



**Rector**

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

**Directora**

Dra. Zoraida García Castillo

**Secretaria General**

Dra. Ana María Sosa Reyes

**Editor**

Dr. Mirsha Quinto Sánchez

**Consejo editorial**

Dra. Zoraida García Castillo, Dra. María Elena Bravo Gómez, Dr. Vicente Torres, Dra. Alexa Villavicencio Queijeiro, Mtro. Jorge Luis López Zepeda, Dra. Anahy Rodríguez González, Dr. Mirsha Quinto Sánchez.

***REVISTA DIGITAL DE CIENCIA FORENSE,***

Año. 3, No. 1, abril-septiembre 2024. Publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 3000, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Forenses (ENaCiF), Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Col. Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Teléfono 56-23-23-00 ext. 24210, <http://recif.unam.mx/>, correo electrónico: [recif@enacif.unam.mx](mailto:recif@enacif.unam.mx). Editores responsables: Dr. Mirsha Quinto Sánchez y Dr. Vicente Torres Zúñiga. Certificado de Reserva de Derechos al uso Exclusivo No. 04-2023-101812092200-102, ISSN: 3061-7588. Responsables de la última actualización de este número: Dr. Mirsha Quinto Sánchez y Dr. Vicente Torres Zúñiga, Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Col. Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, fecha de la última modificación 30 de abril de 2024.

La responsabilidad de los textos publicados en Revista Digital de Ciencia Forense recae exclusivamente en los autores y su contenido no refleja necesariamente el criterio de la Institución. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

Producción editorial: Mirsha Quinto Sánchez, Vicente Torres.

Diseño y maquetación: Mirsha Quinto Sánchez.

Portal Web: Ing. Luis Flores, Dr. Vicente Torres.

Diseño de portada: Pamela López Salazar.

Diseño de logo de la revista: Emir Romero Borbolla.

# ÍNDICE

a	Editorial
1	Obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego <i>Enrique German Solana Aguilar</i>
17	Clasificación de la escena de investigación basado en vectores de evolución <i>Alfredo Jesús Sánchez-Zurita</i>
39	Una mirada forense a la migración hacia Europa: lecciones aprendidas <i>José Pablo Baraybar</i>
51	Seguridad y ciencias forenses <i>Zoraida García Castillo</i>
66	Los tejidos de los órganos dentales: aspectos esenciales para la comprensión de la odontología científica forense <i>Ivet Gil-Chavarría, Patricia Aguirre Ariza, Leilee Buceta Martínez, Mariana Cruz Oliva, X. (Jeon) Damián Maldonado, Andrea Delgado Benitez, R. (Connor) Godínez Crisostomo, Aranza L. Sánchez García, Camila Tenorio Hernández, Hannia C. Villalobos Montes de Oca, Antonio Nakahodo Rivera</i>

# EDITORIAL

## Año 3, Número 1

La *open science* o ciencia abierta es una apuesta contrahegemónica que plantea la apertura total del proceso científico, una construcción de carácter colaborativo que se desarrolla con y para la sociedad; lo que representa una apuesta ambiciosa y contracorriente para la tradición ortodoxa de la creación de conocimiento. La literatura al respecto es cada día mayor y profundiza a diversas evidencias y discusiones sobre el tema, además de que se complejiza en su marco conceptual. Por ejemplo, Arza et al (1) define algunos conceptos importantes relacionados pero diferenciales dentro de la epistemología de la ciencia abierta, estos son: ciencia ciudadana, alternativa, ciencia en red, divulgación de la ciencia y acceso abierto. Para esta editorial, es de interés revisar sucintamente los dos primeros conceptos. El primero, la ciencia ciudadana "*abarca formas de colaboración entre científicos y ciudadanos para la recolección de datos o la definición de temas de la agenda científica*" (1), lo que representa una nueva y radical forma de producir conocimiento. Importante es entonces, reflexionar y profundizar el debate sobre las posibles formas de generar nuevas definiciones de problemas de investigación conjunta, no como un eje unidireccional, de la ciencia hacia la sociedad, sino bidireccional o multidireccional a varias esferas sociales.

El segundo concepto, la ciencia alternativa, es aquella que "*aborda problemas que no están en la agenda científica hegemónica*". Según Arza et al (1) se definen dos tipos de estrategias y prácticas de acción en dicha ciencia: la ciencia para la gente y la ciencia por la gente. En la primera, los agentes principales son los científicos desde instituciones del Estado, promoviendo solución a problemas sociales. En tensión, en la segunda vertiente, son ciudadanos con un cierto expertise técnico, los que comparten su conocimiento o co-construyen con personas expertas nuevas formas de conocimiento. Este hecho es el que llama mucho más la atención por su carácter contrahegemónico, disruptivo y crítico, respecto de la construcción de la ciencia.

En materia forense, mucho se ha especulado sobre la participación de los familiares en la búsqueda de personas, muchos de ellos son expertos, con una preparación y experiencia de campo que les da, hoy por hoy, la mejor efectividad en la localización de contextos de inhumación clandestina. Incluso, son ellos quienes realizan numerosos aportes a la carpeta de investigación de sus casos, a diferencia de otros agentes en la cadena de procuración de justicia ¿será posible un modelo de colaboración de ciencia por la gente en el mundo de las ciencias forenses?.

En Argentina por ejemplo, se caracterizó una tendencia a la baja en el porcentaje de apertura a la producción de la ciencia (1). Si bien, la difusión se realiza en casi un 69.9% de los casos, el diseño de agendas ocupa un 42.2%, teniendo solo un 24.7% para la apertura completa en la participación ciudadana, incluso con valores de 10% para provincias como el Chaco, en la región norte argentino. Lo anterior, es una muestra que da cuenta de un panorama general sobre la construcción de la ciencia en un país latinoamericano, quizás cercano a la realidad mexicana. Un estudio similar en nuestro país es necesario para caracterizar los alcances de una ciencia por la gente.

Es un gran honor y alegría para el Comité Editorial de la RECIF, presentar un nuevo año de la revista, el tercero, liberando un número con cinco contribuciones.



Específicamente, dentro de las comunicaciones se presenta el artículo "Obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego" en el que se presenta evidencia sobre las áreas de mayor factibilidad para recuperar huellas en armas de fuego, obteniendo pocos resultados positivos en un periodo de tres años, dicho artículo fue realizado en la Dirección General de Investigación Pericial del Estado de Aguascalientes.

Se presenta el artículo titulado "Clasificación de la escena de investigación basado en vectores de evolución" donde se evidencia un análisis para los lugares de intervención proponiendo ocho tipos, mismos que deben considerar la dinámica del lugar en función de tiempo o evolución de la escena, los factores que pueden afectar dicho cambio o vector de evolución. Los resultados presentados son de mucha relevancia para la estandarización del examen preliminar en un lugar de hallazgo, el estudio fue realizado en el Instituto de Servicios Periciales del Estado de Oaxaca.

Otro de los artículos es el titulado "Una mirada forense a la migración hacia Europa: lecciones aprendidas" en el cual se presentan los resultados de la aplicación de redes complejas al caso de un naufragio de una embarcación pesquera con migrantes que salió de Libia con destino Italia, resultando en más de mil personas fallecidas y en un desafío para las ciencias forenses. Este trabajo fue realizado por el Comité Internacional de la Cruz Roja.

Después, se presenta el artículo titulado "Seguridad y ciencias forenses" se debate el concepto de seguridad pública, ciudadana o humana en su relación con las ciencias forenses en diversas etapas de la impartición de justicia y ejecución de sentencias penales.

También se presenta el trabajo "Los tejidos de los órganos dentales: aspectos esenciales para la comprensión de la odontología científica forense" en este se discuten una serie de conceptos base sobre tejidos dentales que son fundamentales en los diversos métodos odontológicos, presentado como resumen o estado del arte para estudiantes y expertos forenses.

Finalmente, invitamos a los diversos actores forenses: académicos y académicas, personas expertas, investigadores, profesores, consultores y personas expertas del sector privado, profesores en retiro y alumnas y alumnos de grado y posgrado, a enviar sus manuscritos.

Pueden enviar cualquier carta al editor a la siguiente dirección de e-mail: [recif@enacif.unam.mx](mailto:recif@enacif.unam.mx)

Les invitamos a colaborar con este proyecto de ciencia abierta.

**Mirsha Quinto-Sánchez**

*Editor de la Revista Digital de Ciencia Forense (ReCiF)*

*Escuela Nacional de Ciencias Forenses, UNAM.*

## Citas

1. Arza Valeria, Fressoli Mariano, Lopez Emanuel. Ciencia abierta en Argentina: un mapeo de experiencias actuales. Ciencia, Docencia y Tecnología. Vol. 28, No. 55. 2017.

# Obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego

Enrique German Solana Aguilar<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup>Unidad Municipal de Atención Inmediata (UMAI) de la Secretaría de Seguridad Pública de Aguascalientes

✉ enrique.solana@outlook.es

## Datos del artículo

Cita: Solana Aguilar Enrique German. 2023. Obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego. Revista Digital de Ciencia Forense. 3(1): 1-16 pp.

Editor: Vicente Torres Zúñiga.

Revisión por pares: dos revisores.

Recibido: 15 septiembre 2023.

Aceptado: 2 abril 2024.

Publicado: 30 abril 2024.

## Resumen

Siendo las huellas lofoscópicas uno de los indicios que fungen dentro de una de las pruebas periciales con más recurrencia en la investigación judicial, por tal, es de importancia la lofotecnia, entendiéndose esta, como una de las técnicas utilizadas en el procesamiento de lugares de intervención para la búsqueda y obtención de huellas que posteriormente la lofoscopia analiza. Un buen procesamiento de este tipo de indicios puede garantizar el éxito en una investigación. Esto motivó el estudio de la obtención de huellas en armas de fuego. El estudio se realizó entre los años 2019 al 2021 incluyendo todos aquellos casos donde se hayan procesado armas de fuego con dicho fin. La investigación se llevó a cabo en la Dirección General de Investigación Pericial del estado de Aguascalientes (DGIP). Se obtuvieron poca cantidad de resultados positivos contrastado con el número de casos trabajados. A la par de lo realizado, se logró conocer las zonas más factibles para la obtención de las huellas lofoscópicas en las armas de fuego. Finalmente, se cerró la brecha del mito que se creía que siempre es exitosa la obtención de huellas lofoscópicas, en particular, en un arma de fuego.

**Palabras clave:** lofotecnia, huellas lofoscópicas, lofoscopia, armas de fuego, reactivos

## Abstract

Lophoscopic fingerprints being one of the indications that serve as one of the expert evidence with the most recurrence in judicial investigations, therefore, lofotechnics is of importance, understanding this as one of the techniques used in the processing of intervention sites to the search and obtaining of traces that will later be analyzed by lofoscopia. Good processing of this type of evidence can guarantee the success of an investigation. This motivated the study of obtaining fingerprints on firearms. The study was carried out between 2019 and 2021, including all cases where firearms have been processed for this purpose. The investigation was carried out in the General Directorate of Expert Investigation of the state of Aguascalientes (DGIP). A small number of positive results were obtained compared to the number of cases worked on. At the same time as what was done, it was possible to know the most feasible areas for obtaining lofoscopic fingerprints on firearms. Finally, this study dispels the myth that obtaining lofoscopic prints on a firearm is always successful.

**Keywords:** lofotechnics, lofoscopic traces, lofoscopia, firearms, reagents

## Introducción

Las ciencias forenses se han abierto camino en las decisiones judiciales de manera silenciosa pero contundente, ya que han representado un parteaguas de un día para otro en las decisiones a las cuales llegan los tribunales hoy en día. Junto con estas decisiones se han generado confusiones que se encuentran en el límite de la ciencia social de lo jurídico para con lo científico factico natural, lugar donde se puede situar a las ciencias forenses. El mayor problema se encuentra situado en la interpretación de los resultados de las ciencias forenses, en conjunto con el exceso en las conclusiones periciales, esto vislumbrado en la disparidad entre los resultados de un análisis y la interpretación de los mismos por el experto.

Se puede decir, en palabras de la Dra. Marina Gascón (1), *“que mientras más sofisticada es la tecnología, mayor es la percepción de infalibilidad por parte de la gente en general y los jueces, dotándolas del grado más alto de fiabilidad”*.

Se debe contemplar el valor otorgado a ciertas disciplinas las cuales han aportado técnicas o métodos poco confiables o dudosos, no porque sean poco confiables, sino por el hecho de la falta de desarrollo en el conocimiento en las técnicas o métodos. Ese mismo criterio ha tendido a valorar ciertos indicios como más confiables que otros, como lo sería las huellas dactiloscópicas o el ADN. En cuanto a las huellas dactiloscópicas siempre se ha hablado de ellas como un indicio al cual se le ha dado un valor primordial en toda investigación, otorgándole gran importancia sobre otros. Sin embargo, a menudo se confunde su alcance, mucho de esta confusión se ha alimentado por lo que las series televisivas han tergiversado. Otorgándole más valor y alcance que el merecido.

El procesamiento de huellas ha avanzado desde la forma en que los métodos se han estandarizado hasta la sucesiva búsqueda de nuevos reactivos y tecnología que han ayudado tanto a la obtención de estos indicios, así como para su estudio. Otro de los factores preponderantes para la búsqueda y obtención de huellas lo es la experiencia del procesador. Por lo que también es importante que dentro de las consideraciones de esta área se tenga a parte de los métodos y técnicas, al personal encargado de dicha actividad, ya que debe considerarse el estudio de manera ontológica. Todo lo anterior es de puntualizarse ya que estos factores contienen diversos subfactores que pueden afectar el éxito en la obtención de huellas. En la actualidad existen diversos estudios respecto a reactivos para la toma de estos indicios, en pie de maximizar su resultado y su confiabilidad a la hora de procesar un lugar con huellas, como lo serían las herramientas no invasivas, entre ellas las luces forenses acopladas a dispositivos visuales, cámaras multispectrales e hiperespectrales o también los reactivos a base de cianoacrilato fluorescente y compuestos multipropósitos (diferentes colores y texturas de las superficies).

Respecto a la población de estudio, es puntual mencionar que Aguascalientes es un estado de la república mexicana ubicado en el centro del país. Cuenta con una extensión territorial de 5,615.7 km<sup>2</sup>, ocupa el lugar 29 de

32 estados, siendo de los estados más pequeños seguido por Morelos, Tlaxcala y por último la ciudad de México (2). Aguascalientes se compone actualmente de once municipios contando la capital. De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), al 2020 cuenta con una población de: 1,425,607 personas y con 386,445 viviendas particulares habitadas (3).

En cuanto a la administración de justicia, cuenta con una fiscalía general de justicia (FGEA). La cual se compone por diversos entes, entre todos, el que nos ocupa es la Dirección General de Investigación Pericial (DGIP). Compuesta esta última al momento del estudio de dos direcciones, cinco coordinaciones generales, un área administrativa y dieciocho áreas, de las cuales siete se encuentran acreditadas por medio de las normas ISO 17020 y 17025 por la casa acreditadora del Buró Nacional de Acreditación de Estados Unidos de América (ANAB).

### *Generalidades*

Uno de los problemas a los que se ha enfrentado la ciencia forense es su evolución acelerada; el desarrollo tecnológico que los apoya, a la par de las exigencias jurídicas. Lo que ha generado dificultades en la adecuación y entendimiento de sus alcances. Siendo que el aporte científico forense en las decisiones judiciales ha forjado una idea de confiabilidad a sus conclusiones, muchas veces dispar de la realidad que representan.

Otra razón que a juicio de muchos explicaría esa sensación de invencibilidad de las pruebas forenses es el llamado “efecto CSI”. El fenómeno hace referencia al impacto que han tenido en el imaginario popular algunas series televisivas como CSI (Crime Scene Investigation) y otras parecidas que, al exhibir el exitoso uso policial de diversas técnicas forenses, han aumentado de manera espectacular las expectativas depositadas en ellas. Con un efecto adicional en la praxis judicial: sobre todo en los procesos penales se ha generado una demanda cada vez mayor de pruebas científicas y una resistencia a condenar cuando no se dispone de ellas (Schweitzer y Saks, 2007; Lodge y Mircea, 2020). Es cierto que algunos estudios cuestionan que estas series televisivas hayan potenciado la sobrevaloración de las pericias forenses, y algunos de ellos sugieren incluso que los espectadores habituales de estas series suelen ser más críticos con este tipo de pruebas. En todo caso, y sean cuales sean las causas principales del fenómeno, de lo que no cabe duda es de la gran confianza que en general se deposita en los informes que provienen de los “expertos de bata blanca” (1).

En cuanto a las huellas lofoscópicas, estas han sido dotadas de gran importancia, generando la creencia de una confiabilidad casi ciega en sus resultados, dejando a un lado diversos aspectos que deben ser tomados en cuenta. Como lo sería la interpretación de sus resultados de manera correcta apegada a los estándares técnico-científicos, y por supuesto, no solo la interpretación que hagan las partes al favorecer la hipótesis de su caso.

Evidentemente las huellas dactilares (como ocurre por otra parte, todas las demás huellas) son útiles por algo más que por sus líneas, bucles y demás características. Eso sí, como siempre sucede en investigación criminal, la correcta interpretación de los resultados es fundamental. Y nunca una única evidencia, resuelve por sí misma un caso. Es la unión de todas ellas, su trabajo e interpretación en conjunto, lo que puede conseguirlo, con mayor probabilidad de éxito (4).

Debe comprenderse el área de procesamiento de huellas, así como el examen de las mismas, como una parte de un todo. Lo anterior a los ojos de los estándares más rigurosos, para evitar una confusión o mala interpretación. Esto se consigue con la constante investigación y puesta a prueba de las técnicas y exámenes propios de cada área.

### *Historia y definición de la dactilotecnia o lofotecnia*

Las huellas y su aplicación tienen una larga historia, desde los estudios generales hasta su uso con fines judiciales de identificación, al respecto Jeffery Barnes dice que:

*Las impresiones de la cresta de fricción en la piel se utilizaron 300 A.C. en China como prueba identidad de una persona. Quizás como en Japón ya en el año 702 D.C., y en los Estados Unidos desde 1902.*

*En 1892, en Buenos Aires, Argentina, un asesinato se resolvió mediante pruebas de huellas dactilares encontradas en la escena del crimen. El caso del asesinato de Rojas se considera como el primer homicidio resuelto por evidencia de huellas dactilares y Argentina se convirtió en el primer país en depender únicamente de las huellas dactilares como método de individualización (5).*

Dada la necesidad de un área técnica se fueron creando los laboratorios especializados en la búsqueda, procesamiento y análisis de huellas, algunos de estos llamados como laboratorios en lofoscopia, papiloscopia, dactiloscopia entre otros nombres. La brecha se ha ido reduciendo, teniendo a los expertos procesadores como un equipo aparte de los analistas de huellas propiamente dichos. En cuanto a la definición de estas áreas se puede decir que se entiende por lofoscopia a la “*disciplina que estudia y clasifica las características de los relieves epidérmicos existentes en la piel de fricción de manos, dedos y pies para la identificación de personas*” (6).

La dactiloscopia por el contrario es una rama de esta primera la cual se conoce también con el nombre de papiloscopia la cual se puede definir como, “*(falange distal): Dáctylos (dedo), Scopein (examen, estudio, observación). Rama de la lofoscopia encargada del estudio, clasificación, archivo y recuperación de huellas e impresiones dactilares en la piel de fricción de los dedos de las manos*” (6). También la lofoscopia incluye el estudio de los relieves de las manos,

(quiroscofia) y de los relieves de los pies (pelmatoscofia), todo lo anterior con fines de identificación.

El procesamiento de las huellas dactilares no es una rama propiamente de la lofoscofia en sentido estricto, por lo que se le debe denominar para su diferenciamiento como lofotecnia o dactilotecnia. Dicha área, se define como: “el conjunto de técnicas de búsqueda, revelado, fijación y trasplante de huellas latentes, mediante la aplicación de reactivos apropiados a la superficie de soporte a la composición química de las exudaciones de la piel” (6).

