas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bases teóricas de la dactiloscopia Importancia de la identidad de las personas Importancia de la búsqueda de huellas en la escena del crimen
6. ^a y 7. ^a sesión	Investigación Trabajo de Investigación documental	<ul style="list-style-type: none"> Grupo de estudiantes Trabajo individual y en grupo 	<p>Los estudiantes continúan con sus investigaciones con uno de los siguientes tres temas de la unidad de las fuentes establecidas con anterioridad. Estos temas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipos de reveladores dactilares Reveladores sólidos de polvos y magnéticos Reveladores con polvos fluorescentes, reveladores líquidos y de gas comprimido y reveladores dactilares por vaporización
8. ^a y 9. ^a sesión	Experimentación El docente realiza varias prácticas de manejo de equipos y uso de reactivos de manera conjunta con los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> Docente Grupo de estudiantes 	<p>Con los conocimientos adquiridos de los tres semestres anteriores y de las sesiones previas a este plan, se pondrá en práctica lo aprendido mediante la conformación de varios grupos de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesas de pruebas para positivado Materiales: madera, plástico, vidrio, metal, entre otros Equipos e insumos: polvos y líquidos reveladores
10. ^a y 11. ^a sesión	Análisis de resultados Compilar todos los resultados obtenidos, durante la fase anterior.	<ul style="list-style-type: none"> Docente Grupo de estudiantes 	<p>En esta fase los diferentes grupos se integran y analizan los resultados obtenidos de la sesión anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resultados de pruebas negativas o fallidas Resultados de pruebas positivas

12. ^a sesión	Compilación de resultados Soluciones técnicas y de diseño con 20 tablas demostrativas Se anexan 3 tablas como muestra	<ul style="list-style-type: none"> • Docente • Grupo de estudiantes 	Con el acompañamiento del docente, los estudiantes diseñan una tabla de compilación técnica que describa: <ul style="list-style-type: none"> • Los reactivos y las superficies • El tratamiento técnico • Los resultados obtenidos • La evidencia fotográfica del procedimiento
-------------------------	--	---	---

Elaboración: por el autor, 2022

Nota: el presente programa de actividades puede presentar variaciones mínimas de acuerdo a los inconvenientes de tiempo y ejecución que se puedan generar durante el desarrollo del proyecto

Roles de los estudiantes en la ejecución del proyecto

Para materializar el presente proyecto es indispensable el trabajo colaborativo y la comunicación y la interacción grupal. La motivación, el compromiso, la confianza y participación de los estudiantes pueden incidir en los objetivos comunes del plan (Álvaro 2020). Los estudiantes deben asumir otros roles, entre ellos:

- Líderes: es la persona que dirige y guía al resto de las personas. El líder debe tener varias cualidades, entre ellas, brindar apoyo, ser un buen comunicador, mediador y negociador. Para este proyecto, los estudiantes elegir a su propio líder quien actuará como coordinador del equipo de trabajo.
- Desarrolladores del proyecto: están conformados por aquellas personas que más experiencia tienen. Deben apoyar y orientar el desarrollo de este proyecto.

- Responsable de la redacción: es el estudiante que mayor capacidad tiene para plasmar las ideas, propuestas y comentarios al texto escrito. Es quien redacta el proyecto final.
- Responsable de la comunicación: es el estudiante que mayor capacidad tiene para coordinar, comunicar y transmitir ideas entre sus compañeros. La comunicación adecuada y a tiempo evita el trabajo innecesario.

Plan de seguimiento por parte del docente

Corresponde al acompañamiento por parte del docente quien resuelve las dudas y ofrece opciones de escape ante aquellas circunstancias que frenen el desarrollo del proyecto