Ya definida la actividad y comprendida la división entre lofoscofia y lofotecnia, es preciso entender la forma en que las huellas se imprimen en alguna superficie y subsisten en ellas, por tanto, conviene mencionar que:

*Las huellas latentes se depositan cuando la estructura de crestas de fricción de la piel entra en contacto con una superficie adecuada. Los poros deben exudar transpiración o debe haber otro medio de transferencia para que quede una huella. El residuo de huellas latentes suele ser ecrico o sebáceo. Las huellas ecricas o de sudor están compuestas en gran parte por agua. Los constituyentes restantes incluyen compuestos orgánicos y sales inorgánicas. Las huellas sebáceas incluyen ácidos grasos, lípidos, colesterol y glicéridos depositados cuando el dedo entra en contacto con una superficie. Las huellas sebáceas a menudo quedan cuando una persona toca el cabello, la piel u otro objeto que contiene una capa de aceite.*

*Debido a que la mayoría del componente de huellas latentes es agua, la evidencia sumergida tiene una mayor probabilidad de que las huellas se disipen antes del procesamiento inicial. Las huellas sebáceas, sin embargo, son menos solubles; por lo tanto, existe la posibilidad de detección y desarrollo de huellas latentes después de que los elementos se hayan sumergido en agua (7).*

Es importante comprender la biodinámica de la deposición de las huellas. Esto permitirá considerar la técnica ideal a utilizar, así como los mejores reactivos a manejar según los objetos o condiciones físicas observadas al momento de la actividad del procesamiento.

### **Aparición de los reactivos**

Entiéndase por reactivo aquellas sustancias químicas que ayudan a hacer visible una huella o marca. Al respecto el científico médico/legal francés René Forgeot publicó una tesis en 1891 en la que propuso el uso de polvos y productos químicos para desarrollar huellas ocultas en escenas de crimen con el fin de individualizar a la persona que había tocado un objeto (5). Por mejoramiento de las mismas se puede entender: “el realce para mejorar la visibilidad de una impresión a través de medios físicos, fotográficos, digitales, ópticos o químicos” (8).

En cuanto a los reactivos utilizados se pueden dividir en dos: reveladores y trasplantadores.

### *Los reactivos reveladores*

Entre los reactivos reveladores, siendo estos los que se usan para visualizar la huella, entre ellos se pueden mencionar los mayormente usados para la búsqueda de huellas en armas de fuego según su superficie son los siguientes:

#### a) Reactivos físicos.

1. El reactivo de carbonato de plomo (color blanco).
2. El reactivo universal negro de humo (color negro).
3. Los reactivos magnéticos, que se fabrican con sustancias de óxidos de hierro en polvo fino, a los cuales se añaden otras materias colorantes y adherentes.
4. El reactivo magnético blanco se aplica en las superficies oscuras.
5. El reactivo magnético color plata se aplica en las superficies oscuras y lisas.
6. El reactivo magnético color oro se aplica en las superficies claras y lisas.
7. El reactivo magnético negro, se aplica en las superficies claras y pulimentadas.
8. Los reactivos fluorescentes (volcánicos o magnéticos).

#### b) Reactivos químicos.

1. El reactivo de cristales de yodo metálico.
2. El reactivo de ninhidrina.
3. Los reactivos de partículas pequeñas.
4. El reactivo negro de amido (amido Black) En caso de haber sangre.
5. El cianoacrilato y sus variables:
  - a. Cianocrilato líquido (para equipo, estufa o con reacciones químicas de calor).
  - b. El equipo Cyanowand.
  - c. El reactivo de evidencia dura.
6. El reactivo Rodamina 6G.
7. El reactivo Ardrex fluorescente.
8. El reactivo RAM fluorescente.
9. El reactivo DFO fluorescente.



Los reactivos fluorescentes se apoyan de equipos físicos, como los son las luces forenses (ALS), las cuales cuentan con diversas longitudes de onda que nos ayuda a visualizar las huellas tratadas con reactivos fluorescentes.

Existen más reactivos en la actualidad, sin embargo, los mencionados son los más usados por los laboratorios en lofotecnia. También existen novedosas técnicas no invasivas, es decir, que no alteran la muestra en su búsqueda. Entre ellas se tienen los equipos a base de ondas electromagnéticas, que acopladas a proyectores o pantallas permiten observar las huellas (9).

En cuanto a los trasplantadores o levantadores, entiéndase estos, como el insumo que se usa para levantar la huella y colocarla en un soporte para su conservación y estudio. Pudiendo servir el levantador como soporte. Entre los mencionados tenemos, las cintas adhesivas, los levantadores a base de gel y los reactivos como lo podrían ser el mikrosil® y el accutrans®.

### *El proceso de búsqueda de huellas lofoscópicas en armas de fuego*

Antes de exponer el estudio respecto al procesamiento de huellas en armas de fuego, es conveniente definir qué se entiende por arma de fuego. Según el glosario de la Asociación de Examinadores en Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (AFTE), “*se considera como el conjunto de un cañón y mecanismos de acción desde la cual se propulsa un proyectil(es) por los productos de la combustión. La definición legal de un arma de fuego puede variar según la jurisdicción*” (10).

Por lo que, para objeto de este estudio, se entenderá por arma de fuego, cualquier artefacto diseñado para alojar cartuchos que por los efectos de la combustión de la pólvora expulsan balas al espacio. Dentro de ellas se encuentran aquellas fabricadas expreso para esta actividad, así como aquellas de fabricación no en masa o llamadas como de fabricación casera. También se contemplan aquellos artefactos modificados con la intención de que funcionen como un arma de fuego.

David Cantero (11), respecto a la búsqueda de huellas lofoscópicas en armas de fuego, afirma que: “*De las superficies del arma se pueden revelar huellas dactilares latentes que permiten identificar directamente a la persona que manipuló y que probablemente disparó el arma (El autor), por el cual resulta prioritario su búsqueda*”.

Respecto al proceso de búsqueda de huellas lofoscópicas en armas de fuego INTERPOL menciona que:

*Para permitir un buen procesamiento del arma de fuego en busca de huellas dactilares latentes, el arma debe manipularse únicamente por la empuñadura o superficies no lisas, ya que las huellas latentes se desarrollan más fácilmente en superficies lisas, sobre todo en el cañón, el cargador o la munición. También se pueden encontrar huellas dactilares latentes en las balas o cartuchos si se han dejado caer en el cañón (12).*

A pesar de que se manipule lo menos posible un arma de fuego, esto no siempre es garantía de que se encontraran huellas en la misma. Existen diversas creencias al respecto, que dan por sentado el éxito en la localización de huellas en estos artefactos. En este orden de ideas el autor Benjamin Sobieck (13), comenta que a diferencia de lo que se cree:

*El gatillo de una pistola parece un lugar realmente lógico para encontrar una huella dactilar, ¿verdad? En realidad, los expertos dicen que las posibilidades de encontrar una huella latente en un arma pueden ser tan bajas como el cinco por ciento. Esto se debe a que las armas están diseñadas a propósito con bordes ásperos y superficies alrededor del gatillo para proporcionar un agarre adicional y, a menudo, las armas se limpian o se desechan después del crimen, lo que dificulta mucho que los investigadores encuentren una buena huella.*

Si bien lo anterior tiene algo de verdad, no siempre se debe a las estructuras de las armas. En la búsqueda de huellas lofoscópicas se interconectan otros diversos factores que influyen en la búsqueda de las mismas. Como lo serían: la temporalidad de la deposición de la huella, los elementos de contraste de la huella (agua, lípidos, sales, aminoácidos, aceites, etc.), esto puede deberse a que:

*Los efectos combinados a menudo dan como resultado la eliminación, evaporación o degradación de los componentes más volátiles de los residuos de marcas dactilares (como el agua, los aminoácidos y los compuestos orgánicos de bajo peso molecular, como los lípidos), así como una posible mancha u oscurecimiento de la marca. Estos factores pueden dificultar el funcionamiento de los métodos convencionales de recuperación de marcas de dedos, tales como los enfoques de tinción con humo y fluorescente de cianoacrilato (superpegamento) (14).*

También es de tener en cuenta que entre los efectos están los referentes a la competencia del examinador y la idoneidad de las técnicas utilizadas para el caso en concreto. Lo cual es también un factor que se considera dentro de los sesgos en una investigación, no siendo menos, aquellas que se dedican a la búsqueda y procesamiento de un lugar de intervención.

Para la búsqueda y persistencia de huellas en armas de fuego y elementos balísticos se han desarrollado numerables estudios. Se puede mencionar el estudio realizado en el departamento de policía de Denver, el cual reveló un bajo porcentaje en la recuperación de huellas útiles para comparación (15). También se destaca el estudio realizado por B. Amata, et. al. (16), el cual reporta un caso de éxito para la identificación de una huella lofoscópica obtenidas en la pieza llamada disparador de un arma de fuego. Lo anterior pudiera sentar un

antecedente en la búsqueda de esta parte de las armas de fuego. En consonancia con lo anterior, se han realizado estudios respecto a la obtención de huellas en los cartuchos y casquillos como el reportado por Richard Michael James y Mohamad Jamal Altamimi (17), consistente en la mejora del detalle de las crestas de fricción en los casquillos de munición de latón utilizando líquido de patinado en frío.

En cuanto a técnicas novedosas que pueden ser usadas a corto plazo, está la publicada como TOF-Sims por Madison (14), la cual consiste en:

*Una etapa de rotación para permitir a los investigadores y profesionales forenses realizar mediciones de espectroscopía de masas de iones secundarios (TOF-SIM) de tiempo de vuelo altamente sensibles y no destructivas y desarrollar imágenes de huellas dactilares de alta resolución en superficies que las imágenes de huellas dactilares convencionales no se captan en absoluto. Es una técnica de análisis de superficie sensible que proporciona información muy detallada sobre la ubicación de diferentes especies químicas en una superficie. La técnica utiliza haces de iones positivos de alta energía (típicamente hasta 30 keV) dirigidos a la superficie de la muestra para liberar iones secundarios de cualquier material con el que colisionen. A continuación, estos iones se aceleran en un analizador de tiempo de vuelo y se separan de acuerdo con su relación masa-carga, produciendo un espectro que es indicativo de la composición química de la muestra.*

En el mismo orden de ideas se tiene el estudio realizado y reportado por Rachel Leintz, et. al. (18), el cual consiste en la búsqueda de huellas de sudor obtenidas en casquillos por efectos de la corrosión de dicho sudor, es posible visualizarla mediante RUVIS. Al respecto Bond J. (19), establece que:

*Cuando un pistolero carga un cartucho en su arma, se transfieren pequeñas cantidades de sudor salado de sus dedos, registrando una impresión de la huella dactilar. “A alta temperatura, esas sales se funden y se produce una reacción química con el metal”. Esas reacciones graban químicamente la huella dactilar en la superficie del casquillo de la bala cuando se dispara el cartucho, y ninguna cantidad de lavado o limpieza la eliminará.*

Si bien estas técnicas fueron probadas en casquillos también lo es que puede ser utilizada para cualquier superficie, siendo una opción las armas de fuego. Sin embargo, en palabras de *Criminal Defense Lawyers in, PA & NJ* (20), se debe tener en cuenta que:

*Extraer huellas dactilares latentes de pistolas y otras armas de fuego suele ser muy difícil. Es difícil porque estas armas de fuego, especialmente las que se usan en delitos, a menudo son superficies aceitosas y extremadamente sucias*

*con múltiples impresiones superpuestas manchadas por el movimiento. El hecho de que la fiscalía no pueda presentar pruebas de huellas dactilares no significa que su caso no sea sólido. La acusación puede cumplir con su carga de prueba de culpabilidad más allá de una duda razonable con evidencia directa y circunstancial. Los fiscales en estas situaciones normalmente también presentarán un experto que pueda explicar la falta de evidencia de huellas dactilares. Obviamente, las huellas dactilares pueden ayudar en un proceso penal, pero su existencia no significa que el caso sea un perdedor para la defensa.*

En el estudio llevado a cabo por Mary Kathryn y James Tullbane (7), en el cual se analizó la factibilidad de huellas en armas sumergidas en agua:

*Los resultados sugieren que el personal de la escena del crimen que recupera armas sumergidas debe tener cuidado para garantizar que las impresiones recuperables no se vean comprometidas inadvertidamente en el proceso de recuperación. Antes de este estudio, no se sabía cuánto tiempo permanecería una huella latente en una pistola después de sumergirla en agua. Aunque es necesario introducir muchas variables adicionales, es evidente que, en condiciones ideales, una huella latente sebácea puede recuperarse de un arma de fuego sumergida hasta 70 días después de su depósito. Los resultados sugieren que el personal de la escena del crimen que recupera armas sumergidas debe tener cuidado para garantizar que las impresiones recuperables no se vean comprometidas inadvertidamente en el proceso de recuperación. Independientemente de la técnica de procesamiento, procesar las pistolas inmediatamente después de sacarlas del agua produce los mejores resultados.*

Los resultados fueron positivos, pero hay que aclarar que todos estos análisis fueron realizados en situaciones controladas. El anterior estudio, arroja nuevas posibilidades y se puede rescatar la necesidad de generar procedimientos que permitan la recuperación de elementos balísticos, así como de otros elementos metálicos en el propio ambiente descubierto para ser transportados con el líquido y analizados inmediatamente después de ser extraídos del fluido. La propuesta fue comprobada por sus mejores resultados al realizarlo de la manera indicada.

## Metodología

El estudio se realizó englobando todas las armas de fuego, sin discriminar la forma, material, calibre, etc. En un corte de tres años, comprendidos estos entre el 2019 y 2022. El estudio incluyó únicamente las armas procesadas en

el laboratorio. El nivel de exclusión entre los procesadores se tomó respecto a aquellos que contaban con las competencias actualizadas y positivas dentro de los años a estudiar. La naturaleza de los análisis no fue sujeta a control alguno ya que se tomaron de casos reales analizados en el periodo de tiempo mencionado. Por todo lo anterior, los resultados obtenidos son acordes a la realidad de los laboratorios participantes con sus respectivas variables medioambientales.

Se usaron como principales reactivos físicos reveladores, el polvo magnético y el polvo volcánico, en sus diversas tonalidades (color negro y blanco). Se usaron aplicadores de fibra de vidrio, pelo de marta, así como aplicadores magnéticos. Al igual, se usaron plumeros para quitar el exceso de reactivo en la superficie.

Las herramientas antes mencionadas se emplearon, ya que son con las que se ha demostrado mejor efectividad en cuanto a los procesos de búsqueda, así como la durabilidad en sus materiales. El estudio no sugiere que existan otros reactivos y herramientas igual o mejor efectivas.

También se usó como reactivo químico revelador y fijador el cianoacrilato, debido a que este se adhiere muy bien con la humedad a los elementos acuosos de la huella que son de fácil hidratación, y permite fijar las huellas. Posteriormente, las huellas son contrastadas con reactivos físicos, como los polvos volcánicos o magnéticos, lo que hace que la huella ahí revelada no pierda sus condiciones y pueda ser contrastada más de una vez. Con lo anterior, se evita posibles pérdidas, en contraste de si no se usare un reactivo fijador.

En cuanto a los elementos trasplantadores o levantadores se usaron de dos tipos, la cinta adhesiva conocida como convencional, de diversos tamaños, así como levantadores de gel en color negro y blanco.

La efectividad de las huellas obtenidas se analizó por parte del laboratorio de lofoscopia. Incluyó a todos los expertos que se encontraban capacitados y con competencias positivas en el periodo de estudio. No hubo una discriminación procesal preanalítica de las huellas, por lo que todas las que fueron obtenidas fueron sujetas a estudio. Lo anterior permite conocer que huellas son aptas y cuáles no, en cuanto a su validez identificativa.

## Resultados

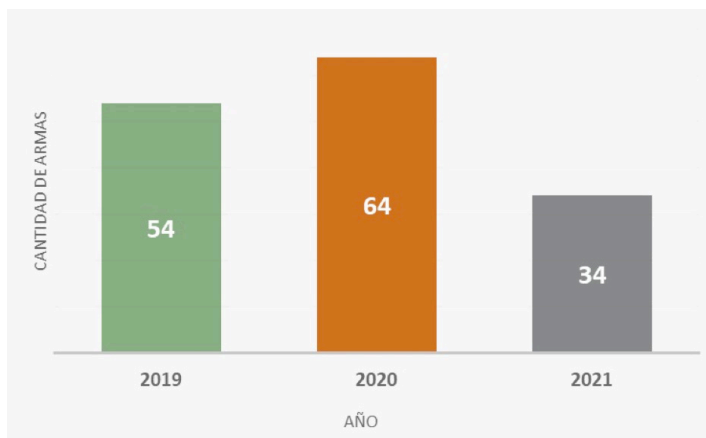
Al momento del estudio, la Dirección General de Investigación Pericial (DGIP), cuenta con un área especializada en el procesamiento de todo tipo de huellas, llamado Criminalística Especializada en Búsqueda de huellas (CEBH), reforma del nombre que se hizo a principios del 2022. Antes de la reforma esta área se llamaba criminalística de robos. Fue llamado así debido a que la mayoría de sus intervenciones son más en casos de robo o relacionados, sin embargo, su especialidad no lo es solo en robos, sino, en cualquier actividad de campo o laboratorio donde se requiere la reactivación para la obtención de huellas, ya sean

estas lofoscópicas, de pie calzado o neumático. Por lo anterior se gestó el cambio del nombre que ahora lleva. Actualmente dicha área cuenta con 11 peritos y un jefe de departamento o líder técnico. Su actividad se encuentra acreditada bajo la norma ISO/IEC 17020/2017. Para este estudio se contemplaron todos los peritos y al jefe del área. Los cuales cuentan, en las fechas contempladas para estudio, con una certificación internacional en procesos de búsqueda y levantamiento de indicios, que a la par de la acreditación del área, mide su desempeño año con año a través de exámenes de competencia.

Del estudio realizado de todos los procesamientos realizados por el área de criminalística especializada en la obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego, se obtuvo en el periodo de 2019 al 2021 un total de 152 casos donde se suministraron armas al laboratorio para la búsqueda de huellas lofoscópicas, (ver figura 1). Estos casos no incluyen aquellos donde se procesaron huellas de objetos (como también armas de fuego) en un lugar de intervención. Las armas procesadas se distribuyeron como se muestra en la figura 1. El análisis de la aptitud de las huellas obtenidas fue realizado por el departamento de lofoscopia forense. Por su parte el laboratorio realiza entre sus actividades la filiación de personas, así como la toma de huellas en personas vivas, occisos y el cotejo de huellas lofoscópicas, cuentan con un AFIS, compuesto por dos telescan, un fullworking y un digiweb.

Por lo que respecta a su método, el laboratorio se ajusta actualmente a los dos primeros niveles de los tres establecidos para el cotejo, así como al método ACE-V en su conjunto.

El laboratorio de lofoscopia forense, en el tiempo de la investigación, contaba con siete peritos y un jefe de departamento.

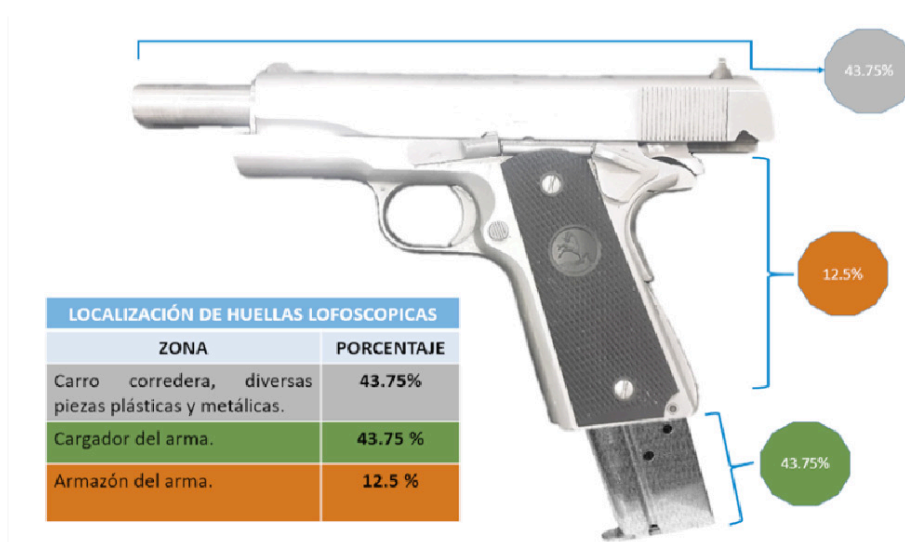


**Figura 1.** Frecuencia del total de armas de fuego por año procesadas para la búsqueda de huellas lofoscópicas.

De los casos en estudio, se obtuvieron huellas en un total de 16 de los 152 casos. El éxito de huellas obtenidas se dividió de acuerdo con las zonas del arma. Al respecto se obtuvo el 43.75 % de los casos de los cargadores de armas, el 12.5 % del armazón de armas, y el 43.75 % restante se obtuvieron del carro



corredera, así como de diversas piezas plásticas y metálicas de armas, como lo serían aditamentos. Estos datos se detallan en la figura 2.



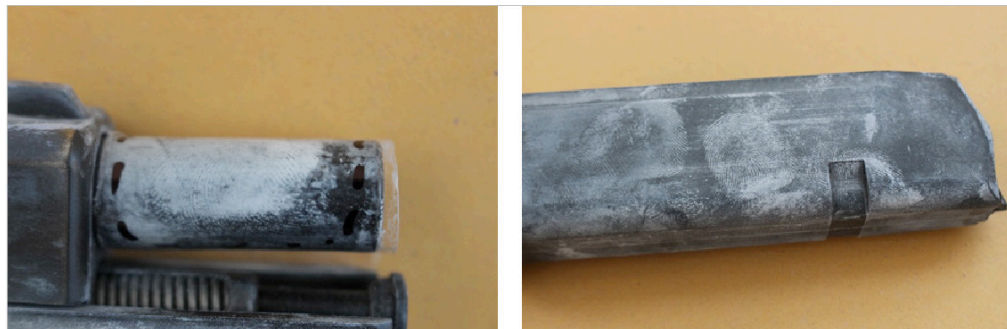
**Figura 2.** Porcentajes de localización de huellas latentes en armas de fuego. Nota. La referencia de las huellas fue obtenida del año 2019 al año 2021 por el departamento de criminalística de robos de la DGIP de la FGE de Aguascalientes.

## Discusión

En todos los casos analizados se pudo observar que el polvo volcánico es el más eficiente, siendo el blanco el que propició mejores resultados. Lo mencionado, puede deberse al color de las armas, que en la mayoría de los casos son fabricadas en tonalidades oscuras. En el 56.35% de los casos se tuvo buen resultado con el reactivo fijador de cianoacrilato, en el porcentaje restante, se tuvo mejores resultados con el uso del polvo de manera directa (magnéticos y volcánicos), de estos, solo en el 25 % de los casos se tuvo buen resultado con los polvos magnéticos, pudiendo ser una explicación, el que la mayoría de las armas contienen superficies metálicas donde no es conveniente el uso de este reactivo.

De todas las huellas recuperadas en las armas de fuego, un caso fue positivo para la identificación de un sospechoso registrado en la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación de Huellas latentes (AFIS).





**Figura 3.** Imágenes de huellas lofoscópicas obtenidas de un arma de fuego tipo pistola. La imagen izquierda corresponde a un fragmento de huella lofoscópica obtenida de la parte inferior de un cañón y la imagen derecha corresponde a huellas obtenidas del cargador del arma, ambas huellas se obtuvieron de un arma de fuego tipo pistola marca Glock®.

## Conclusión

Se demuestra una constante en la obtención de huellas, sin embargo, como dato curioso se observó una disminución considerable de casos del 2020 al 2021, esto probablemente debido a la contingencia por la pandemia por COVID-19. Lo anterior no afectó en gran medida la operación del área ni tampoco se reportó una baja en la efectividad de sus labores, si no por el contrario, se pudo observar una dedicación más minuciosa en cada caso, lo que permitió invertir más tiempo en el procesamiento.

Es de hacer notar que, si bien se pudo observar resultados en la obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego, también lo es, que no se pudieron obtener de los lugares que se pensaría serían los más probables, debido a la manipulación en dichas zonas. De las áreas donde se esperaba éxito fueron: el carro o corredera, el disparador y la empuñadura, debido a las características de dichas zonas y a la forma en que se manipulan. Adicional a esto, la mayoría de las huellas obtenidas no eran de buena calidad para ser sujetas a cotejo, por lo que esto afecta el fin último del procesamiento de huellas en armas de fuego. No por lo anterior, se deben de dejar a un lado aquellas huellas que se crean de mala calidad, ya que dependerá del área especializada en su estudio su discriminación.

Es de reconocer que la búsqueda y obtención de huellas lofoscópicas se ve proporcionalmente afectada por muchas variables, mismas que aplican también para los objetos como lo son las armas de fuego. Algunas de las causas que interfieren en la obtención de huellas en armas de fuego lo pudieran ser: su forma, el material, la afectación de los agentes externos del ambiente (oxidación, desgaste, etc.), la forma de conservación del indicio, entre otras. Se espera contar con alguna de las nuevas técnicas sujetas a desarrollo, como lo sería la cámara multiespectral e hiperespectral, la cual tienen entre sus bondades, sus efectos no invasivos para la muestra y contando con ellas, poder realizar una nueva investigación de hallazgos.

## Agradecimientos

Se agradece a los departamentos de criminalística especializada en búsqueda de huellas, así como al laboratorio de lofoscopia forense de la dirección general de investigación pericial del estado de Aguascalientes, por su apoyo en la recopilación de datos que fueron el éxito de este estudio que puede abrir nuevas fronteras para futuras investigaciones.

## Bibliografía

1. Rovatti P. Manual sobre Derechos Humanos y prueba en el proceso penal. 1a ed. Ciudad de México, México: Dirección General de Derechos Humanos de la Suprema Corte de Justicia de la Nación; 2021.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI). Presentación de resultados de censo de Aguascalientes [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx). 2020.
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI). Cuéntame de México. Territorio. 2022.
4. Castelló A, Pascual E. Huellas dactilares: identificación y mucho más. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*. Ene-Mar, 2021. (38):36-45.
5. Instituto Nacional de Justicia (NIJ). El libro de referencia de las huellas dactilares. Rockville, MD, USA. 2017.
6. International Criminal Investigative Training Assistance Program, (ICITAP). Identificación por Huellas Dactilares.
7. Kathryn M, Tullbane J. Latent Prints on Submerged Handguns. 2022
8. AAFS Standards Board. Terminology Used for Forensic Footwear and Tire Evidence. May, 2019.
9. Solana E. Cotejo por superposición de huellas dactilares usando el programa Adobe PhotoShop. *Archivos de Criminología, Criminalística y Seguridad*. 2021; XVI (26):134-160.
10. Association of Firearm and Tool Mark Examiners, (AFTE). Glossary. 2013.
11. Cantero D. Balística forense. Los indicios en la investigación de sucesos cometidos con armas de fuego. Ene, 2019.
12. INTERPOL. Firearms Recovery Protocol.
13. Sobieck B. How Easy is It to Find Fingerprints on a Gun? 2016.
14. New Tech Pulls Fingerprints from Bullet Casings. *Manufacturing.net*. 16 Nov, 2021.
15. Maldonado BL. Study on Developing Latent Fingerprints on Firearm Evidence. *Journal of forensic identification*. 01 Sep, 2012, ;62(5):425.
16. Amata B, Aprea GM, Chiuri A, Zampa F. Fingerprint on trigger: A real case. *Forensic science international*. 2015; 253:e25-e27.
17. James RM, Altamimi MJ. The enhancement of friction ridge detail on brass ammunition casings using cold patination fluid. *Forensic science international*. 2015;257:385-392.
18. Leintz R, Bond JW. Can the RUVIS Reflected UV Imaging System Visualize Fingerprint Corrosion on Brass Cartridge Casings Postfiring?, *Journal of forensic sciences*. May, 2013;58(3):772-775.
19. Bond JW. Hot bullet casings can still finger the criminal. *Journal of forensic sciences*. Jul 2008;53(4):812-822.
20. Criminal Defense Lawyers in, PA & NJ. Fingerprints & Forensic Evidence On Guns And Firearms. 2022.

# Clasificación de la escena de investigación basado en vectores de evolución

Alfredo Jesús Sánchez-Zurita<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup>Instituto de Servicios Periciales del Estado de Oaxaca, El Espinal Oaxaca.

✉ crimizurita@gmail.com

## Datos del artículo

Cita: Sánchez-Zurita Alfredo Jesús. 2023. Clasificación de la escena de investigación basado en vectores de evolución. Revista Digital de Ciencia Forense. 3(1): 17-38 pp.

Editor: Vicente Torres Zúñiga.

Revisión por pares: dos revisores.

Recibido: 11 octubre 2023.

Aceptado: 8 abril 2024.

Publicado: 30 abril 2024.

## Resumen

El problema sobre la clasificación del lugar de intervención es la falta de estandarización lo que merma la calidad del examen preliminar y las consecuentes estrategias de procesamiento, por tal motivo en esta investigación, se realizó un análisis de la clasificación basada en la ubicación físicas del espacio (abierto, cerrado y mixto), con un abordaje monográfico mediante la recolección, análisis y síntesis de la información relacionada al tema. Se identificaron los criterios actuales de inclusión y exclusión de cada tipo, se excluyeron los criterios que generan ambigüedad y se identificaron dos elementos importantes para modelar la clasificación que se propone, los cambios que sufre la escena a lo largo del tiempo (evolución de la escena) y los factores que influyen en dicho cambio (vectores de evolución). Lo que resulta en una propuesta de clasificación de 8 tipos; abierto total, abierto con límites laterales, con límites superiores, con límites laterales y superiores, cerrado de limitación, de gestión, de contención y de confinamiento. Se excluye al lugar mixto por ser ambiguo. Estos 8 tipos se basan en la evolución de la escena y los vectores de evolución (ambiente, humano y fauna).

**Palabras clave:** clasificación física del lugar, contaminación del lugar, evolución de la escena, vectores de evolución del lugar de intervención.

## Abstract

The problem concerning the classification of the crime scene investigation lies in the lack of standardization, which diminishes the quality of the preliminary examination and subsequent processing strategies. Therefore, this research conducted an analysis of the classification based on the physical location of crime scene (outdoor, indoor, and mixed) through a monographic approach involving the collection, analysis, and synthesis of relevant information. The current criteria for inclusion and exclusion of each type were identified; criteria generating ambiguity were excluded. Two crucial elements were identified to model the proposed classification: the changes occurring in the scene over time (scene evolution) and the factors influencing such changes (evolution vectors). This results in a proposed classification of 8 types: fully outdoor, outdoor with lateral boundaries, outdoor with upper boundaries, outdoor with lateral and upper boundaries, limited indoor, managed indoor, containment, and confinement. The mixed place is excluded due to its ambiguity. These 8 types are based on the scene evolution and the evolution vectors (environment, human, and fauna).

**Keywords:** crime scene classification, crime scene contamination, crime scene evolution, crime scene evolution vectors..

## Introducción

Al elegir las estrategias de protección, observación y la posterior recolección de indicios en una escena de investigación, es importante la definición y delimitación física del espacio, considerando su extensión, sus particularidades físicas y ambientales. Para eso existen distintas clasificaciones en la bibliografía (1), ya sea por la cercanía factual del hecho (lugar de hechos y conexo); la cercanía causal con el hecho que se investiga (hallazgos, enlace y hecho); por dispersión de indicios (escenas típicas y atípicas), tipo de delito o por ubicación física de la escena (abiertos cerrados y mixtos) (2, 3, 4, 5), esta última clasificación es tema de discusión en la presente, ya que es una de las más divulgadas en Latinoamérica y su definición es útil dentro de la evaluación preliminar para desarrollar un plan de acción estableciendo las técnicas adecuadas para el procesamiento (6,7,8).

En este sentido, es necesario establecer el tipo de lugar para delimitar la extensión de la zona crítica, y realizar la correcta protección del espacio, así como la adecuada observación estableciendo el alcance de las acciones de los analistas, eligiendo los puntos clave minimizando las acciones invasivas que generen la pérdida de indicios y a su vez no queden espacios sin observar (9, 2).

## Método

Se parte de la pregunta ¿Es la tipología del lugar en la ubicación física, (abierto, cerrado y mixto) una herramienta de clasificación válida para la toma de decisiones en el examen preliminar del lugar de intervención?

Por tanto, se plantea un abordaje monográfico sobre la clasificación del lugar de acuerdo con su ubicación física, mediante la recolección, análisis y síntesis de la información. Y para evitar términos ambiguos en este texto se entiende a la escena como el lugar de hechos, escena del crimen, lugar de intervención, lugar de investigación, etcétera, pero todas se refieren a lo mismo (10), también para diferenciarlo de las denominaciones que se utilizan en las clasificaciones. Por otra parte, se utiliza el término analista para referirse a todo interviniente que tenga participación en la escena, sea este primer respondiente, policía facultado, policía de investigación, forense o perito.

La recolección se realizó de febrero a abril del 2023, primero una exploración bibliográfica en libros de criminalística, buscando el tema de “clasificación de la escena, procesamiento de la escena o metodología de investigación criminalística” posteriormente se amplió la búsqueda online con palabras clave de “clasificación del lugar, escena abierta, escena cerrada y escena mixta” así como manuales y protocolos dentro de la temática de “escena del crimen, procesamiento de la escena del crimen y metodología criminalística”. Se recolectó un total de 38 textos, 22 libros (3 de ellos autopublicados en formato electrónico) 4 artículos tres de divulgación y uno de investigación (sólo

menciona la clasificación sin que sea tema principal de la investigación), 9 guías o manuales, 2 protocolos, 1 página de divulgación online.

En 17 textos se define cada tipo y en los 22 restantes no se define, mencionados textualmente en 20 documentos y en los demás se menciona en forma implícita, se destaca en los textos con definición de cada tipo predomina la clasificación de abierto, cerrado y mixto, por otra parte, en los documentos que no definen el tipo de lugar predomina la clasificación de abierto y cerrado, lo cual se puede apreciar de forma clara en la tabla 1 y 2.

**Tabla 1.** Autores que definen cada tipo de lugar de la clasificación, se puede observar que la clasificación de abierto cerrado y mixto es mencionado en 7 fuentes, y una fuente más en donde se incluye al lugar acuático.

Autor	Clasificación
Montiel Sosa, J (1998)	Abierto y cerrado
Kehdy, C. (1968)	Interno y externo
Vargas y Olortegui (2015) López Calvo, P. (2014) Flores, R. (2017) López Calvo, P. y Gómez Silva, P. (2000) Aldama, R. (2016) Fuentes, A. (2013) Lameirão, D. Hermidia, T.	Abierto, cerrado y mixto
GITEC (2012) National Institute of Justice Huertas, L. Sanchez, O. y Arellano J. (2021) Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses	Abierto, cerrado y móvil
Drago, A. y Pinto, R. (2015) Mallmit, MdM Ost, P.	Mediato, inmediato, relacionado
Toledo, V. Espejo, E. y Muñoz. C. Quezada, R. (2022)	Abierto, cerrado, mixto y acuático

López Calvo y Gómez Silva (11), mencionan el tipo mixto, en su obra investigación criminal y criminalística del año 2000, siendo la referencia más antigua que lo define, dicha obra fue reeditada en 2014 (12), con López Calvo como único autor, sin cambiar la definición.

No se localizaron investigaciones empíricas o teóricas que refuten o refuercen la clasificación, una de las hipótesis es que las experimentaciones de modificaciones en los indicios con modelos de lugar cerrado tienen control sobre el espacio y los que evalúan ambientes cerrados y abiertos se centran en la variable medioambiental sin tener en cuenta el modelo de clasificación, usando de forma implícita a los lugares abiertos y cerrados.

Durante la búsqueda online se localizaron blogs, publicaciones en redes sociales y presentaciones en PowerPoint, que replican la definición de los lugares de López Calvo y Gómez Silva, dicha información fue excluida por ser repetitiva.

**Tabla 2.** Autores que no definen cada tipo de lugar de la clasificación, se puede observar que la clasificación de abierto y cerrado es mencionado en 16 fuentes.

Autor	Clasificación
Ausdemor, M. y Neumann, C. (2020) Conferencia Nacional Secretarios de Seguridad Pública México	Abierto y cerrado
Dirkmaat, D. y Cabo, L. (2016) Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación	
Procuraduría General de la República (2015)	
Moreno Gonzalez, R. (2010) Technical Workgrop on Crime Scene investigation (2013)	
Policía Nacional de Perú (2013)	
Fisher, B. (2003)	
Gardner y Krouskup (2019)	
Horswell, J. (2004)	
Houk, M., Crupino, F. y McAdam, T. (2012)	
Silveyra, J. (2006)	
Guzman y Ferreiro (2011)	
Byrd, J. Sutton, L. y Brundage, A. (2022)	
AlShamsi, M. (2022)	
Harris, H. y Lee, H. (2019) Fiscalía General de la Nación (Colombia, 2018)	
Miller, MT, Jones, P. (2014) Jadhav, E. Parihar, K. Sankhla, M. y Sonone, S. (2022)	
Ministerio Público (Venezuela)	

Ya que no existen investigaciones especializadas y la bibliografía localizada tiende a repetir la clasificación realizando sus propias interpretaciones, durante el análisis se realizó una evaluación de los elementos que definen a cada lugar por individual, y en la síntesis se unificaron dichos elementos identificados entre qué elementos funcionan y qué elementos son ambiguos. Este ejercicio de análisis y síntesis consideró temas que de forma implícita definen al lugar, tales como la contaminación de la escena, la protección, la recolección, las medidas de seguridad y la reconstrucción de hechos.

### Análisis del tipo clásico

La clasificación del lugar basada en el espacio físico y sus características tiene tres vertientes predominantes, los que la clasifican en abierto, cerrado y mixto; los que la clasifican en abierto, cerrado y móvil; y los que la clasifican en abierto y cerrado. Estas variaciones en la clasificación se deben a la falta de un estándar que nos indique los criterios de inclusión y exclusión sobre cada tipo. En apariencia existen obvias diferencias entre lugares cerrados y abiertos, se coincide que los primeros son espacios con límites visibles, precisos y que protegen de las condiciones ambientales, y los segundos son todo lo contrario (13).

Ahora bien, en cuanto al lugar mixto, López y Gómez (11, 12), mencionan que el lugar mixto es una combinación del lugar abierto y cerrado, definición que no explica mucho, terminando con una tipología ambigua. La definición



de López y Gómez es repetida en diferentes textos sin cambios significativos, agregando o quitando ejemplos según la interpretación de cada autor. Tal es el caso del manual de criminalística de la Policía Nacional de Perú, al decir que es mixto cuando los elementos de estudio se encuentran en áreas cerradas y abiertas, ejemplificando a los centros comerciales y coliseos (4). Por otra parte, Fuentes menciona que el mixto se define por el espacio precintado con partes abiertas y cerradas, además que no se encuentra en contacto con el cielo directo, un patio con un techo de zinc por ejemplo (14).

Los ejemplos utilizados interpretan de forma distinta al lugar, en el primer caso se toma en cuenta la amplitud de un espacio cerrado y en el segundo caso toma como criterio la protección parcial al ambiente.

Por su parte Flores Zarate (13), amplía el análisis del lugar en un esquema de relación donde diferencia a los escenarios de investigación (principal, conexión y móvil) de los lugares de investigación (abierto, cerrado y mixto). También aumenta un criterio de diferenciación en los lugares mixtos argumentando que el lugar mixto.

*“...resulta de la composición de un lugar abierto con un lugar cerrado, todo se encuentra condicionado a la interacción que realizó el victimario durante la comisión del hecho... ...convirtiendo directamente dos tipos de lugares en uno solo...” (13).*

Si bien esta interpretación refuerza los criterios para diferenciarla de otros tipos de lugar, no llega a ser clara a través de sus ejemplos, tales como una casa con un patio, una habitación que tiene conexión a una calle o un terreno con bardeado incompleto. En los primeros ejemplos presenta un espacio compuesto por dos espacios, casa-patio y habitación-calle, pero en el tercero presenta un solo espacio con límites incompletos.