Tabla 3
Plan de seguimiento

Plan	Objetivo
Organización y control de los grupos	Conformar los grupos de estudiantes en función del equilibrio de fuerzas y conocimientos que aporten al desarrollo del proyecto
Guías y materiales	Determinar la metodología de investigación y las fuentes de información para la ejecución del proyecto; entregar las guías conforme se avanza con la ejecución del proyecto para verificar su verdadero avance
Desarrollo grupal	Promover las diversas líneas de desarrollo del proyecto, apoyando el pensamiento divergente de los estudiantes para enriquecer los conocimientos adquiridos
Temporalización y evaluación individual	Realizar el seguimiento periódico sobre los avances del proyecto, de manera que, los estudiantes cumplan con el cronograma que ellos mismos establecieron en el plan de ejecución; se realiza la primera evaluación
Seguimiento y procesos	El acompañamiento y seguimiento de las actividades de investigación, experimentación y análisis de resultados es importante ya que los grupos son distintos y tienen variadas necesidades.
Dificultades	El docente debe ser capaz de prever los momentos difíciles que el desarrollo del proyecto puede tener
Verificación o modificaciones y evaluación individual	Las revisiones periódicas demuestran el grado de cumplimiento de los objetivos. En este apartado es importante verificar que el conocimiento investigado sea correcto, caso contrario, se debe modificar y enrumbar las actividades de los estudiantes; se realiza la segunda evaluación
Presentación del proyecto y evaluación individual	Para finalizar el proyecto correctamente el docente debe realizar un seguimiento sobre los alcances del proyecto final, apoyar en los detalles, guiar la mejor manera de finalizarlo y reforzar los conocimientos adquiridos; se realiza la tercera evaluación

Elaboración: por el autor, 2022

Presentación de resultados

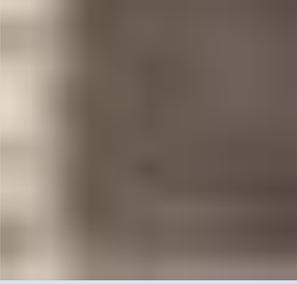
Corresponden a 20 tablas de compilación de procedimientos de las cuales, a modo de ejemplo, se han incluido únicamente 3 para una valoración del proyecto final.





Tabla 4

Compilación de la metodología de revelado de huellas latentes

Polvos vulcanos: blancos/negros		
Polvos vulcanos: blancos/negros	Superficie: porosos y lisos. En papel, cartón laminado u otros	
Los polvos se adhieren a los depósitos de grasas originadas por las glándulas sudoríparas	La superficie debe ser de color negro para que genere el contraste del polvo de color blanco	
Estos son útiles solamente con aquellas huellas nuevas (recientes)	Se puede utilizar sobre cualquier superficie relativamente suave, seca y sin adhesivos cuyo soporte sea de cartón	
Escoja un polvo que contraste con el fondo	Estos cartones preparados suelen ser para el almacenamiento	
Tratamiento técnico:		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilícelos después del láser fluorescente • También pueden ser utilizados antes de la ninhidrina y después del cianocrilato • Aplique polvo con una brocha de fibra de vidrio o un plumero de caribú • Con la brocha realice movimientos horizontales de izquierda a derecha o movimientos circulares sobre la superficie, rosando ligeramente la superficie del cartón hasta visualizar el positivado de la huella latente 		
		
Análisis de resultados:		
<ul style="list-style-type: none"> • Verifique si el positivado de la huella le permite definir visualmente la existencia de líneas y surcos • Determine el tipo y sub tipo de la huella positivada defina si es apta para ser cotejada 		
Superficie de cartón	Superficie de plástico	Superficie de madera barnizada
		
Levantamiento en adhesivo <input type="checkbox"/>	Levantamiento en goma <input type="checkbox"/>	Fijación mediante fotografía <input type="checkbox"/>

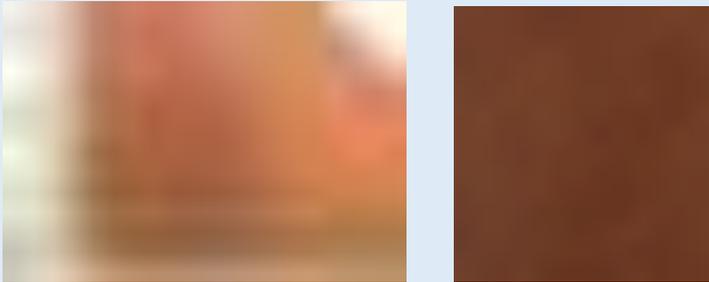
Elaboración: por el autor, 2022





Tabla 5

Compilación de la metodología de revelado de huellas latentes

Reactivos químicos líquidos (aerosol): nitrato de plata		
<p>Reactivo químico nitrato de plata</p> <ul style="list-style-type: none"> El nitrato de plata reacciona con el cloruro en la secreción de la piel formando un cloruro plateado. Este material se torna gris al ser expuesto a la luz y no es útil en elementos que hayan sido expuestos al agua. El nitrato de plata es especialmente efectivo para el revelado de huellas latentes en madera en bruto 	<p>Superficie: porosas, madera en bruto, plástico corrugado, cartón en bruto u otro</p> <ul style="list-style-type: none"> Es útil para trabajar sobre el papel grueso no procesado, tarjetas gruesas y madera de colores claros sin barniz También se obtienen buenos resultados sobre la madera que no haya sido tratada mediante barniz o pintura 	
<p>Tratamiento técnico:</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilícelo después del láser fluorescente Utilícelo después de la ninhidrina e iodina La forma de aplicación es directa ya que se trata de un elemento envasado en un recipiente de aerosol. La superficie a tratar debe ser rociada ligeramente y de manera uniforme. Luego del tratamiento se debe dejar secar completamente, de preferencia, en un lugar oscuro (2 minutos aproximadamente). Una vez seco, ilumine la superficie tratada con luz de alta intensidad (luz solar). 		
		