La falta de estandarización va más allá de la ambigüedad en el lugar mixto, y tenemos textos que lo excluyen, tales como Montiel Sosa (15), Moreno González (16) o Guzmán (8), y también textos que parecen excluirlo, como el “Manual de buenas prácticas en la escena del crimen”, en su apartado 3.4 de título “medidas de protección según el lugar” identifica a los lugares abiertos, cerrados, vehículos y similares (2), pero al describir los conceptos generales durante la fase de búsqueda y tratamiento de la evidencia menciona textualmente lo siguiente:

*“Todos estos métodos pueden utilizarse de manera aislada o combinados, dependiendo de cada caso en particular y teniendo en cuenta áreas abiertas, cerradas o mixtas” (2).*

En otras lenguas sucede algo similar, la tradición brasileña que adopta la clasificación de Mallmith, define los lugares en mediatos, inmediatos y relacionados, basada en la concentración de indicios, la zona cercana a esa concentración y cualquier lugar que proporciona información del hecho sin que tenga conexión geográfica directa con el lugar mediato (17, 18, 19), dicha clasificación entiende al lugar como un contenedor de indicios sin considerar si se encuentra expuesto o protegido a las condiciones ambientales, pero algunos textos se ven influenciados por la tipología abierta, cerrada y mixta, como en la colección Padrão Zeus, de Lameirão y Hermidia (20), en donde se menciona que los vehículos estacionados al exterior son considerados lugares abiertos. Otros textos en portugués no consideran al mixto y mencionan a los lugares externos e internos (21).

Por otra parte en la bibliografía anglosajona se puede encontrar a los lugares abiertos, lugares cerrados (22, 23, 24, 25) y en ocasiones los lugares móviles (26, 27), este último tipo es rescatado en algunos textos en español acompañando a la triada de abiertos, cerrados y mixtos (28, 29).

Regresando a la clasificación basada en el espacio físico y los elementos que aportan a esta los textos analizados, podremos identificar los criterios de inclusión y exclusión aplicables a cada tipo.

- Lugar abierto: Espacio físicos sin límites precisos y sin protección de las condiciones ambientales.
- Lugar cerrado: Espacio físico con límites tangibles y protección de las condiciones ambientales.
- Lugar mixto: lugar en el que se desarrolló un hecho en más de un espacio físico abarcando lugares cerrados y abiertos.

Con eso en mente podríamos decir que los límites y la protección de las condiciones ambientales son los criterios de inclusión y exclusión en cuanto a lugares abiertos y cerrados, por otra parte, el desarrolló de un hecho en más de un espacio representaría al lugar mixto.

Pero el problema de diferenciar entre tipos no se resuelve con estos criterios, ya que reducir el lugar a la existencia o inexistencia a la vez de límites que genera confusiones, por ejemplo, la azotea de un edificio de 20 pisos cuenta con límites laterales que dan a una caída libre, podría considerarse un espacio cerrado, pero al estar sin límites superiores se encuentra expuesto al ambiente por lo que podría considerarse abierto, también podría considerarse como un espacio que cuenta con características de ambos lugares por tanto sería mixto.

Otro ejemplo podría ser una palapa la cual solo cuenta con techo de palma para que el viento circule, se observa con límites superiores y los límites laterales son definidos por la extensión del techo, por lo que sus características físicas la definen como un lugar cerrado, aunque por la exposición a las condiciones

ambientales, acceso a personas y fauna podría considerarse un lugar mixto al entrar en una combinación de ambos espacios.

Y si somos más rigurosos en los criterios de los ejemplos anteriores, podríamos decir que en ambos casos se trata de un solo espacio y el desarrollo de un hecho en los mismos rompe con el criterio del desarrollo en más de un espacio.

Esta relación entre la escena y su exposición ambiental es reconocida por González (30) como el fin inmediato de la protección y conservación del lugar. Dada la clasificación actual los resultados que se obtengan de dicha protección y conservación, serán valorados a criterio del analista, en términos ambiguos y con resultados de calidad cuestionable.

Otro fin de la criminalística es la reconstrucción del hecho e identificar a los autores (30, 31). Las modificaciones de la escena deben ser diferenciadas entre las realizadas por el autor de forma intencional o las realizadas por terceros de forma accidental, por ahora la clasificación no aporta a este respecto, pero podría ayudar, por ejemplo en un evento de disparos de arma de fuego en una calle en donde existan impactos en muros, en un vehículo y casquillos sobre la calle, los impactos en muros es difícil modificarlos intencionalmente en su posición pero si en su forma, los casquillos pueden ser modificados en su forma y posición por el tránsito de vehículos o por personas desplazándolos y aplastándolos después del hecho. Ahora bien, si el hecho se sucede al interior de un domicilio las modificaciones en posiciones y formas tendrá menos probabilidad de suceder, pero llegados a una combinación de espacios tanto de una calle como de un domicilio la probabilidad de modificación de los elementos en la escena dependerá del espacio por individual y no de un espacio solo, aunque se defina como mixto. Estos cambios que dependen de la exposición de modificadores en la escena pueden ser diferenciados al aceptar que no existen escenas prístinas y que la clasificación del lugar refuerza la diferenciación de las acciones del hecho y posteriores a este.

Ahora bien, en casos de testimonios es importante clasificar correctamente el lugar y sus características, pues de ello depende la credibilidad ya que los obstáculos parciales o totales deben tener verosimilitud con lo que se percibe a través de los sentidos. En lugares cerrados existiría una limitación desde un espacio aledaño, por el contrario, en un lugar abierto no existirían dichas limitaciones, pero los lugares mixtos conservan la ambigüedad de la exposición ambiental ya que según la interpretación podrían tener obstáculos en la misma escena o ser un espacio delimitado de grandes dimensiones que no limiten la percepción de testigos.

Son estas ambigüedades las que restan fiabilidad en la clasificación, que son debilidades son aprovechables en audiencias de juicio oral al establecer que existe una clasificación incorrecta según criterio de un experto de la contraparte, protección y conservación inadecuada respecto al tipo de lugar, carencia de elementos que refuercen la reconstrucción e identificación de los autores del

hecho o falta de verosimilitud entre testimonios y el espacio.

En la bibliografía no se han presentado criterios estandarizados y la clasificación se presta a múltiples interpretaciones, en la Guía Nacional de Cadena de Custodia de México se utiliza textualmente la clasificación de abierto y cerrado excluyendo al lugar mixto (32), no se tiene certeza sobre el razonamiento para dicha exclusión, pero es probable que sea debido a su ambigüedad.

Esta problemática tiene dos alternativas de solución: eliminar la clasificación o reforzar los criterios de interpretación.

### *Síntesis y propuesta*

En este texto se opta por el fortalecimiento de la clasificación, ya que la familiarización de la clasificación facilita la discusión, además de que la clasificación física del lugar tiene relevancia en la evaluación primaria para la toma de decisiones de acordonamiento y/o aseguramiento, y de la calidad de los indicios que se van a recuperar en dicho espacio, es decir a mayor exposición de agentes destructores, menor calidad de indicios y viceversa (33).

Para el fortalecimiento, primeramente, se identifican los componentes que definen la escena por sus características físicas en donde encontramos el patrón de uso, definido por la actividad humana, mientras menor sea ésta, menores construcciones y más abierto el lugar, o dicho de otra forma mayor exposición al ambiente. Esta dualidad persona-ambiente, no es el único elemento que modela al espacio, además de agregar a la fauna, se tiene que tomar en cuenta la sensibilidad al cambio de los datos (indicios) a recuperar.

Por tanto, se propone identificar las variables que describan el lugar en una tipología que parte de las características físicas del espacio y su estabilidad ante el cambio provocado por la acción ambiental, humana y de fauna. Por tanto, en este texto se define al cambio como *evolución de la escena*, y a los agentes que provocan el cambio como *vectores de evolución*.

### *Evolución de la escena*

Para Crispino, la escena es un hecho a reconstruir, este hecho se encuentra compuesto por tres unidades, lugar, tiempo y acción (9), es importante detenernos en la unidad de tiempo para dejar en claro que se entiende por evolución al clasificar los lugares.

Un aforismo atribuido a Locard es “*el tiempo que pasa es la verdad que escapa*”, pero implícitamente los científicos forenses aceptamos que el cambio es una constante dependiente del tiempo y que dicha constante no significa la pérdida de la naturaleza originaria de un hecho, más bien es una serie de hechos que se continúan hasta la llegada de los analistas que presencian esos cambios y los documentan para que, en una especie de ingeniería inversa, se retroceda científicamente hasta el hecho originario. Por tanto “*el tiempo que pasa es un hecho que evoluciona*”.

Un ejemplo claro es la descomposición cadavérica, la cual tiene fases y factores que explican el fenómeno. Esos cambios del cuerpo pueden ser destructivos hasta la esqueletización o conservadores como la saponificación o la momificación (34, 35), así pues, se habla de la evolución del hecho, ya que se consideran los efectos destructores y conservadores.

De lo anterior y para este texto, se entiende a la evolución del hecho como:

*Cambios que sufren los indicios antes, durante y después de su procesamiento, estos cambios pueden presentarse como modificación en su forma y posición, contaminación con la introducción de elementos ajenos al hecho, remoción de elementos en el lugar, destrucción que puede ser parcial o total, y conservación que igualmente puede ser parcial o total.*

Esta definición identifica al procesamiento como punto de referencia tres fases, antes, durante y después del procesamiento, y se identifican cinco cambios probables modificación, contaminación, remoción, destrucción y conservación. Ahora bien, cada fase de la *evolución de la escena* es distinta, y podemos identificar las siguientes características de cada una de ellas:

- Antes del procesamiento no existe control en el lugar y la pérdida de indicios depende de la naturaleza del indicio y la exposición a los probables vectores de evolución.
- Durante el procesamiento se establecen las medidas de control para evitar la pérdida de indicios que depende de las buenas prácticas de los analistas en el procesamiento y la facilidad del espacio a la aplicación de técnicas de protección.
- Después del procesamiento el control de indicios depende del traslado, almacenamiento y análisis, que se pueden documentar siguiendo la trazabilidad del Registro de Cadena de Custodia.

Ya que en la bibliografía existen reglas y protocolos aplicados en la fase, del durante y el después del procesamiento, en este texto se analiza el antes del procesamiento, ya que al definir la tipología del lugar es importante priorizar el riesgo de pérdida de los indicios frágiles y con menor protección ante el cambio.

Además del tiempo existen agentes que provocan los cambios y que se identifican en este texto como “*vectores de evolución*”.

### *Vectores de evolución*

Los *vectores de evolución*, término adaptado desde el área médica y en una analogía con vectores de transmisión de una enfermedad (36), e inspirado

por Ausdemore y Neumann, en donde utilizan el término *vector de conteo*, para referirse a los grupos conteo de polvo obtenidas a partir de una mezcla de polvo e identificar los lugares probables de donde se obtuvieron (37), son los medios por los que se influye en el lugar resultando en cambios que descomponen o conservan la originalidad del hecho, en este sentido se identifican tres grupos, el vector ambiental, el vector humano y el vector de fauna. Cada uno de estos vectores con sus diferentes dinámicas y variables, de las que solo los del *vector ambiental* pueden medirse cuantitativamente mediante instrumentos, los *vectores humanos y de fauna* se miden en términos cualitativos con estimaciones directas e indirectas.

### *Vector ambiental*

El *vector ambiental* influye directamente en la escena con dos variables medibles, la humedad y la temperatura, que tienen mayor influencia en los indicios biológicos ya sea descomponiéndola mediante la acción del calor que la deshidrata o la quema, acelerando las reacciones internas por acción de microorganismos o congelándola, la importancia de las muestras biológicas radica en que son útiles para identificar al autor o víctima del hecho, además de ser sensible al cambio y contaminación cruzada (38).

En este sentido se han realizado investigaciones que tratan de describir el límite de temperatura máxima para la recuperación de muestras genéticas en manchas de sangre sometidas a altas temperaturas, logrando recuperar muestras que disminuyendo su cantidad pero no disminuyen su calidad, ofreciendo técnicas para su recuperación (39, 40), en otras evaluaciones se aumentó la temperatura hasta los 1000° logrando recuperar muestras genéticas después de la exposición (41), sin embargo esta este último experimento es cuestionado por interpretación errónea de los datos y falta de claridad en el procedimiento e instrumentos utilizados (42). Estas evaluaciones fueron realizadas en ambientes de control en donde no se consideró la humedad cuyo efecto podría ser mayor en la desintegración de la muestra genética.

Otras investigaciones evaluaron el comportamiento morfológico de las manchas de sangre a variaciones de temperatura y humedad, esto con fines de caracterizar su forma modificando los resultados en reconstrucción forense (43, 44). Otras más ofrecen herramientas y técnicas para la recuperación de datos aportados por la sangre y otras muestras biológicas en casos de difícil recuperación (45, 46, 47, 48, 49, 50). Considerando la suma de humedad y temperatura, el medio ambiente es importante para la proliferación de microorganismos que modifican los indicios biológicos, su acción es similar a la acción entomológica, misma que se puede evaluar por medio de oleadas (51, 52, 53). Estas investigaciones aportan información sobre cómo los indicios biológicos son más susceptibles a los cambios morfológicos y bioquímicos, dificultando la recuperación de datos que identifiquen al autor o víctima y datos para la reconstrucción.



En el caso de los indicios químicos, y en relación con la evolución provocada por el *vector ambiental*, estos son más estables o sensibles dependiendo de su composición, ejemplo de ellos son los combustibles que dependiendo de su composición tienden a evaporarse en el medio ambiente (54, 55), en algunos casos dejando manchado oleoso sobre el lugar en el que se evaporaron. En cambio, los indicios físicos tienen cambios poco significativos en el corto plazo siendo evidentes los cambios a largo plazo como la oxidación, cambio de coloración o fragilidad por erosión. Estas consideraciones no son aplicables a la evidencia traza, la cual al ser microscópica puede verse mezclada fácilmente independientemente de su naturaleza (37).

El *vector ambiental* se puede presentar de dos formas, el ambiente natural y el ambiente gestionado, el natural evidentemente es el que se encuentra en la naturaleza y que influye mayormente en espacios exteriores y el ambiente gestionado se presenta en los espacios cerrados que pueden aprovechar parte del ambiente natural, tales como luz o ventilación. Así también se pueden utilizar dispositivos que mantengan las condiciones de humedad y temperatura a las necesidades y gustos de las personas. En ambos casos las variables medibles son las mismas, descartando a la iluminación, al existir pocos indicios que sean fotosensibles, y las corrientes de aire que llega a influir en la humedad y en casos extremos pueden modificar la posición de indicios, pero por ahora solo se limita al modelo a la humedad y temperatura. Para evitar confusiones en lo que resta del texto al hablar del vector ambiental se hace referencia al ambiente natural.

Teniendo esto en cuenta se identifican cuatro combinaciones que provocan cambios sobre los indicios biológicos y que se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Probable evolución de indicios biológicos por combinaciones de humedad y temperatura.

Combinación	Ejemplos	Probable resultado en indicios biológicos
Temperatura elevada Humedad elevada	Selvas y bosques	Mayor actividad de microorganismos en indicios biológicos
Temperatura baja Humedad baja	Interior de algunos edificios en zonas desérticas y semidesérticas	Menor actividad de microorganismos biológicos
Temperatura elevada Humedad baja	Regiones desérticas y semidesérticas	Deshidratación de la muestra
Temperatura baja Humedad elevada	Regiones nevadas y habitaciones refrigeradas	Disolución, lisis o congelación de la muestra

Las variables de humedad y temperatura son fácilmente medibles con termohigrómetro, sensibles para ambas variables, y es recomendable realizar la medida al arribo, dejando al instrumento medir dichos valores a lo largo de la



intervención, obteniendo los valores iniciales y finales. los cambios en los valores de humedad y temperatura pueden resultar significativos para entender la dinámica ambiental del espacio, teniendo en cuenta que la dificultad se presenta en el vector ambiental proveniente de la naturaleza que los lugares cerrados generan una contención mayor a lo largo del tiempo y en donde la humedad y temperatura normalmente se encuentran adaptadas a las necesidades y hábitos de las personas que usan el espacio.

### *Vector humano*

El *vector humano* conforma a todas las personas, sean o no ajenos al hecho y que influyen en la escena bajo tres estimaciones cualitativas; densidad poblacional, forma de uso del espacio y la cultura de la legalidad.

La densidad de población es medible con estadísticas de los censos de población y vivienda como indicador directo de la influencia en el espacio, así también compararlos con los mapas astronómicos de contaminación lumínica como un indicador de densidad poblacional, este último dato puede tener sus desventajas en cuanto a la población sin electricidad por lo tanto tiene que corroborarse con la observación directa en el terreno.

En cuanto a la forma de uso del espacio, normalmente es definida por las reglas de zonificación que por lo regular se encuentran establecidas por cada gobierno, pero también es necesario considerar las zonificaciones que se escapan de las reglas ya sea comercial, residencial, de tránsito peatonal o vehicular, etcétera, este elemento es importante al definir la influencia del vector humano, ya que el comportamiento humano se adapta al espacio en el que se encuentra, por ejemplo en un espacio de tránsito vehicular es utilizado por las personas mediante vehículos pero dependiendo de la tasa vehicular y las costumbres locales puede ser adaptado para el tránsito de personas o en periodos como vías de recreo familiar.

Por otra parte, se encuentra la cultura de la legalidad que en este texto se entiende como la simpatía de la sociedad en general con el estado de derecho y la intolerancia a la ilegalidad (56). Bajo esa postura y aplicada a los casos forenses, se puede presentar como indicador cualitativo representada desde la población civil como el respeto las autoridades, en este caso los analistas, y las acciones que dicha autoridad efectúa en la investigación de delitos.

La forma de medirse sobre el terreno debe tener en cuenta los antecedentes del comportamiento de la población ante la autoridad, en los casos más extremos que se conocen se encuentran las poblaciones de alto riesgo por amenazas delictivas o ataques de grupos delictivos tanto a autoridades y población civil, lo que dificulta el trabajo forense (57), por otra parte también existen poblaciones en donde las costumbres locales no permiten el trabajo completo, llegando a trasladar los cuerpos de las víctimas a domicilios particulares antes de que los analistas lleguen al lugar (58).

Medir los aspectos de la cultura de la legalidad es complicado, pero

se pueden dar indicadores cualitativos a través de la invasión de las zonas de acordonamiento, desde la evidente modificación por particulares y el confrontamiento con autoridades que arriban al lugar, hasta el respeto total al ingreso al lugar acordonado, por lo que podemos establecer los siguientes indicadores:

- Cultura de la legalidad baja: en espacios donde existe un evidente cambio de la escena, ya sea por la modificación de la posición de la víctima, la ausencia de esta en el lugar o la presencia de personas ajenas a la investigación dentro de las zonas críticas de la escena.
- Cultura de la legalidad media: en espacios donde existe confrontación entre civiles y autoridades en el lugar sin que se llegue a la evidente descomposición de la escena por parte de civiles pero que por la confrontación con autoridades no debe descartarse la misma.
- Cultura de la legalidad alta: en espacios donde la población civil sigue las indicaciones de la autoridad llegando a participar como auxiliares voluntarios en el resguardo y protección del lugar, facilitando cuerdas u objetos que delimiten el lugar.

Ahora bien, independientemente de la cultura de la legalidad de la población en cada espacio nunca debe descartarse la probable modificación de la escena por el vector humano, además de eso hay que tener en cuenta también los actos de simulación que son utilizados para desviar la investigación mediante una modificación humana intencional (59).

### *Vector de fauna*

Por último, el *vector de fauna* se compone por la fauna urbana, doméstica y silvestre. Normalmente la fauna doméstica es controlada fácilmente por la persona, sin embargo, al no existir personas que las limiten pueden modificar el lugar a lo largo del tiempo, en cuanto a la fauna urbana sucede algo similar a la fauna doméstica, por lo que ambas dinámicas se engloban y su variación depende de si se trata de una escena abierta o cerrada y de la gestión del *vector humano*. Ahora bien, con respecto a la fauna silvestre su influencia en la descomposición del lugar tiende a ser mayor en espacios con menor densidad de población humana y que por lo mismo tienen mayor influencia, ya que el hallazgo de la escena y el tiempo que pasa hasta el arribo de las autoridades suele ser mayor.

En cuanto a la fauna entomológica se sugiere tomar en cuenta el tiempo que pasa desde el hecho hasta el hallazgo, principalmente en escenarios expuestos al medioambiente en donde no existe gestión sobre la acción que ejercen principalmente en cadáveres, sin que estas dejen de generar modificaciones pero puede haber variaciones con respecto a la exposición al ambiente, teniendo

en cuenta que los insectos tienen una distribución variada y deben establecerse los patrones de su acción en cada caso (60, 61, 62, 63, 64, 65).

De lo anterior se pueden tomar como referencia los indicadores de cultura de la legalidad mencionados en el vector humano en lo que se refiere a la fauna urbana y doméstica. En cuanto a la fauna silvestre se puede tomar en cuenta la presencia o ausencia de actividad humana definida por la forma de uso en los espacios con baja densidad de población, por ejemplo, campos agrícolas, cercas delimitando terrenos, veredas o signos de tala de árboles, estos indicadores sugieren una mayor probabilidad del alejamiento de la fauna durante el día y una menor probabilidad de acción en la escena antes de la llegada de los analistas.

Todos los indicadores mencionados son útiles para modelar el espacio y sus dinámicas, no significan necesariamente que exista una mala calidad en los indicios recuperados, pero sí pueden ser útiles para la identificación de técnicas de protección, documentación, del lugar, así como la recuperación de indicios y cuáles tienen mayor probabilidad de conservarse en el espacio hasta la llegada de los analistas.

### *Dinámica de vectores e identificación del tipo de lugar*

Para identificar el tipo de lugar es necesario reconocer que vectores intervienen en los mismo, pues dependiendo de la protección física que exista inherente al lugar se puede gestionar o limitar la acción de estos vectores al arribo de los analistas y es importante tener presentes esto ya que “los analistas no evitan la evolución del hecho, sino que la documentan y limitan en la medida de lo posible la evolución influenciada por los tres vectores”. Por tanto, existen espacios que no facilitan la protección al encontrarse totalmente expuestos a los tres vectores.

Retomando a los lugares abiertos y cerrados, de la clasificación clásica, se pueden identificar espacios de mayor exposición o menor exposición. Por una parte, los espacios abiertos, presentan una exposición total a los vectores de evolución y por otra los espacios cerrados van limitando gradualmente la exposición a los vectores dependiendo de sus características físicas, pasando por el vector ambiental, posteriormente a los vectores de personas y de fauna. Por tanto, en base a la exposición de vectores y las dificultades de protección asociadas a el control de los vectores, podríamos definir dos categorías:

1. Espacios que se definen por su exposición al vector ambiental dificultando la protección al mismo, a la vez que los vectores de personas y fauna pueden gestionarse mediante la presencia de barreras físicas dispuestas por los analistas o la simple presencia de los analistas. Estas características son propias de lugares abiertos.
2. Espacios que cuentan con un ambiente gestionado, cuya protección se

limita a evitar el uso del espacio durante la intervención de los analistas. Características propias de lugares cerrados.

Con estas características generales podemos generar un modelo que identifique particularidades de la exposición primero al ambiente y después a las personas, teniendo a la fauna como un dependiente al ambiente en cuanto a fauna silvestre y a las personas en cuanto a la fauna urbana, por tanto, en lugares abiertos se relaciona con el ambiente y en lugares cerrados se relaciona con las personas (excepto en cuevas y edificios abandonados).

### *Propuesta de clasificación de lugares abiertos*

En cuanto a la protección hacia los vectores humanos y de fauna, la presencia visual de los límites de acordonamiento y la presencia de autoridades son fundamentales, ya que evitan mediante la persuasión al ingreso de los mismo a la escena, no es así cuando se habla del vector ambiental ya que al no existir estructuras que protejan o faciliten la protección en el espacio, existe mayor probabilidad de cambio, sobre todo en los lugares con temperaturas y humedad elevada, por lo que se debe priorizar a ante la exposición ambiental, principalmente, por tanto se reconocen los siguientes lugares:

- Lugares de apertura total que presentan exposición a los tres vectores, que pueden presentar límites regulares o irregulares que no limiten la acción total de los tres vectores como lo pueden ser mallas ciclónicas, muros parciales o delimitaciones por edificios cercanos como lo son las calles o avenidas.
- Espacios abiertos con límites, categoría con mayor protección que se definiría con la suma de límites laterales y superiores con aperturas parciales que no limitan en su totalidad la exposición a los tres vectores, por tanto, seguiría perteneciente a lugares abiertos, de los que podemos encontrar tres categorías; abiertos con límites laterales, abiertos con límites superiores y abiertos con límites laterales y superiores. Las primeras dos categorías podrían ejemplificarse con una palapa y una construcción inconclusa sin techo o patios de servicios delimitados que impiden que las personas ingresen con facilidad, la última categoría quizá sea más complicada de definir pero al pensar en casas en obra negra abandonadas que pueden servir de ejemplo, siempre y cuando las variaciones ambientales no sean significativas, es decir que la humedad y temperatura no cambie drásticamente, pues en ese caso ya hablaríamos de un lugar cerrado de limitación.

En resumen, existen cuatro categorías de lugares abiertos; lugares abiertos totales, abiertos con límites laterales, abiertos con límites superiores y abiertos con límites laterales y superiores.

**Tabla 4.** Criterios de inclusión, exclusión y dificultad de la protección de los lugares abiertos propuestos en el modelo.

Tipo	Inclusión	Exclusión	Protección
Total	Exposición a los tres vectores	Exposición solo a dos vectores	Barrera física delimitando el área a investigar
	No limita ni gestiona el ingreso de los tres vectores		Presencia de autoridad
	Exposición a los tres vectores		En condiciones de precipitación priorizar indicios o realizar la protección superior
Límites laterales	Límite parcialmente al ingreso lateral.	Exposición solo a dos vectores	Barrera física concentrada puntos de acceso
	Limita parcialmente al vector de fauna y personas	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Presencia de autoridad en puntos de acceso
Límites superiores	Exposición a los tres vectores.	Exposición solo a dos vectores	En condiciones de precipitación priorizar indicios o realizar la protección superior
	limita parcialmente el ingreso superior,		Barrera física delimitando el área a investigar
	Limita la exposición al calor	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Presencia de autoridad en puntos de acceso
Límites laterales y superiores	Exposición a los tres vectores		
	Gestión parcial de personas y fauna	Exposición solo a dos vectores	Barrera física concentrada puntos de acceso
	Limita parcialmente el ingreso lateral y superior	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Presencia de autoridad en puntos de acceso
	Cambios no significativos en cuanto a humedad y temperatura ambiental		

### Propuesta de clasificación de lugares cerrados

Ahora bien, si la exposición al vector ambiental se limita a un ambiente interno que por lo regular es gestionado por las personas que hacen uso del espacio, la protección se concentra en limitar a los vectores de fauna y personas, en este caso se habla de lugares cerrados, que al igual que los espacios abiertos existen particularidades que definen a dichos espacios en cuestión de la mayor o menor influencia de los vectores de fauna, doméstica principalmente, y personas que son definidos en por el uso que se le dé al espacio, por lo que podemos identificar los siguientes lugares.

- Lugares cerrados de limitación espacios donde el uso no regula el ingreso los límites solo funcionan para establecer un espacio cerrado pero el libre ingreso de personas y fauna no es gestionado, cambiando principalmente

**Tabla 5.** criterios de inclusión, exclusión y dificultad de la protección de los lugares cerrados propuestos en el modelo.

Tipo	Inclusión	Exclusión	Protección
De gestión	Gestiona el ingreso de los tres vectores	Exposición a los tres vectores	Barrera física en los puntos de ingreso
	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Humedad y temperatura igual a la ambiental	Presencia de autoridad en puntos de ingreso
	Vector humano y de fauna no controlado		
De limitación	Limita y gestiona el ingreso de los tres vectores	Exposición a los tres vectores	Barrera física en los puntos de ingreso
	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Humedad y temperatura igual a la ambiental	Presencia de autoridad en puntos de ingreso
	Vector humano y de fauna limitado y con probabilidad a control		
De contención	Limita y gestiona el ingreso de los tres vectores	Exposición a los tres vectores	
	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Humedad y temperatura igual a la ambiental	Protocolos y medidas de control interno
	Vector humano y de fauna bajo control		
De confinamiento	Limita y gestiona el ingreso de los tres vectores	Exposición a los tres vectores	Exhumación
	Humedad y temperatura distinta a la ambiental	Humedad y temperatura igual a la ambiental	Importancia de fauna entomológica

las condiciones ambientales que se diferencia significativamente del ambiente natural. En la que podemos encontrar como ejemplo los edificios públicos, que son espacios socio funcionales en el que el control de personas se limita a horarios. La dificultad que presentan con respecto a la evolución de indicios puede existir una contaminación por personas que frecuentan el espacio y establecer un origen claro de dicha contaminación para un probable descarte no es sencillo debido a la tasa de tránsito de personas en ese espacio, la ayuda de cámaras de videovigilancia puede ayudar en ese sentido, pero no todos los espacios cuentan con cámaras.

- Cerrados de gestión son lugares que presentan características similares a los anteriormente descritos, pero el uso propio del lugar limita la acción de la fauna y personas a un grupo reducido que se puede definir e identificar pudiendo llegar a reconocer las modificaciones que cada uno de los integrantes en base a sus hábitos, estos se identifican como lugares de gestión debido a que se tiene un mayor control sobre grupo de personas que ingresan al mismo, el principal ejemplo son los domicilios particulares.
- Cerrados de contención espacio para la contención de personas como las celdas en cárceles que se manifiesta de forma inversa a los dos tipos

de lugares anteriores, es decir la presencia de personas es al interior y se excluye el ingreso de personas desde el exterior o si existe se limita a un grupo de personas que interactúan en menor medida con el espacio, por tanto, se identifican como un tipo distinto a los anteriores.

- Cerrado de confinamiento lugares en donde los vectores de personas influyen en lo mínimo, y la fauna se limita a la microfauna como insectos o microorganismos (54), estos espacios son de confinamiento, como las tumbas o cámaras que por intención o accidente se encierra a las personas, como bunkers o fosas sépticas.

Así tendríamos igualmente cuatro tipos que conforman a los lugares cerrados; lugares cerrados de gestión, lugares cerrados de limitación, lugares cerrados de contención y lugares cerrados de confinamiento, en una situación similar al de los lugares abiertos se puede decir que la dificultad en la acción de los vectores humanos por el uso del espacio es mayor en los lugares cerrados de limitación, disminuyendo gradualmente en los de gestión, contención y con menor acción en los de confinamiento.

## Discusión

Es importante cuestionar la pertinencia de la discusión sobre los lugares, ya que puede distraernos de otros temas de mayor relevancia ¿podría descartarse como criterio de peso en las investigaciones y obtener el mismo resultado en las investigaciones indiferentemente de que clasificación se utilice?

Sí, hasta el momento se ha realizado de esa forma sin que eso haya significado una merma en el resultado que es la recolección de indicios, siempre y cuando se tomen en cuenta las buenas prácticas en el procesamiento incluidos en los protocolos, leyes, estándares y técnicas propias del método.

El modelo presentado es generalista y puede adaptarse a las particularidades del caso. Hasta el momento no existe prueba empírica que lo sustente, pero puede aportar criterios de evaluación mejores al modelo de clasificación física del lugar que se utiliza actualmente.

Debido a lo anterior es necesario generar pruebas empíricas a la propuesta para evaluar su fiabilidad y validez, y en consecuencia modificar o descartar elementos que la constituyen para mejorar el modelo o en su caso, el descarte total de la misma. También es necesario tomar en cuenta que en este los hallazgos durante la exploración bibliográfica arrojan datos de interés como la falta de unificación de criterios con respecto a la clasificación física y que dichos modelos son utilizados por instituciones de diferentes países y organizaciones internacionales, sin que se haya cuestionado dejándolo como un dogma. Dado lo anteriormente expuesto, es necesario discutir sobre la pertinencia de la clasificación y en caso de ser mejorable proponer alternativas válidas y confiables.



Se plantean futuras investigaciones, específicamente retomando a los vectores de evolución que pueden, en un símil a lo que se hace en la presente con los lugares, sustituir o identificar las dinámicas de lo que clásicamente se menciona como contaminación de la escena, ya que se utiliza de forma indiscriminada para referirse a las modificaciones en el lugar, en algunos casos originados por cualquier persona y en otras son solo atribuibles a los analistas dentro de la escena, además de no centrarse específicamente a la contaminación cruzada que es a lo que originalmente se refiere (38, 66, 67, 68, 69). Además de que el vector ambiental se puede desarrollar ampliando las investigaciones de Ausdemore y Neumann (37) y plantear estrategias para la investigación forense en eventos con armas biológicas, que se presenta como un reto futuro, no deseable pero probable (70).

Así también se pretende ampliar las cuestiones no aclaradas aquí como son la iluminación y las corrientes de aire que se descartaron al hablar del vector ambiental y llegar a un criterio claro sobre edificios abandonados y cuevas, de tal forma que de este texto pueden derivar investigaciones futuras sobre lugares sus dinámicas de evolución.

## Conclusión

Durante la exploración bibliográfica se observó ambigüedad al definir al lugar por sus características físicas, además de la falta de unificación en cuanto a los tipos de lugares que pueden encontrarse en la investigación forense, esto refleja un pensamiento dogmático en dos sentidos, uno al no cuestionar el razonamiento que lleva cada tipo y la elección del autor por una u otra clasificación. Por otra parte, los que sí cuestionan o por lo menos excluyen, en apariencia, los tipos ambiguos, no aclaran los razonamientos convincentes que los llevaron a esa conclusión.

Derivado del análisis e identificación de los elementos que definen al lugar, se puede establecer que existe una expresión temporal mediante la evolución. Esta puede llegar a la modificación espacial, sin pérdidas significativas en la originalidad del espacio e indicios, hasta la destrucción o conservación de los mismo.

Por otra parte, y sumado a esa expresión temporal, los lugares abiertos y cerrados se modelan físicamente por sus condiciones de uso y exposición ambiental con lo que se identifican los vectores de evolución (ambiental, humano y de fauna).

Con esos elementos se modela una tipología de 8 lugares en los que la influencia de los vectores se manifiesta de forma distinta, ahora bien, tomando en cuenta que la mayoría de las escenas se desarrolla en más de un espacio, estos deben definirse en lo individual como parte de una composición general, los lugares de intervención pueden llegar a componerse por más de un tipo de lugar

y es importante identificar de cuantos y que tipo de lugar se involucran en la escena. Retomando los ejemplos anteriores que causan incertidumbre, se puede resolver de la siguiente manera:

- Una escena que involucra una habitación que da a la calle (habitación-calle) estará compuesta por dos lugares, uno cerrado de gestión (habitación) y uno abierto total (calle).
- Una casa con patio que conforman una sola escena estaría compuesta por un espacio cerrado de gestión (casa) y un abierto con límites laterales si el patio cuenta con estos, sino sería abierto total.
- Un patio con techo de zinc sería un lugar abierto con límites superiores.
- Un centro comercial dependiendo de su arquitectura podría tener más de un espacio, pero siendo un recinto techado y amplio sería de tipo cerrado de limitación.

Este modelo sustenta la identificación entre lugares cerrados y abiertos, no así el del lugar mixto debido a que los lugares mixtos ejemplificados en la bibliografía pueden ser incluidos en alguna categoría de abierto o cerrado teniendo en cuenta sus características de exposición a los vectores de evolución y a las condiciones de uso del espacio.

Además, el modelo aporta elementos de utilidad durante la investigación de campo al identificar que vectores de evolución que afectan a cada lugar, estableciendo así las medidas a tomar en cuanto a la protección y conservación de la escena. Por otra parte, la clasificación estandarizada aportaría en la diferenciación entre acciones durante el hecho y acciones posteriores al mismo, así como elementos de verosimilitud en cuanto a testimonios, aportando valor al resultado final en criminalística de campo y de gabinete al realizar las reconstrucciones.

## Bibliografía

1. Harris, H. Lee, H. Introduction to Forensic Science and Criminalistics. 2nd ed. Boca Ratón, Florida: CRC Press; 2019.
2. Grupo Iberoamericano de Trabajo en la Escena del Crimen. Manual de buenas prácticas en la escena del crimen. México: INACIPE; 2012
3. Conferencias Nacionales Conjuntas de Procuración de Justicia y de Secretarios de Seguridad Pública. Protocolo de Policía con Capacidades para Procesar el Lugar de la Intervención.
4. Dirección Ejecutiva de Criminalística - Policía Nacional de Perú. 2 Escena del crimen: Título I Investigación en la escena del crimen. In Vargas C, Olortegui E, editors. Manual de criminalística: Volumen 1. Lima-Perú: Grijley; 2015. p. 15-73.
5. Aldama, R. El lugar de los hechos... una perspectiva para considerar apoyo en calidad; 2016
6. National Institute of Forensic Science Australia New Zeland. A multi-disciplinary approach to the crime scene management. 2019.
7. Silveyra, J. Investigación científica del delito 1: La escena del crimen. 12th ed. Buenos Aires: La Rocca; 2006.
8. Guzman, C, Ferreiro M. Manual de criminalística. 2nd ed. Faira JI, editor. Buenos Aires, Argentina: La Roca; 2011.
9. Crispino, F. criminalistique: La scène de crime. In Ferry B. Traité de médecine Légale et criminalistique.: De Boek; 2002. p. 1181-1186.
10. Fernández, R. Peña J. La inspección del lugar del hecho y la valoración legal de la huella o evidencia. Revista Logos Ciencia & Tecnología. 2020 Septiembre-Diciembre; 12(3): 115-127.
11. López Calvo, P. Gómez Silva, P. Investigación criminal y criminalística Bogotá, Colombia: Temis; 2000.
12. López Calvo, P. Estudio del lugar de los hechos y la escena del crimen. In López P. Investigación criminal y criminalística aplicadas al sistema penal con tendencia acusatoria. Bogotá: Temis; 2014. p. 76-77.
13. Flores, R. Lugares de investigación. In Flores R. Criminalística: Notas de campo. México: Flores; 2017. p. 70-72.
14. Fuentes, A. 2.1 Definición del lugar del hecho. In Fuentes A. Técnicas de Investigación criminalística. San Francisco: Publicación independiente; 2013.
15. Montiel Sosa, J. 22.4 Concepto del lugar de los hechos. In Sosa M. Manual de criminalística 2. México: Limusa; 1998. p. 47-48.
16. Moreno González, L. 6 fijación del lugar de los hechos. In Moreno González LR. Compendio de criminalística. México: Porrúa; 2010. p. 13-16.
17. Mallmith, DdM. Local de crime. 2007.
18. Drago, A. Pinto, R. A preservação do local do crime quando não há corpo. Revista académica Oswaldo Cru. 2015.
19. Ost, P. Uma Introducao a Criminalística: Uma Guia para Pericia Criminal. 3rd ed. Marx L, editor.: Publicación independiente; 2022.
20. Lameirão, D. Hermidia, T. Criminalística. 2nd ed. Rio de Janeiro: Publicación independiente; 2021.
21. Kehdy, C. Terceira parte: Local de crime. In Kehdy C. Elementos de criminalística. São Paulo: Luzes-Grafica Editõra Ltda.; 1968. p. 68-70.
22. Fisher, B. 16 Homicide investigation. In Fisher B. Techniques of crime scene investigation.: CRC Press LLC; 2003. p. 404-482.
23. Horswell, J, editor. The practice of crime scene investigation: CRC Press; 2004.
24. Gardner, R. Krouskup, D. Practical crime scene procesing and investigation. 3rd ed. Boca Ratón, Florida: CRC Press; 2019.
25. Technical Workgrop on Crime Scene investigation. Crime Scene Investigation a guide for law enforcement Largo, Florida: National Forensic Science Technology Center; 2013.
26. National Institute of Justice. collecting DNA evidence at property crime scene. s. f.
27. Miller, M. Jones, P. chapter 3 crime Scene investigation. In James SH, Nordby JJ, Bell S. Forensic Science: An Introduction to Scientific and Investigative Techniques.: CRC Press; 2014. p. 42-66.
28. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Manual de Procedimiento del Sistema de Cadena de Custodia Panamá; 2015.
29. Huertas, L. Sánchez, O. Arellano J. unodc.org. Oficina Regional para Centroamérica y el Caribe de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito en Panamá; 2021.
30. Moreno González, L. II protección y conservación del lugar de hechos. In Moreno González LR. Manual de introducción a la criminalística. México: Porrúa; 2002. p. 39-42.
31. Montiel Sosa, J. Capítulo 3 Definición y objetivos de la criminalística. In Sosa M. Manual de criminalística 1. México: Limusa; 1998. p. 35-41.
32. Procuraduría General de la República. ACUERDO A/009/15 Acuerdo por el que se establecen las directrices que deberán observar los servidores públicos que intervengan en materia de cadena de custodia. 2015.
33. Dirkmaat, D. Cabo, L. Forensic Archaeology and Forensic Taphonomy: Basic Considerations on how to Properly Process and Interpret the Outdoor Forensic Scene. Academic forensic pathology. 2016 Septiembre; 6(3): 439-454. DOI: 10.23907/2016.045
34. Gusbert, J. Villanueva, E. Gisbert, M. 17 Fenómenos cadavéricos. In Gusbert J, Villanueva E. Medicina Legal y Toxicología.: Masson; 2004. p. 191-213.
35. Castilla, J. 18 Procesos conservadores del cadáver. In Gisbert J, Villanueva E. Medicina legal y toxicología.: Masson; 2004. p. 214-224.
36. EFSA. Enfermedades transmitidas por vectores. s. f.
37. Ausdemore, M. Neumann, C. Deconvolution of dust mixtures. Forensic science international. 2020; 308: 110144.
38. Ratty, G. Hopwood, A. Tucker V. The effectiveness of protective clothing in the reduction of potential DNA contamination of the scene of crime. Int J Legal Med. 2003 Junio; 117(3): 170-4.
39. Abdel, H. Thabet, H. Ebrahim, N. Yassa, H. Thermal Effects on DNA Degradation in Blood and Seminal Stains. Forensic View. Acad Forensic Pathol. 2021 Mar; 11(1).