<p>Análisis de resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Verifique si el positivado de la huella le permite definir visualmente la existencia de líneas y surcos Las impresiones reveladas deben ser fotografiadas inmediatamente antes de que la superficie se oscurezca debido a la acción del sol sobre el reactivo y la superficie, eliminando la huella dactilar positivada Determine el tipo y subtipo de la huella positivada. Defina si es apta para ser cotejada 		
		
Superficie en madera sin barniz		
Levantamiento en adhesivo 	Levantamiento en goma 	Fijación mediante fotografía 

Elaboración: por el autor, 2022





Tabla 6

Compilación de la metodología de revelado de huellas latentes

Reactivos químicos por vaporización: cristal de yodo		
Reactivos químicos por vaporización: cristal de yodo <ul style="list-style-type: none"> El cristal de yodo es otra alternativa en la línea de productos utilizados en la investigación criminalística. Utilizando las propiedades de revelado de la iodina, el cristal de yodo elimina la necesidad de crear calor. Las huellas latentes se revelarán más fácilmente y rápido con el cristal de yodo 	Superficie: lisa y porosa <ul style="list-style-type: none"> La superficie debe ser clara para que genere un contraste de la huella que se positiva en color naranja El yodo es muy eficiente en madera, papel, billetes, cartón. El vapor de yodo es útil en la búsqueda de huellas latentes 	
Tratamiento técnico: <ul style="list-style-type: none"> Para su aplicación, rompa mediante presión la cápsula interna de vidrio, la misma que contiene cristales de yodo. Deje que internamente se expanda el humo de los cristales de yodo y entre en contacto con el aire. Con una mano sostenga la pistola y con la otra el sorbete, y empiece a introducir aire con la boca. Provoque un rociado o ahumamiento sobre la superficie a tratar hasta lograr positivar la huella latente Este producto es efectivo para ser utilizado en combinación con una cámara desechable de ahumado 		
		
Análisis de resultados: <ul style="list-style-type: none"> Verifique si el positivado de la huella le permite definir visualmente la existencia de líneas y surcos Realice la fijación de la huella mediante procesos de fotografiado ya que no es posible levantar la huella Determine el tipo y subtipo de la huella positivada. Defina si es apta para ser cotejada 		
		
<p style="text-align: center;">Superficie de papel bond, color blanco</p>		
Levantamiento en adhesivo 	Levantamiento en goma 	fijación mediante fotografía 

Elaboración: por el autor, 2022





Rubrica de evaluación

Tabla 7

Rubrica de evaluación del informe final

	No realizado/ inadecuado 25 %	Poco adecuado 50 %	Adecuado 75 %	Muy adecuado 100 %
Citas, fuentes bibliográficas y datos estadísticos	No contiene apoyo bibliográfico	La información contiene errores y no siempre se apoya en fuentes bibliográficas.	La mayor parte de la información se apoya en citas y referencias de fuentes bibliográficas	La información usada se apoya en citas y referencias en fuentes bibliográficas fidedignas y actualizadas
Redacción adecuada del proyecto	No entrega la actividad en el plazo y forma	La redacción del proyecto es confusa y tiene varias faltas ortográficas	La redacción es correcta, mantiene algunas faltas ortográficas	Se aprecia una correcta redacción y buen manejo ortográfico, así como un buen formato
Pertinencia	No pertinente	El contenido no fue preciso o relevante	La mayor parte del contenido fue claro y preciso	El contenido es claro, preciso y minucioso, con enfoque científico.
Descripción del proyecto y su actividad formativa	La actividad no se ajusta a las plateadas durante las sesiones	Apenas hay algunos indicadores de los procesos de revelados de huellas	Hay una descripción del proceso de revelado de huellas adecuado al proyecto	Hay una descripción detallada y un proceso de revelado de huellas acorde al objetivo del proyecto

Elaboración: por el autor, 2022

Nota: esta figura muestra los parámetros a ser evaluados durante la presentación del proyecto de los estudiantes. Esta rúbrica será aplicada de manera individual y bajo el porcentaje máximo del 100 % de cumplimiento.

Discusión

A modo de reflexión, para obtener un logro académico en la actualidad se requiere que la persona durante su trayectoria estudiantil reúna una serie de competencias y fortalezca las capacidades que le permitan afrontar los retos que supone la vida laboral y profesional que le espera. Las empresas requieren de personal que posean competencias para desarrollar una actividad profesional, pero, además, que estén capacitados y calificados, que tengan actitud emprendedora frente al trabajo colaborativo y en equipo, que sean capaces de adaptarse a los escenarios combinados, que fomenten la capacidad de comunicación social en su entorno y su iniciativa para adaptarse a los cambios (Quevedo 2016).

El APP corresponde a una metodología activa de aprendizaje colaborativo que centra su mirada en el estudiante como elemento protagonista y esencial en la producción de conocimientos nuevos y significativos. Este modelo de enseñanza, que permite que el estudiante desarrolle proyectos interdisciplinarios en el aula de clase con el apoyo de

sus compañeros y asesoría del docente, puede acoplarse al mundo real y profesional.

Para enseñar desde la creación de proyectos orientados a desarrollar en los estudiantes las competencias que les permitan trabajar en forma colaborativa, se requieren de un tipo específico de competencias por parte del docente como son las competencias en innovación educativa. Es necesario la: “Innovación educativa: Ingenio para crear nuevas estrategias y herramientas educativas de enseñanza aprendizaje que movilicen la generación de competencias o cualidades humanas (Conocimientos, habilidades, emociones, actitudes y valores) para el Buen Vivir” (Vilanova & Vásquez 2017, 22).

Conclusiones

Se concluye que, el proyecto planteado y su ejecución orientada por el docente les permitirá a los estudiantes adquirir las destrezas y desarrollar ciertas competencias profesionales que le sean útiles para la posteridad. Las metodologías activas



de enseñanza universitaria, con la puesta en marca de modelos pedagógicos como el APP, son una guía en la ejecución del presente proyecto (Sartor *et al.* 2020).

Cuando nos referimos a la innovación desde el ingenio, se hace referencia a esa capacidad creativa que los docentes deben tener que los encamina a revisar, reflexionar y proponer teorías desde otros ángulos que van desde la enseñanza y hacia una educación centrada en el aprendizaje mediante las metodologías activas para el aprendizaje y la creación de conocimientos significativos para toda la vida. Este tipo de proyectos fomenta las competencias prácticas para un mundo real, por lo tanto, no se trata de proyectos experimentales de alta envergadura y complejidad para su ejecución, sino, de una propuesta viable, creativa y aplicable para el contexto real de la enseñanza-aprendizaje. La sociedad del conocimiento, de los entornos virtuales y digitales, hacen parte del siglo XXI.

El docente universitario debe caminar a la par de las nuevas tendencias de aprender y de enseñar, obtener y compartir conocimientos con un valor significativo que perdure en la vida para una aplicación práctica en los entornos laborales de sus estudiantes (Zabalza 2004). Definitivamente, enseñar es una responsabilidad, pero, enseñar desde la necesidad de quien requiere aprender y necesita encontrar una luz de conocimiento.

Bibliografía

- Álvaro, Andrés. 2020. Gestión del talento humano, 7 características del trabajo en equipo exitoso. *Bizneo Blog*. Acceso 8 de octubre de 2022. <https://n9.cl/lxpg4>
- Ayén, Francisco. 2021. Aprendizaje basado en proyectos: ideas y ejemplos. *Asociación Andaluza Hespérides*. Acceso 8 de octubre de 2022. <https://n9.cl/q9asc>
- Edmon, Locard. 1928. *Principios de intercambio de Locar. Manual del Juez de Instrucción*. Buenos Aires: Ediciones La Roca.
- Instituto Superior Universitario Policía Nacional-Ecuador [Isupol]. 2022. *Carrera de tecnólogo en Criminalística, malla académica 2018-2023*. Acceso 8 de octubre de 2022. Obtenido de <https://home.istpn.edu.ec/>
- Karlin, M., & Viani, N. (2001). *Project-based learning*. Medford, OR: Jacksonb Education Service District.
- Quevedo, María del Mar. 2016. Desarrollo de competencias profesionales a través del aprendizaje orientado a proyectos: aplicación en la asignatura de Auditoría de cuentas. Trabajo de investigación previa obtención del grado en Administración y Dirección de Empresas. Cantabria Campus Internacional.
- Sartor Andresa, Azevedo Juliana, Pueyo Silvia y Tejedor Santiago. 2020. Análisis de las competencias docentes en proyectos de aprendizaje-servicio en la educación superior: La percepción del profesorado. *Formación Universitaria* n.º 3. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000300031>
- Vilanova, Gabriela y Lezcano, Laura. 2017. Instrumentos de evaluación de aprendizaje en entornos virtuales. Perspectiva de estudiantes y aportes de docentes. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, n.º 9. DOI. 10.22305/ict-unpa.v9i1.235
- Zabalza, Miguel. 2004. Innovación en la educación universitaria. *Contextos educativos, Revista de Educación*, n.º 6-7. 113-136. Acceso 8 de octubre de 2022. <https://n9.cl/w6lspu>