40. Tontrasky, K. Hoskins, K. Watkins, T. Brun-Conti, L. Michaud, A. Chemical enhancement techniques of bloodstain patterns and DNA recovery after fire exposure. *J Forensic Sci.* 2009 Enero; 54(1): 37-48.
41. Klein, A. Krebs, O. Gehl, A. Morgner, J. Reeger, L. Augustin, C. et al. Detection of blood and DNA traces after thermal exposure. *Int J Legal Med.* 2018 Julio; 132(4): 1025-1033.
42. Ateriya, N. SRSAKT. Detection of blood and DNA traces after thermal exposure: a critical appraisal. *Int J Legal Med.* 2019 Septiembre; 133(5): 1409.
43. Brady, T. Tigmo, J. Extreme temperature efectos on bloodstain pattern analysis. *Internacional Association of Bloodstain Pattern Analysis News.* 2002 junio; 18(2): pp 3-20.
44. Larkin, B. Banks, C. Preliminary study on the effect of heated surfaces upon bloodstain pattern analysis. *J Forensic Sci.* 2013 Sept.; 58(5): 1289-1296.
45. Klein, A. Krebs, O. Gehl, A. Morgner, J. Reeger, L. Augustin, C. et al. The use of liquid latex for detecting traces of blood following thermal exposure. *Int J Legal Med.* 2019 Septiembre; 133(5): 1567-1574.
46. Bastide, B. Porter, G. Rensaw, A. The effects of heat on the physical and spectral properties of bloodstains at arson scenes. *Forensic Sci Int.* 2021 Agosto; 325(110891).
47. Morrison, J. Watts, G. Hobbs, G. Dawnay, N. Field-based detection of biological samples for forensic analysis: Established techniques, novel tools, and future innovations. *Forensic Sci Int.* 2018 abril; 285: 147-160.
48. Hofmann, M. Adamec, J. Anslinger, K. Bayer, B. Graw, M. Peschel, O. Schulz, M. Detectability of bloodstains after machine washing. *Int J Legal Med.* 2019 Enero; 133(1): 3-16.
49. Kearse, K. Environmental influence on blood serum detection using ultraviolet 365. *J Forensic Sci Res.* 2021; 5: 030-036.
50. Upadhyay, M. Shrivastava, P. Verma, Kea. Recent advancements in identification and detection of saliva as forensic evidence. *Egypt J Forensic Sci.* 2023; 13(17).
51. Deel, H. Emmons, A. Kiely, J. Damann, F. Carter, D. Lynne, A. et al. A Pilot Study of Microbial Succession in Human Rib Skeletal Remains during Terrestrial Decomposition. *mSphere.* 2021 Agosto 25; 6(4): e0045521.
52. Cobaugh, K. Schaeffer, S. DeBruyn, J. Functional and Structural Succession of Soil Microbial Communities below Decomposing Human Cadavers. *PLoS One.* 2015; 10(6): e0130201.
53. Zhang, J. Wang, M. Qi, X. Shi, L. Zhang, J. Zhang, X. et al. Predicting the postmortem interval of burial cadavers based on microbial community succession. *Forensic Sci Int Genet.* 2021 Mayo; 52: 102488.
54. Sandercock, P. M. L. Du Pasquier, E. Chemical fingerprinting of gasoline: 2. Comparison of unevaporated and evaporated automotive gasoline samples. *Forensic Science International.* 2004 febrero 10; 140(1): 43-59.
55. Vergeer, P. Bolck, A. Peschier, L. Berger, C. Hendrikse, J. Likelihood ratio methods for forensic comparison of evaporated gasoline residues. *Science & Justice.* 2014 Diciembre; 54(6): 401-411.
56. Godson, R. Guide to developing a culture of lawfulness. *Guide to developing a culture of lawfulness*; 2000; 5(91-102).
57. Estrada Camacho, I. Martínez Bolaños, J. Análisis del procesamiento criminalístico del lugar de los hechos, en conflictos armados de alto riesgo en la franja fronteriza de Tamaulipas. *Archivos de Criminología, Seguridad Privada y Criminalística.* 2012 agosto-diciembre;(No 9).
58. Excelsior TV. Oaxaca: Cuerpos de personas asesinadas en Juchitán son levantados por habitantes. 6 de setiembre, 2022.
59. Moses, S. Cemetery hoodoo: Culture, ritual crime and forensic archaeology. *Forensic Sci Int Synerg.* 2019 Octubre 14; 2: 17-23.
60. Touroo, R. Fitch A. Identification, Collection, and Preservation of Veterinary Forensic Evidence: On Scene and During the Postmortem Examination. *Vet P athol.* 2016 Septiembre; 53(5): 880-7.
61. Guimarães, S. Steindorff, G. de Lima Bicho, C. Farias, R. Vasconcelos, S. Forensic entomology in research and practice: an overview of forensic experts' perceptions and scientific output in Brazil. *Int J Legal Med.* 2022 Julio; 136(4): 1149-1161.
62. Bonacci, T. Vercillo, V. Brandmayr, P. Fonti, A. Tersaruolo, C. Zetto Brandmayr, T. A case of *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera, Calliphoridae) breeding in a human corpse in Calabria (southern Italy). *Leg Med (Tokyo).* 2009 Enero; 11(1): 30-2.
63. Campobasso, C. Introna F. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. *Forensic Sci Int.* 2001 Agosto 15; 120(1-2): 132-9.
64. Vasconcelos, S. Soares, T. Costa, D. Multiple colonization of a cadaver by insects in an indoor environment: first record of *Fannia trimaculata* (Diptera: Fanniidae) and *Peckia (Peckia) chrysostoma* (Sarcophagidae) as colonizers of a human corpse. *Int J Legal Med.* 2014 Enero; 128(1): 229-33.
65. Kotzé, Z. Aimar, S. Amendt, J. Anderson, G. Bourguignon, L. Hall, M. et al. The Forensic Entomology Case Report-A Global Perspective. *Insects.* 2021 Marzo 25; 12(4): 283.
66. Baldwin, H. Cheryl, P. Crime Scene Contamination Issues. 18 de agosto, 2017.
67. Scarpita, F. La contaminación del lugar del hecho. *Revista Skopein.* 2018 Septiembre; 6(19): 30-39.
68. González, D. García, R. Barrera, A. Benítez, L. Reflexiones sobre manejo adecuado de cadena de custodia en nuevo proceso penal. Panamá: Universidad UMECIT; 2021.
69. Fiscalía General de la Nación. Manual del sistema de cadena de custodia. Bogotá, Colombia: Fiscalía General de la Nación; 2018.
70. Budowle, B. Murch, R. Chakraborty, R. Microbial forensics: the next forensic challenge. *International journal of legal medicine.* 2005 Noviembre; 119(6): 317-330.

# Una mirada forense a la migración hacia Europa: lecciones aprendidas

José Pablo Baraybar<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Coordinación Regional para Mexico, América Central y Panamá, CICR.

 baraybarjp@gmail.com

## Datos del artículo

Cita: Baraybar, José Pablo. 2024. Una mirada forense a la migración hacia Europa: lecciones aprendidas. Revista Digital de Ciencia Forense. 3(1): 29-49 pp.

Editor: Mirsha Quinto-Sanchez.

Revisión por pares: dos revisores.

Recibido: 2 abril 2024.

Aceptado: 17 abril 2024.

Publicado: 30 abril 2024.

## Resumen

Este artículo resume las lecciones aprendidas durante seis años de trabajo en las rutas migratorias hacia Europa, durante los cuales se desarrollaron enfoques metodológicos específicos aplicables a otros contextos geográficos y problemáticas migratorias. Comienza con una discusión conceptual sobre la desaparición de personas y luego describe brevemente las respuestas técnicas utilizadas para abordar algunas interrogantes.

**Palabras clave:** migración, redes complejas, suerte, paradero.

## Abstract

This article summarizes lessons learned during six years of work on migration routes to Europe, during which specific methodological approaches were developed that are applicable to other geographical contexts and migration issues. It begins with a conceptual discussion of missing persons and then briefly describes the technical responses used to address some of the questions

**Keywords:** migration, complex networks, fortune, location, whereabouts.

El naufragio de más de mil personas en aguas territoriales de Libia condujo al desarrollo de una metodología ad hoc, cuyos resultados se presentarán más adelante. Las lecciones aprendidas nos llevan a reconsiderar la búsqueda como un proceso que no depende necesariamente de la existencia de cuerpos. En otras palabras, la búsqueda debe enfocarse en determinar el paradero primero, ya que este define la suerte, no al revés.

### *Los desaparecidos: una breve discusión*

Las personas desaparecen debido a una combinación de atributos individuales, como la edad, el género, el estatus socioeconómico, las opiniones políticas, la militancia o asociación, y variables contextuales, como conflictos armados, violencia, regímenes autoritarios o desastres naturales, en un momento dado. El término "desaparecido" abarca diversas circunstancias y no se limita a la desaparición forzada de personas. A pesar de la diversidad de situaciones, los atributos de las víctimas y las variables contextuales son siempre finitos. Según el Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR), "En general, por personas desaparecidas se entiende aquellas personas de las cuales sus familiares no tienen noticias o cuya desaparición ha sido señalada, sobre la base de información fidedigna, a causa de un conflicto armado (internacional o sin carácter internacional) o de violencia interna (disturbios interiores y situaciones en las que se requiera la actuación de una institución neutral e independiente)" (2010:13).

Un ejemplo de lo anterior puede ser ilustrado por algunas de las conclusiones a las que llegó la Comisión de la Verdad y Reconciliación (CVR 2003) en el Perú, que investigó el conflicto armado interno que azotó el país entre 1980 y 2000. La CVR constató que "existió una notoria relación entre situación de pobreza y exclusión social, y probabilidad de ser víctima de la violencia. En el departamento andino de Ayacucho se concentra más del 40 por ciento de muertos y desaparecidos reportados a la CVR. Al sumar a ello las víctimas consignadas por la CVR en los departamentos de Junín, Huánuco, Huancavelica, Apurímac y San Martín se llega al 85 por ciento de las víctimas registradas por la CVR" (conclusión 4, disponible en : <https://cverdad.org.pe/ifinal/conclusiones.php>) . De igual manera, la misma Comisión constató que "la población campesina fue la principal víctima de la violencia. De la totalidad de víctimas reportadas, el 79 por ciento vivía en zonas rurales y el 56 por ciento se ocupaba en actividades agropecuarias. Estas cifras contrastan con las del censo de 1993 según el cual el 29 por ciento de personas vivían en zonas rurales y el 28 por ciento de la PEA nacional estaba ocupada en el sector agropecuario" (conclusión 5, disponible en : <https://cverdad.org.pe/ifinal/conclusiones.php>) .

Algunas variables serán más relevantes que otras al momento de arrojar luz sobre determinados tipos de desaparición, por ejemplo, en la desaparición forzada la afiliación política, la edad y el género pueden ser más importantes que en casos de migración; especialmente en combinación con otros factores, como



el entorno geográfico y otros que pueden vincular e imprimir características específicas al suceso o sucesos. La interrelación de algunas de las variables y factores mencionados da lugar a tipos específicos de desaparición, desde las desapariciones forzadas (en conflictos armados internacionales o nacionales) hasta el desplazamiento por desastres naturales, o la migración. Por tanto, es necesario reconocer todas las variables y sus interrelaciones que hacen posible la "desaparición" en determinados contextos.

### *La migración genera la desaparición de personas y de cuerpos*

Una visión popular y definitivamente eurocéntrica es que la migración equivale a una "invasión" del continente y que por lo tanto se puede calificar como una crisis. Sin embargo, y más allá del tinte político de tales aseveraciones queda claro que no se evalúa que ocurre con los migrantes que no llegan a su destino. Por lo tanto, cualquier enfoque para abordar la mortalidad a través del Mediterráneo y del Atlántico necesita determinar cuántas personas mueren al intentar la travesía y cuántos cuerpos fueron recuperados (las personas pueden morir, pero sus cuerpos no ser recuperados). Una actualización del número de migrantes fallecidos recuperados en España, Italia y Grecia (2014-2019) (3) y España, Italia, Grecia y Malta (2020-2021), preparada originalmente por la Universidad de Ámsterdam hasta 2013 (2), fue actualizada y publicada por el CICR (2022, 2024). Los documentos también incluyen un análisis de los sistemas medicolegales de cada país (España, Italia, Grecia y Malta) para entender si las prácticas de registro de migrantes fallecidos eran homogéneas y facilitaban la trazabilidad de esos restos en caso de que fueran identificados. Además, se llevó a cabo un análisis de vacíos centrado específicamente en la interacción entre el sistema medicolegal y la cadena posterior a la recuperación de los cuerpos, es decir, el registro de defunciones. Es necesario llevar a cabo el mismo ejercicio al menos en la primera fase durante el mismo tiempo en Marruecos, Argelia y Túnez (teniendo en cuenta que Libia permanece fuera de los límites). Esta información ayudará a entender el número de migrantes asociados a un evento en particular, cuántos cadáveres se recuperaron por evento y sobre todo cuántos fueron recuperados en cada lado del Mediterráneo y cuántos, si los hubo, sobrevivieron a cada evento.

Las conclusiones son más bien desoladoras. Durante el periodo 2014-2019, solo el 13% del total de migrantes reportados como muertos o desaparecidos por OIM fueron recuperados, mientras que durante el periodo 2020-2021 esta cifra descendió a la mitad. Estos datos apuntan a una realidad no apreciada hasta el momento, la desaparición de personas a consecuencia de las rutas migratorias europeas genera a su vez la desaparición física de los cuerpos de tales personas. Desde un punto de vista forense tal situación crea una contradicción con el paradigma forense generado en América Latina en los años 80 luego de la caída de las dictaduras militares que asume que el desaparecido está muerto y que el cuerpo está oculto. De esa manera es posible restaurar la identidad de la persona a través de enfoques técnico-científicos que



incluyen la investigación preliminar, la exhumación, el análisis de los restos y su identificación. En este caso nos enfrentábamos a la ausencia de cuerpos y debíamos preguntarnos en qué medida “lo forense” tenía algún rol que jugar en tal situación. Por ello se elaboró una definición operativa del Derecho a Saber invocando al proceso de búsqueda como la acción principal que permitiría dar respuestas a las familias dependiendo de si la persona estaba viva o muerta, independientemente de la existencia de un cuerpo. De esta manera, el Derecho a Saber se compone de la suerte y el paradero, entendiendo a la suerte como una categoría binaria (vivo o muerto) que requiere de enfoques diferenciados en cada caso, si la persona está viva esta se reunifica con su familia. Si está muerta requiere una serie de aproximaciones técnico-científicas establecidas dentro de la práctica forense. Sin embargo, el paradero, es el contexto que define la suerte y el conocerlo puede ayudarnos a establecer más allá de duda razonable, la suerte de una persona más allá de si se encuentra un cuerpo o no (4).

### *Introducción al problema*

Los estimados de la migración hacia Europa son múltiples (5) y ello deja entrever que si bien existen aproximaciones, el número real es hasta el momento elusivo. Esto implica igualmente que al reducir el movimiento de personas a cifras invisibilizamos la tragedia individual y por ende familiar de cada una de las personas que “desapareció”. Claramente y a diferencia de otros contextos, la barrera marítima que separa Europa del resto de países en otro continente (África en este caso) hace que la probabilidad de “desaparecer” en la ruta marítima, equivalga a la muerte y a su vez a que el cuerpo no sea recuperado. Claramente tales probabilidades excluyen a todos los riesgos inherentes al tránsito desde países de origen en el este u oeste de África, hacia los puntos de embarque, cada uno de los cuales presentan sus propios riesgos (p.e. Libia).

La pregunta que se planteó desde un inicio fue, ¿que se podría hacer desde un punto de vista forense? Considerando que los países europeos de llegada tenían cantidades distintas de cuerpos, en muchos casos descontextuados (varados o recuperados fuera de un contexto de naufragio) con tasas de identificación bastante bajas. Se propuso por lo tanto explorar, por un lado, determinar el número real de cuerpos recuperados por los países de llegada (España, Italia, Grecia y Malta), analizar los sistemas medicolegales de cada país para entender en qué medida esto facilitaba o dificultaba la identificación de tales cuerpos. Por otro lado, se decidió asumir un caso en el cual mediante una metodología específica se pudiese ayudar en la identificación.

## Enfoque metodológico

### *El problema*

El 18 de abril de 2015 zarpó desde Garabouli en la costa de Libia una embarcación pesquera cargada de migrantes que se dirigían hacia Lampedusa,

Italia. Horas después de zarpar, a unos 100 kilómetros de la costa y a 200 de la isla de Lampedusa, el cetro de rescate marítimo italiano recibió una llamada de emergencia y se comunicó con el mercante King Jacob de bandera portuguesa que navega por la zona, para que respondiera a la emergencia. La barcaza diviso la luz del mercante y se dirigió hacia ella. Al llegar cerca del barco, muchísimo más grande y alto que la barcaza, esta intento colocarse de lado para no colisionar directamente contra él, causando una colisión que ocasiono un boquete en su estructura y luego el vuelco de la barcaza. Sobrevivieron 28 personas al siniestro y una cantidad de cuerpos fueron rescatados por las autoridades italianas horas después (6). Al año siguiente el gobierno del primer ministro italiano Matteo Renzi decidió “pescar” la barcaza que yacía en el fondo marino a unos 300 metros de profundidad. La barcaza y su contenido fue llevado a tierra para iniciar su estudio por parte de las autoridades italianas (7).

A partir de aquel momento la situación se complicó de sobremanera. Por un lado, era claro que el barco aún contenía una cantidad considerable de cuerpos, adicionales a los 120 que habían sido rescatados el año anterior y a los 28 sobrevivientes. No existía una lista de pasajeros y los sobrevivientes representaban a varias nacionalidades africanas (Senegal, Costa de Marfil, Sierra Leona, Eritrea) e incluso a personas de Bangladesh. Por lo tanto, la posibilidad que el siniestro incluyera a personas de múltiples geografías era muy alta. Más allá del hecho que una cantidad de cuerpos podían ser calificadas como tales por presentar una cierta continuidad anatómica, el fondo de la barcaza contenía cientos, sino miles de huesos desarticulados de un número indeterminado de personas. Finalmente, los estimados del número de pasajeros fluctuaban entre 500 y 800 y al mismo tiempo numerosas familias que sospechaban que sus seres queridos se encontraban a bordo presentaban solicitudes de búsqueda ante el Movimiento de la Cruz Roja.

Considerando que el CICR no tenía acceso, ni potestad para acceder a los cuerpos para, por ejemplo, determinar cuál era el Número Mínimo de Individuos (NMI), decidimos centrarnos en la reconstrucción de una lista de pasajeros que permitiera al menos, determinar cuántas personas podrían haber estado en el barco y nombrarlas, asegurando así que sus familias pudieran tener la certeza que sí se encontraban a bordo y que, al no encontrarse dentro de los sobrevivientes, hubiesen fallecido.

Para ello se solicitó acceso a todos los efectos personales que contuvieran algún tipo de información explotable, por ejemplo, documentos de identidad, notas con nombres y/o números telefónicos, fotografías, entre otros. Paralelamente a ello se procedió a realizar entrevistas en profundidad con los sobrevivientes quienes a su vez indicaron los nombres de personas de interés en países de origen que, por ejemplo, habían tratado de abordar el barco y no lo lograron (testigos). Las entrevistas con estas personas nos ayudaron igualmente acceder en un caso a una de las personas que contaban los pasajeros que subían al barco. Finalmente, el trabajo de campo en Mauritania desde donde habría salido un grupo numeroso de personas nos ayudó a establecer redes cada vez

más amplias y contactos entre los nodos de estas.

### *Abordaje*

El caso Catania constituye un suceso complejo en el que hay un gran número de víctimas, sin lista de pasajeros y en el que diferentes tipos de documentos personales apuntan a un 10% de víctimas de una docena de nacionalidades africanas. La pregunta obvia es, a falta de solicitudes de búsqueda ante el Movimiento de la Cruz Roja de todas y cada una de las víctimas, ¿cómo abordar el 90% de personas para la cual no tenemos ninguna pista sobre su identidad? El problema de las personas desaparecidas en tránsito de África a Europa se pueden identificar algunos elementos: i) los hechos no suelen ser aislados, sino que surgen como fenómenos colectivos, interdependientes y dinámicos, donde las relaciones entre los diferentes hechos y actores son extremadamente relevantes, lo que hace útil el enfoque del problema como un sistema global y complejo; ii) la información disponible es parcial, fragmentada, incompleta y de origen diverso, tanto interno como externo al CICR; iii) existe conocimiento experto por parte de quienes están trabajando en el problema que necesita ser interpretado y eventualmente integrado iv) priorizar las actividades se vuelve crucial para maximizar los esfuerzos y el tiempo disponible y v) se requiere una acción rápida, tanto para reunir nueva información de testigos y sobrevivientes como para definir intervenciones específicas.

El objetivo de este proyecto fue sistematizar la información sobre personas desaparecidas en el contexto del naufragio del 18/4/2015 integrando datos de diferentes fuentes, formalizando las relaciones entre individuos para construir redes que relacionen a los actores relevantes y aprovechando la topología de esas redes para definir prioridades que puedan ayudar en el proceso de investigación. Un ejemplo de ello es la priorización de los testigos a entrevistar y la recogida tanto de datos antemortem como de muestras biológicas de referencia de los familiares de los migrantes desaparecidos. Lo anterior incluyó la formalización, análisis y visualización de las redes que vinculan a las personas buscadas y a otros actores relacionados con un determinado problema (p.e. vínculos con familiares de las víctimas, supervivientes, testigos e informantes de distintos tipos), y la priorización de preguntas para algunos individuos de la red en nuevas entrevistas para orientar las actividades de investigación y contribuir a la elaboración de nuevas hipótesis (para una discusión más amplia ver 8)

### *Redes*

En la vida cotidiana, estamos inmersos en diversas redes sociales, de colaboración, financieras, entre otras. Las redes son útiles para modelar sistemas y simplificar relaciones relevantes. Existen redes de diferentes ámbitos, con nodos que desempeñan diferentes funciones. Hay redes con topología diversa, algunas de ellas evolucionan en el tiempo, por ejemplo, creciendo o decreciendo. A veces la red es explícita y los enlaces son palpables, mientras que otras veces la red subyace al proceso y no es evidente. Los sistemas complejos se caracterizan por tener un comportamiento colectivo difícil de inferir basándose

simplemente en el comportamiento individual de sus miembros. Estos sistemas suelen presentar propiedades emergentes y características relevantes como adaptación, coordinación, formación de patrones, entre otros (9).

La colaboración multidisciplinaria es fundamental para comprender diferentes perspectivas y conocimientos sobre el problema. El conocimiento no solo proviene de los datos, sino también de la experiencia de quienes trabajan en el problema. Es importante capturar y formalizar este conocimiento para enriquecer metodologías y modelos. Desarrollar un lenguaje de trabajo común facilita la comunicación y el intercambio de conocimientos expertos durante las discusiones y los intercambios constantes (10).

Entre otras aplicaciones, las redes son útiles para formalizar relaciones explícitas y no explícitas entre individuos y para detectar grupos de personas relacionadas que no son obvias, o quizá incluso estén ocultas. En el problema de los migrantes desaparecidos, las relaciones son esenciales para detectar grupos que siguieron rutas similares. Recopilar toda la información disponible es crucial, ya que cada dato puede revelar una nueva conexión y ayudar a formular hipótesis. Este enfoque metodológico ha sido aplicado exitosamente a casos forenses (11,12).

### *Las herramientas*

Se aplicó un protocolo para recopilar información de las Solicitudes de Búsqueda (herramienta usada por el Movimiento de la Cruz Roja y definidas con el acrónimo TR) y entrevistas en profundidad con sobrevivientes, testigos o personas de interés para crear redes sociales. El protocolo estandariza la forma en que se recoge la información de las TR de las personas buscadas con el fin de describir las relaciones sociales entre los actores, es decir los migrantes que se encontraban en el barco y quienes hablan de ellos, los buscan, viajaron con ellos o sobrevivieron al naufragio.

Las relaciones basadas en los datos recopilados por el propio CICR y fuentes externas debieron ser normalizadas y formalizadas para poder explotarlas y analizarlas plenamente con el fin de detectar aquellas correlaciones no evidentes entre individuos.

Este protocolo no aborda la forma en que se recopilan las solicitudes de búsqueda, sino que se centra en cómo extraer información relevante de ellas.

Todos los individuos poseen múltiples características asociadas, tales como: nombre, edad, nacionalidad y ocupación, etc. Estos últimos se denominan atributos. Cada individuo mencionado en una solicitud de búsqueda es un actor. Por actores se entiende la persona buscada, el solicitante, o incluso otras personas mencionadas en el texto libre o en cualquier otra parte de la TR; por lo tanto, cualquier persona relacionada por acciones o circunstancias con él/ella u otros actores. La idea general de este protocolo es seguir criterios comunes establecidos para registrar cada atributo de cualquier actor y las relaciones entre ellos.

Inicialmente se creó un programa llamado NetW4PPL (Network for People), un software gratuito, de código abierto, autónomo y multiplataforma que se usó para consignar a los actores, sus atributos y las relaciones entre ellos. Luego los datos se visualizaron mediante el uso de Cytoscape, un programa para construir redes en base a los datos importados desde NetW4PPL en formato csv (9). Mas recientemente se articularon NetW4PPL y Cytoscape en un programa llamado SCAN (Share Compile ANalyze) siempre de código abierto que permite a múltiples usuarios trabajando en un mismo equipo (caso) agregar atributos de los actores (para tal fin cualquier elemento que constituya un nodo y que se quiera relacionar a otro nodo), sus relaciones y que permite la visualización de la red en tiempo real (13).

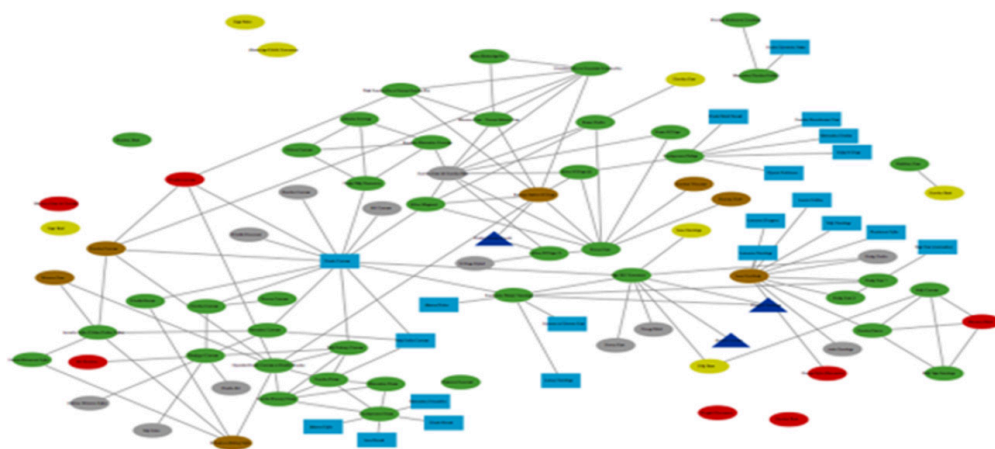
## Resultados

Se llevaron a cabo entrevistas con cuatro supervivientes, un testigo y una persona de interés. Los supervivientes proporcionaron a su vez información sobre 18 personas y confirmaron conocer a otras personas provistas por el testigo. El testigo proporcionó la información de 14 personas más, muchas de las cuales eran conocidas por los sobrevivientes. La persona de interés conoció a los sobrevivientes antes de que estos embarcaran y también reconoció las fotografías de amigos suyos que también viajaban en el barco, proporcionadas por los sobrevivientes (Figura 1). El testigo hizo un cálculo de la cantidad de personas que se encontraban en la playa esperando abordar, se trataba de 10 grupos de un centenar de personas cada uno, de los cuales solo ocho lograron abordar. Sin embargo, antes de que ello ocurra un camión con unas doscientas personas habría llegado hasta la playa y esas personas abordaron primero. La persona de interés corroboró la versión del testigo y se estimó que el número de pasajeros fluctuaría entre 1000 y 1050 personas.



**Figura 1.** Red basada en testigo (rectángulo), sobrevivientes (elipses azul claro), persona de interés (triángulo) y personas desaparecidas (elipses grises). El desenfoco es requerido para proteger las identidades, lo importante son las formas y colores.

Se elaboraron otras redes más discretas en base a poblaciones específicas que fueron parte de los pasajeros en el barco. Por ejemplo, el trabajo de campo en el sur de Mauritania de donde provenía un número indeterminado de migrantes (basado en el hecho que se habían colectado 26 solicitudes de búsqueda) logro crear una red con 62 personas que habrían abordado el barco y sus relaciones entre ellos y otros actores (Figura 2).



**Figura 2.** Red creada luego del trabajo de campo en Mauritania. Testigos (rectángulos), personas de interés (triángulos), familiares (hexágonos) y elipses de colores distintos, migrantes desaparecidos para los cuales se cuenta con diverso tipo de información. La baja calidad es requerida para proteger las identidades, lo importante son las formas, colores y relaciones.

Se transcribieron 2072 números telefónicos de listas en papel encontrados entre los efectos personales de los pasajeros. Los artefactos con los números telefónicos podían o no estar asociado a cuerpos y correspondían a 50 países distintos. Se procedió a llamar cada uno de los números. El primer ejercicio consistió en llamar a 351 números en listas asociadas a cuerpos, que confirmaron a su vez 35 nombres de personas que viajaban en el barco. El segundo ejercicio consistió en llamar a 423 números de listas asociadas a cuerpos, que no tenían código de país, el cual fue inferido en base a los primeros dígitos de cada uno. El resultado fue 5 nombres más de pasajeros. Los últimos ejercicios con el resto de los teléfonos no dieron resultados. En muchos casos los números telefónicos habían sido dados de baja o atribuidos a otra persona luego de haber sido dados de baja; otros números estaban incompletos y no fueron explotables.

Un total de 239 fotos fueron extraídas de artefactos personales, digitalizadas y utilizadas en álbumes para, de manera anónima, generar líneas de reconocimiento. Adicionalmente se usaron fotos de los primeros 24 cadáveres consignados en Malta luego del naufragio, para generar compuestos faciales que permitieran al igual que las fotos el reconocimiento. La combinación de las fotos y los compuestos fueron utilizadas en un reconocimiento que confirmó la presencia de una persona en el barco.



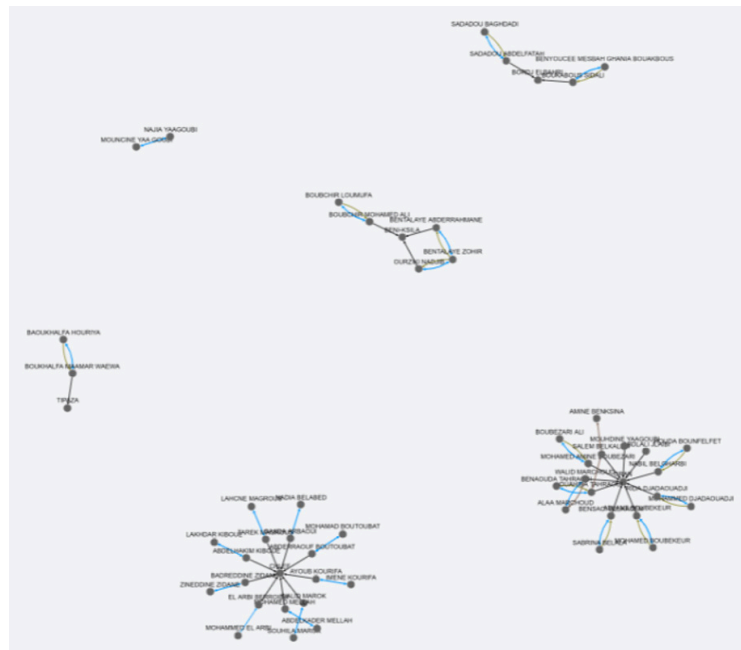
Hasta el momento, el CICR elaboró una lista de pasajeros con 511 nombres, de los cuales 387 familias fueron localizadas y se recogieron solicitudes de búsqueda, en más de 15 países de África y Europa.

De estos, se recogieron 423 muestras biológicas de referencia que representan a 134 migrantes desaparecidos en cuatro países (Gambia, Costa de Marfil, Mauritania y Senegal).

De la lista de pasajeros potenciales, hay 182 (35,8%) para los que se recogieron elementos sustanciales para establecer vínculos entre su desaparición y el naufragio del 18 de abril de 2015, considerando así la posibilidad de proporcionar estos resultados parciales a las familias. Hasta el momento el laboratorio forense logró algo más de 20 identificaciones.

### Conclusiones

El proyecto Catania nos brindó la oportunidad de desarrollar múltiples enfoques para abordar un problema complejo. Algunas de las herramientas que creamos tienen aplicaciones más allá del ámbito migratorio y pueden ser útiles para analizar contextos o visualizar elementos relacionados a través de diferentes conexiones (Figura 3).



**Figura 3.** Red creada con SCAN. El agregado de datos y la visualización de redes en base a sus vínculos permite entender que no todos los datos pertenecen al mismo caso, pero probablemente a al menos dos. La baja calidad es requerida para proteger las identidades, lo importante son las relaciones.

Durante nuestra investigación, nos enfrentamos a la realidad de la ausencia o falta de acceso a los cuerpos, y a la necesidad de brindar respuestas a



las familias, incluso cuando los cuerpos no existen físicamente o su identificación forense es improbable. Esta situación nos llevó a reconsiderar la búsqueda, no como una actividad destinada únicamente a encontrar cuerpos, sino a comprender los contextos que puedan llevarnos a ellos, o a su ausencia.

En este sentido, consideramos crucial aprovechar la mayor cantidad y variedad de datos disponible, comenzando idealmente desde una línea de base que nos permita comprender mejor el problema. Por último, dada la realidad que caracteriza el contexto migratorio, es fundamental emprender acciones concertadas con los propios migrantes para reducir en la medida de lo posible la pérdida de su identidad.

## Agradecimientos

Las personas que trabajaron en el proyecto piloto Catania son muchas y trataré de no olvidarme de ninguna: Benedicte L' Epplattenier, Ines Caridi, Gwenaelle Fontana, Audrey Eprinchar, Hana Triki Yamani, Joyce Wakim, Carolina Pagnini, Angela Valenza, Jelena Kaplanovic, Lourdes Penados, Predrag Petkovic, Bassem Khalil, Kirsty McDonald; todas y cada una de ellas hicieron este proyecto posible.

## Bibliografía

1. CVR. Informe Final de la Comisión de la Verdad y Reconciliación del Perú. Lima. 2003.
2. Last T, Mirto G, Ulusoy O, Urquijo I, Harte J, Bami N, et al. Deaths at the borders database: evidence of deceased migrants' bodies found along the southern external borders of the European Union. *J Ethn Migr Stud*. 2017 Apr 4; 43(5): 693–712.
3. International Committee of the Red Cross (ICRC). Counting the Dead: How Registered Deaths of Migrants in the Southern European Sea Border Provide Only a Glimpse of the Issue.
4. International Committee of the Red Cross (ICRC). COUNTING THE DEAD - UPDATE 2020-2021.
5. Baraybar J. Arqueología de la ausencia. In: *Arqueología forense: teoría, praxis y experiencias de familiares*. México DF: Facultad de Medicina UNAM; 2024. p. 10.
6. Savatic F, Thiollet H, Jaulin T, Mesnard A, Senne J. Start with Numbers. *Measuring Migration in Times of Crisis*. 2021.
7. BBC. Tragedia en el Mediterráneo: temen que cientos de migrantes hayan muerto en naufragio en Lampedusa.
8. Parrinello. Italia recupera el barco hundido en 2015 con 700 inmigrantes a bordo.
9. Baraybar J, Caridi I, Stockwell J. A forensic perspective on the new disappeared: Migration revisited. In: *Forensic Science and Humanitarian Action: Interacting with the Dead and the Living*. Wiley; 2020. p. 896.
10. Castellano C, Fortunato S, Loreto V. Statistical physics of social dynamics. *Rev Mod Phys*. 2009.
11. Caridi I, Baraybar J. Complex Networks to plan activities aimed at identifying missing migrants in Europe Working towards a model to prioritize tracing activities of the ICRC. Paris; 2019.
12. Caridi I, Dorso CO, Gallo P, Somigliana C. A framework to approach problems of forensic anthropology using complex networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2011 May 1;390(9):1662–76.
13. Caridi I, Alvarez EE, Somigliana C, Puerto MS. Using already-solved cases of a mass disaster event for prioritizing the search among remaining victims: a Bayesian approach. *Scientific Reports* 2020 10:1. 2020;10(1):1–11.
14. François P, Dufour L, Djimtoingar Taroum R, Jossic V. SCAN. 2024.

# Seguridad y ciencias forenses

Zoraida García Castillo<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ciencias Forense, UNAM.

✉ zoraidagc@unam.mx

## Datos del artículo

Cita: García-Castillo, Zoraida. 2024. Seguridad y ciencias forenses. Artículo de difusión/divulgación. Revista Digital de Ciencia Forense. 3(1): 51-60 pp.

Editor: Anahy Rodríguez González.

Revisión por pares: un revisor.

Recibido: 21 abril 2024.

Aceptado: 30 abril 2024.

Publicado: 30 abril 2024.

## Resumen

Tradicionalmente, la seguridad pública ha sido entendida como una función del Estado, la manifestación efectiva de la acción gubernamental, ejercida para salvaguardar la integridad de las personas y sus intereses, así como los bienes privados y públicos. Se ha conceptualizado como la protección de las garantías ciudadanas por parte de las autoridades, para proporcionar la paz y seguridad necesarias para que los ciudadanos puedan ejercer sus derechos constitucionales y convencionales en el marco de la vida cotidiana. El concepto de seguridad pública a que se refiere nuestra Constitución debiera ser interpretado más allá de la función policíaca de Estado y conceptualizarla como seguridad ciudadana o seguridad humana. Para tales fines, las ciencias forenses son herramientas que intervienen en cada una de las etapas de la seguridad: la prevención, la procuración y administración de justicia, así como la ejecución de sentencias. El halo científico que les reviste aporta elementos esenciales para la toma de decisiones de los órganos administrativos y jurisdiccionales encaminados a garantizar el funcionamiento del sistema de seguridad ciudadana.

**Palabras clave:** seguridad, ciencias forenses, prevención, sistema penal.

## Abstract

Public security is traditionally considered a state function aimed at protecting the people's interests, assets, and private and public goods. It is the responsibility of the government to ensure that citizens can exercise their constitutional and conventional rights in their daily lives without any fear or disturbance. The authorities are responsible for safeguarding the citizen's guarantees and providing a peaceful and secure environment for the citizens. The Constitution's concept of public security should extend beyond the police function of the State and encompass citizen security or human security. Forensic science can be a powerful tool in ensuring citizen's security or human security, going beyond its traditional use by law enforcement agencies. It can be applied in every stage of security, including prevention, prosecution, administration of justice, and execution of sentences. The scientific credibility of forensic evidence provides crucial information for decision-making that supports the effective functioning of the citizen's security system.