POLÍTICA Y NORMATIVA EDITORIAL

La Revista de Investigación INNOVACIÓN & SABER se edita anualmente por parte del Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional desde el año 2013, actualmente Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional condición Universitario con el objetivo de propender al fortalecimiento de la investigación en el desarrollo de los procesos académicos institucionales. La revista se edita en idioma español (ISSN 2528-8032), y con asignación de su ISSN digital 2773-7470; dirigida a investigadores, profesionales y público en general, con base a un tema central establecido por el Comité Editorial.

Misión

INNOVACIÓN & SABER constituye un medio de divulgación científica del proceso de investigación del Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional condición Universitario en el área de las ciencias de la seguridad orientado en los principios de transparencia y ética; ciencia e innovación; justicia y disciplina que permiten ampliar de conocimiento científico en este ámbito a nivel nacional y regional.

Orientación y Alcance Científico

INNOVACIÓN & SABER considera para publicación artículos científicos sobre seguridad humana, seguridad integral, seguridad pública, seguridad ciudadana, seguridad privada, prevención del delito, investigación criminal, ciberseguridad, crimen organizado, criminología, inteligencia estratégica, estudios estratégicos, gestión de riesgos, análisis delictual, criminalística, investigación de accidentes de tránsito y en general ciencias de la seguridad.

Áreas para Publicación

La Revista de Investigación INNOVACIÓN & SABER conforme los dominios académicos y líneas de investigación del Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional condición Universitario se estructura en cuatro secciones: Prevención, Investigación, Inteligencia y Educación. Dentro de cada sección los artículos de investigación se regirán a los siguientes lineamientos de extensión: 2.000/5.000 palabras de texto, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

Proceso editorial

Los artículos son recibidos a través de la plataforma de la Revista siguiendo la normativa de publicación reglamentada dentro del cronograma oficial emitido por el Comité Editorial. La modalidad de revisión y evaluación será de doble ciego con este enfoque se busca preservar el anonimato, asegurando así que la revisión se haga de forma justa.

Los artículos recibidos y que presenten inconsistencias formales o no se considere de interés dentro de la orientación y alcance científico de *INNOVACIÓN & SABER*, el Comité Editorial excluirá el artículo y procederá a su devolución con el informe correspondiente.

- Los artículos que cumplan con las políticas y normativa de publicación serán evaluados en una primera revisión por el Comité de Revisión Interna quien verificara lo siguiente:

- Estructura y organización formal del artículo
- Concordancia de la temática con la orientación y alcance científico.
- Redacción acorde a los lineamientos de estilo



- Estructura y organización formal del artículo
 - Concordancia de la temática con la orientación y alcance científico.
 - Redacción acorde a los lineamientos de estilo
 - Relevancia estratégica en actualidad y originalidad de la temática propuesta.
 - Calidad metodológica que otorgue veracidad científica.
- El Comité de Revisión Interna de la primera revisión elaborará un informe vinculante que incluya las posibles recomendaciones:
- No publicable: Cuando el artículo presente inconsistencias formales o no se considera de interés dentro de la orientación y alcance científico. El Comité Editorial excluirá el artículo sin la posibilidad de reenvío por parte de los autores.
 - Reevaluable con correcciones: Cuando el artículo presenta inconsistencias de contexto y metodología en el desarrollo del artículo. El Comité Editorial remite al autor con las observaciones realizadas por el Comité de Revisión Interna, recalcando se revise el contexto y metodología del artículo.
 - Publicable con correcciones: Cuando el artículo presenta inconsistencias de la forma en la estructura o redacción. El Comité Editorial remite al autor con las observaciones realizadas por el Comité de Revisión Interna, recalcando se revise la estructura o redacción del artículo.
 - Si publicable: Cuando el artículo cumple las políticas y normativa de publicación. El Comité Editorial remite el artículo para segunda revisión interna.
- El Comité Editorial remitirá a los autores los artículos y el informe vinculante con las recomendaciones pertinentes, debiendo realizar las correcciones en los tiempos establecidos en la convocatoria y devolverlo nuevamente al Comité Editorial quien a su vez entregará al Comité de Revisión Interna para la segunda revisión donde verificarán el cumplimiento de las correcciones solicitadas al autor, luego de lo cual se elaborará un informe que incluya las siguientes opciones:
- Aceptado para revisión externa
 - Rechazado para revisión externa

Los artículos rechazados serán devueltos al autor junto con el informe final del Comité de Revisión Interna. El Comité Editorial para el caso de los artículos aceptados para revisión externa remitirá al Comité de Revisión Externa, quienes realizarán la evaluación integral del artículo en cuestiones formales, metodológicas y de pertinencia, tras la evaluación, se tendrán dos resoluciones:

- Aceptado para publicación
- Rechazado para publicación

El Comité Editorial, devolverá los artículos rechazados para publicación a los autores adjuntando el informe del Comité de Revisión Externa.

El Comité de Revisión Externa, remitirá los artículos aceptados para publicación al Director Editorial y al Coordinador Editorial de la Revista de Investigación INNOVACIÓN & SABER para su aprobación y publicación.

Los autores que no cumplan con las recomendaciones/correcciones de los Comités de Revisión Interna y Externa serán evaluados como rechazados y devueltos a los autores con el informe respectivo.



En caso de artículos evaluados como aceptado para publicación, el autor será informado por el Comité Editorial, a fin de iniciar los trámites administrativos y jurídicos previos a la publicación.

Estilo y Redacción de Artículos

La Revista de Investigación INNOVACIÓN & SABER aplicará normas de estilo Chicago Deusto para el texto del artículo, fuentes y referencias bibliográficas, en este sentido, los artículos podrán contener dos tipos de citas textuales: de hasta cuarenta (40) palabras deben ir dentro del texto entre comillas; y, de más de cuarenta (40) palabras, en un párrafo aparte con interlineado sencillo, se quitan las comillas, se coloca letra tamaño 11 y sangría a la izquierda.

Presentación y estructura

El documento original del artículo de investigación de manera general deberá cumplir con el siguiente formato: Tipo de letra Arial tamaño 12, interlineado 1,5 y justificado, las notas al pie Arial 10, margen izquierdo 3, derecho 2.5, superior 2.5 e inferior 2.5, en relación al pie de página se deberá reducir al mínimo, respecto a siglas la primera vez se detallará el nombre completo y su sigla entre paréntesis, luego solamente se escribirá la sigla. Formato de envío el artículo en Word para PC el archivo debe ser anónimo en Propiedades; y, la Carta de Presentación en Word.

El autor o autores para su presentación deberán acoger los siguientes lineamientos:

Título: en español con una extensión no mayor a veinte (20) palabras, con negrita y mayúsculas. Deberá estar traducida al idioma inglés.

Resumen: en español con una extensión no mayor a doscientas (200) palabras distribuidas en cuatro (4) oraciones: una referente a la introducción; una segunda señalando el objetivo; una tercera indicando la metodología; y, finalmente una cuarta la conclusión; no se incluirán tablas, siglas, cuadros, gráficos o bibliografía. Deberá estar traducida al idioma inglés (Abstract).

Palabras claves: mínimo cinco (5) y máximo ocho (8) palabras relacionadas al tema, deberán estar separados por punto y coma (;) ordenadas en orden alfabético, se recomienda considerar el Tesoro de la Unesco. Deberá estar traducida al idioma inglés (Key Words).

Introducción: donde se detalle el objeto de estudio, propósito, objetivos, el estado del arte, hipótesis y en general el detalle de la organización del artículo.

Método/Metodología: donde se detalle los recursos científicos y teóricos que sustentan la investigación.

Discusión: donde se detalle el análisis y contraste de los resultados producto de la investigación.

Conclusiones: donde se detalle los cumplimientos logrados con la investigación incluyendo propuestas de intervención o generación de nuevas investigaciones.

Bibliografía: donde se detalle las referencias documentales que respaldan el proceso de la investigación realizada, estos deben ser originales de preferencia artículos científicos, revistas o libros.