**Keywords:** security, forensic sciences, prevention, criminal system.

## Introducción

La constitución mexicana delimita a la seguridad pública en el campo de la prevención del delito, la procuración de justicia y la imposición de sanciones administrativas; no obstante, la seguridad abarca conceptos más amplios al tradicional de seguridad pública que implica la coordinación de todos los órdenes de gobierno: municipales, estatales y federales; ejecutivos, legislativos y judiciales; comprende, asimismo, la idea de participación ciudadana y gubernamental. Exige la articulación y coordinación incluso de autoridades encargadas de la salud, la educación y el desarrollo social. Seguridad pública debiera ser, por tanto, un concepto global e inclusivo, que señala un fin común: la generación de un ambiente de justicia y paz.

De hecho, es necesario migrar del concepto de seguridad pública al de seguridad ciudadana y de seguridad humana, conforme a los conceptos que más adelante se explicarán.

Las ciencias forenses intervienen en cada una de las etapas de la seguridad. Inciden en la prevención del delito, la administración de justicia, la ejecución de sanciones, la reinserción social, la salvaguarda de los derechos fundamentales de las personas y la participación responsable en el entramado social.

En este artículo, se habla de cómo interviene la ciencia y la técnica en el auxilio de las labores de seguridad y se apuntan algunas reflexiones para el sistema de seguridad, procuración y administración de justicia mexicano.

### *¿Seguridad pública o seguridad ciudadana?*

Es indudable que el tema de seguridad en nuestro país se ha vuelto una constante en el debate público y privado, en virtud de que esa situación de tranquilidad se encuentra absolutamente mermada a nivel general y nacional.

Es obligación del Estado realizar todas las acciones necesarias para que la población goce de un estado de seguridad y confianza hacia las instituciones públicas, en su vida cotidiana. El artículo 21 constitucional se refiere al concepto de seguridad pública como una función de los tres niveles de gobierno, cuyos fines son salvaguardar la vida, las libertades, la integridad y el patrimonio de las personas, así como generar y preservar el orden público y la paz social. Comprende a la prevención, investigación y persecución de los delitos, así como a la sanción de las infracciones administrativas. Establece como principios de actuación a la legalidad, objetividad, eficiencia, profesionalismo, honradez y respeto a los derechos humanos (1).

Bajo estas líneas constitucionales, a la seguridad pública se le ha entendido como “un conjunto de políticas y acciones coherentes y articuladas que tienden a garantizar la paz pública a través de la prevención y represión de los delitos y de las faltas contra el orden público, mediante un sistema de control penal y de policía administrativa” (2, p. 171).

El texto constitucional ha dejado fuera a la fase de reinserción social que es crucial en el cierre del ciclo de seguridad pública que debiera atenderse. También deja fuera a la fase de administración de justicia, que es el eslabón toral que hace efectivos los resultados de las investigaciones penales y en que se toman las medidas necesarias de ejecución de penas o de resoluciones en general para reestructurar el tejido social y lograr la paz.

Así, la seguridad se conforma de los eslabones de prevención, procuración de justicia, administración de justicia, ejecución de las penas y de las sanciones administrativas. Este último eslabón se debe entrelazar con el de prevención, pues esa es precisamente su función. El esquema se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Esquema representativo de las etapas de la prevención, en el cual el sistema de justicia penal es una herramienta y cumple con esa función como uno de sus fines, aunque no el único o primordial.

El texto constitucional se refiere al concepto de reinserción administrativa en el marco de la prevención del delito, pero deja fuera a la reinserción social en el marco de las ejecuciones de las sentencias penales, cuyo papel es crucial también en la prevención.

Otra cuestión para tener presente es que el concepto de seguridad pública se ha centrado de forma tradicional en el papel policíaco y de ejercicio de poder institucional, pero con ello ha dejado de lado a dos enfoques que son más integrales y comprensivos de los problemas de estabilidad y paz social, como son la seguridad ciudadana y la seguridad humana. A partir de análisis sociales y políticos de nuestras comunidades, a la seguridad se le debiera conceptualizar como un bien público traducido en un orden ciudadano democrático que elimine las amenazas de violencia en la población y permita la convivencia segura y pacífica. Es decir, no se trata de reducir índices de delincuencia, sino del diseño e implementación de estrategias integrales que mejoren la calidad de vida de la población, que impliquen la acción comunitaria para la prevención del delito, una justicia accesible y eficaz, y una educación en valores, respeto a la ley y tolerancia (3).

Al concepto de seguridad ciudadana le es intrínseca la participación social, que no es posible sin el desarrollo humano y democrático. En efecto,

el sistema político y el ambiente de seguridad se encuentran íntimamente relacionados, los estudios comparativos de la violencia criminal demuestran que cuando las élites de las sociedades posautoritarias no llevan a cabo reformas amplias al sector de la seguridad ni un proceso de justicia transicional, la criminalidad forjada durante el régimen autoritario persiste y se expande en democracia. México ha sido un ejemplo (4).

Un concepto más amplio es el de seguridad humana, que ha sido promovido por diversas instancias de las Naciones Unidas y que se caracteriza por su naturaleza universal, centrada en las personas, la interdependencia, enfocada en la prevención de conflictos y la cooperación. Se le ha significado como la protección de las libertades vitales: libertad frente a las privaciones, libertad frente al miedo y libertad para actuar en nombre propio. Se aleja del concepto de seguridad nacional que está centrado en los Estados y en la militarización, para abrirse al desarrollo humano como paradigma. Su meta es la reducción del riesgo colectivo, pues en un sistema global interconectado, la fortaleza o solidez del conjunto está condicionada por sus eslabones más débiles. Esos son precisamente los que se deben atender (5).

Este concepto no quiere reemplazar al de seguridad ciudadana, sino complementarlo e incluso complementar a los otros conceptos de seguridad estatal o de seguridad pública, pero integrando un esquema de análisis de factores humanitarios, que abarquen derechos humanos, salud, medio ambiente, democracia, etc.

### *Las ciencias forenses*

¿Cómo relacionar los anteriores conceptos de seguridad pública, seguridad ciudadana, seguridad humana, con las ciencias forenses? Esa reflexión la dejaré para el siguiente apartado, pero antes es necesario explicar a qué nos referimos con ciencias forenses o ciencia forense.

La ciencia forense -en singular- ha sido definida en el contexto del derecho anglosajón, como la ciencia de asociar personas, lugares y situaciones involucradas en actividades delictivas (6), aunque su participación en la investigación y adjudicación de autorías de hechos controvertidos en el foro judicial no solo corresponde al ámbito del derecho penal, sino a cualquier otro en que sea necesaria la intervención de especialistas no jurídicos.

Se ha clasificado como una “ciencia histórica” en el sentido de que su objetivo es analizar la evidencia de eventos pasados (delictivos o cuestionados en cualquier otro ámbito jurídico) para interpretar las acciones de los participantes e identificarlos. Así, se ha llegado a afirmar que la ciencia forense es la demostración de las relaciones entre la gente, lugares y cosas involucradas en casos legales mediante la identificación, análisis y, si es posible, individualización de la evidencia (6).

Su evolución histórica, en etapas precientíficas y científicas, se ha caracterizado por el desarrollo de disciplinas como la medicina, la criminalística,

la criminología o la antropología, entre otras; lo que ha permitido transitar del estudio a partir de un marco de conocimiento particular, desde las llamadas ciencias forenses, a un abordaje interdisciplinario que entrelaza un análisis complejo de los hechos de interés ministerial y judicial, conformando así el concepto actual de ciencia forense.

En Latinoamérica hablar de “ciencia forense” resulta una novedad. No solemos hablar de una “ciencia forense” sino de diversas ciencias que convergen en el ámbito forense. Cualquier técnica, disciplina, arte o área del conocimiento que tenga posibilidad de aportar elementos objetivos aceptables para la explicación de eventos cuestionados en el ámbito judicial, es bienvenida al ámbito forense. Por lo tanto, los términos ciencia forense y ciencias forenses se usa de forma indistinta; sin embargo, es importante identificar las diferencias ya mencionadas, en aras de una mirada integral que privilegie la interdisciplina.

Así, las ciencias forenses abarcan muy diversos ámbitos científicos, como son los campos del conocimiento biológicos (medicina, patología, antropología biológica, odontología, serología, genética, histología, entomología, etc.); químicos (toxicología, farmacología, química analítica, etc.) y físicos (que inciden en los análisis de uso de armas de fuego, explosiones, colisiones, huellas e impresiones, trayectorias, etc.). También se incluyen las disciplinas humanísticas y las ciencias sociales, visión que nos distingue del desarrollo de la ciencia forense en la tradición anglosajona y que atiende a las necesidades y contextos sociopolíticos de las realidades latinoamericanas. En ellas caben la psicología, la sociología, la antropología social, la criminología y la victimología, entre otras. Las disciplinas técnicas criminalísticas también se comprenden en el amplio espectro de la ciencia forense, como es la fotografía, documentoscopia, grafoscopia, dactiloscopia, metodología de investigación de los hechos, incluso las dedicadas al estudio de los delitos cibernéticos o al análisis de voz.

En suma, cuando hablamos de ciencias forenses nos estamos refiriendo a un término comprensivo de todos los ámbitos de la ciencia y la técnica que sean susceptibles de aportar elementos objetivos para el análisis y explicación de eventos cuestionados en el ámbito forense; es decir, en el campo del cuestionamiento ministerial y judicial, en que las partes, abogados, fiscales y jueces no cuentan con la expertiz necesaria para explicar, con recursos del conocimiento científico y técnico, lo que sucedió en un hecho cuestionado y la identidad de quienes pudieron haber participado.

Aportar estos elementos objetivos en el proceso de investigación y en el judicial, resulta de suma trascendencia en tiempos en que los avances científicos y tecnológicos se encuentran en condiciones de contribuir al esclarecimiento de los hechos, en beneficio de la realización de los fines de los sistemas de justicia en el mundo.



### *Las ciencias forenses y su relación con la seguridad*

Vincular a las ciencias forenses con el sistema de seguridad pública (siguiendo el concepto constitucional) o ciudadana (siguiendo un concepto más integral de participación no solo estatal sino social) es sumamente importante.

Si abordamos el tema de seguridad desde una perspectiva amplia, que lo analice a través de sus causas y no solamente de sus síntomas, que rehúse la explicación trivial de la inseguridad pública y demande la entronización de los verdaderos factores -profundos y persistentes- de seguridad (esta perspectiva la explicaba muy bien el doctor Sergio García Ramírez (11) cuando compara al concepto reduccionista que abarca a la policía, la procuración y administración de justicia, frente a un concepto más amplio de seguridad ciudadana), el papel de las ciencias forenses puede ser crucial no solo en el análisis, sino en la operatividad de las políticas públicas que se adopten.

El sistema de seguridad demanda de coordinación entre todas las instancias de seguridad, no solo en los tres niveles de gobierno, sino en forma horizontal, en que se incluya a las áreas de prevención, procuración, administración de justicia, sanciones administrativas y aunque la Constitución no lo exija, las de ejecución de sentencias penales. Desde el año de 1995 se expidió una Ley General que Establece las Bases de Coordinación del Sistema Nacional de Seguridad Pública cuyos objetivos realmente no se cumplieron. No existe tal coordinación ni se logró que se sistematizara eficientemente la información criminalística. Aunque la vigente Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública (7) dispone la creación de bases de datos y de un Sistema Nacional de Información, no contamos con bases de datos integrales, comunicables y actualizadas, sino solo de forma parcial. De entre todos ellos (los de huellas digitales, de voces, balísticos, entre otros) el de genética es hoy día el más demandado y polémico.

Del año de 1995 a la fecha, el panorama de seguridad en México ha cambiado radicalmente. Hoy tenemos un grave problema de desaparición de personas. A la fecha en que esto se escribe -19 de marzo de 2022- existe un registro oficial de 114,964 personas desaparecidas y no localizadas Registro Nacional de Personas Desaparecidas y no Localizadas (8) Registro que abarca del año 1964 a la fecha, indicando un aumento significativo a partir del año 2006 y que en 2023 tuvo su máximo registro. Las grandes demandas de la sociedad civil ante este gran problema no es ya que se persiga el delito, sino que se encuentren a las personas no localizadas y que una vez hecho eso, se identifiquen y retornen a sus familiares. Se demanda alto conocimiento científico forense para la búsqueda, localización e identificación de personas, y entre ello se exige que se apliquen de forma masiva los análisis genéticos forenses para la identificación. El problema es que esa técnica es cara, requiere de equipos sofisticados, personas capacitadas, estandarización de las metodologías que se aplican a nivel nacional y, sobre todo, información con qué comparar. Es decir, una base de datos integral (que pudiera conformarse a partir de las ya existentes,

si estas fuesen comunicables y compatibles). Existe una base federal de datos de perfiles genéticos, pero no se comparte a nivel nacional ni tiene la vocación de identificar personas desaparecidas, pues nació con el fin de investigar delitos.

La aplicación de la genética forense como única solución al problema de identificación de personas es bastante cuestionable, no solo por los obstáculos técnicos arriba mencionados, sino porque antes de ello existen más elementos científicos forenses por aplicar, como son los análisis antropológicos, odontológicos, dactiloscópicos y otros elementos criminalísticos que pueden determinar con amplio margen de probabilidad y certeza la identificación de personas. Pero eso significa ampliar el panorama de las potencialidades de las ciencias forenses en la solución de problemas sociales, tan graves como éste, y dejar de prometer a la genética como una prueba científica irrefutable (9).

De cualquier manera, el problema de la identificación de personas en México tiene que verse con el largo alcance que exige, pues es tal el cúmulo de cuerpos pendientes de identificar que solo la suma de grandes esfuerzos forenses, a largo plazo, hará que se logren pasos importantes y definitivos.

La coordinación entre todos los actores en materia de seguridad y las ciencias forenses debe verse proyectada en cada una de las fases de la seguridad: la prevención, la persecución de los delitos, la impartición de justicia y la ejecución de sentencias y las sanciones administrativas. En los siguientes párrafos trataré de hacer un esbozo de esta necesaria interacción.

### *Prevención*

La prevención del delito es un componente muy importante en las estrategias de seguridad. Ello, en virtud de que el delito y la victimización se favorecen de numerosos factores causales resultado de una amplia gama de circunstancias que influyen en la vida de las personas, las familias y la sociedad. Determinar qué factores están asociados a los diferentes tipos de delitos implica precisamente una serie de estrategias y programas para cambiar tales factores de riesgo y prevenir ese ambiente de inseguridad que provocan (10).

Los factores de riesgo son las alteraciones y tendencias que afectan a las condiciones sociales y económicas de regiones y países, los factores que influyen en entornos y comunidades, los relacionados con la familia y que afectan a los individuos. Se trata de los desplazamientos poblacionales, la rápida urbanización, los desastres ambientales, las recesiones económicas, el aumento del tráfico de drogas, armas, personas; todo afectado por economías y gobiernos débiles. Se suman las deficiencias de infraestructura, las precarias condiciones de vida y vecindad, la carencia de buenos servicios de educación y salud y la existencia de marcadas desigualdades sociales (10).

El análisis de todos esos datos implica trabajo científico, como también lo implica la elaboración de planteamientos de programas de prevención del delito. Esto es, medidas centradas en el desarrollo, el medio ambiente, la comunidad; mecanismos de intervención social, de tratamiento individual y de control policial, etc.

Entre las estrategias de prevención del delito, hay una clasificación que obedece a la oportunidad: la prevención primaria, secundaria y terciaria. La primera son programas o iniciativas destinados a personas que nunca se han visto implicadas en el sistema de justicia penal (programas de educación, acoso en escuelas, jóvenes contra la violencia, etc.) La segunda son programas dirigidos a niños y jóvenes que corren el riesgo de verse implicados en actos delictivos (por determinación de los servicios sociales o escolares) y la tercera, son programas destinados a personas ya incurso en el sistema de justicia penal, y que tienden a la reinserción en la comunidad. (10). En las tres instancias de prevención se requiere de elaborar estrategias basadas en evidencia científica, ¿qué puede servir como medidas para la prevención del delito desde las tres perspectivas que se exponen y qué no? Para determinarlo, hace falta la intervención de pedagogos, sociólogos, antropólogos sociales, politólogos, trabajadores sociales, psicólogos, psiquiatras, analistas de datos, juristas, criminólogos, etc. Determinaciones tan importantes como estas no podrían ser tomadas a la ligera y sin un trabajo multidisciplinario, sobre todo si se piensa que deben ser programas de larga data y de esencial participación comunitaria.

Es claro que la prevención del delito no debe limitarse a técnicas policiales, sino que es una actividad ciudadana que abarca múltiples facetas de la vida cotidiana comunitaria. No se trata de reprimir, sino de crear un ambiente propicio para la no comisión de los delitos, tarea que si bien pende de macrofactores como es la condición política del país y la dominancia de las estructuras delictivas, el trabajo comunitario puede llegar a tener implicaciones efectivas en la prevención.

Finalmente, la toma de decisiones que impacten en la prevención del delito, como es legislar para tipificar conductas o para aumentar las penas, no deben adoptarse por coyunturas políticas, sino con fundamento en políticas públicas que se encuentren sustentadas en análisis basados en evidencia. Tipificar o aumentar las penas no es precisamente una forma de disuasión de la conducta delictiva, si el sistema de procuración y administración de justicia no es eficaz y si el proceso de ejecución de sentencias no cumple su propósito de reinserción social.

### *Procuración de justicia*

El artículo 21 constitucional establece en su primer párrafo que la investigación de los delitos corresponde al Ministerio Público y a las policías, que actuarán bajo su conducción y mando. Si bien en normativas secundarias se incluye la participación de los servicios forenses en la integración de esta trilogía investigativa, es altamente deseable que en esta etapa de investigación de los delitos deje de verse al Agente del Ministerio Público como el conductor en jefe, director absoluto de la investigación y, por tanto, el que toma las decisiones investigativas y el poseedor de toda la información. ¿Por qué es eso impráctico y poco eficiente? Porque si los policías y los expertos forenses no trabajan con el

Ministerio Público en coordinación, es decir, como pares en la planeación de la investigación, muy probablemente ésta sucumba.

Las y los científicos forenses, las personas expertas, pueden apoyar de una forma muy significativa en la toma de decisiones sobre qué análisis forenses realizar porque cuentan con los conocimientos técnicos y científicos para saber cuáles análisis serán útiles y conducentes para la integración de una teoría del caso. Si no existe comunicación entre el Agente del Ministerio Público y el área forense, el primero no sabrá si lo que ordena al forense es posible de realizar, si le está otorgando el plazo suficiente para ello, si no está provocando que la muestra a analizar se extinga, o si realmente la pregunta que realiza es posible de contestar con el análisis que está ordenando. La persona experta puede aconsejar que se realicen análisis forenses complementarios o que se opte por otro tipo de pruebas. La persona experta puede informar si es posible realizar o no una prueba con la muestra que se envía, para los fines que se investigan. Para ello, es indispensable que la información se comparta y que la estrategia sea conjunta. Como lo afirma el doctor García Ramírez, “debieran quedar atrás, en definitiva, los cotos de poder, la indiferencia funcional y los conflictos entre corporaciones” (11, p. 286)

La información compartida, sistematizada y estandarizada con bases técnicas y científicas es sin duda crucial en materia de seguridad, específicamente en la investigación de los delitos. Existe un aspecto del que poco se habla, y es que las bases de datos estandarizadas que se usan a nivel mundial con fines de identificación de personas, como son las bases de voces o algunas bases antropológicas, no están conformadas por datos mexicanos, sino principalmente por datos de personas extranjeras. Eso se explica porque fueron elaboradas en otros países, con material de esos lugares. Esto hace ver que es muy importante que la investigación científica forense debe impulsarse fuertemente en nuestro país, para generar datos de nuestra región: bases de datos mexicanos de voces, dactilares, antropométricas, entomológicas, etc. Eso permitiría estandarizar los indicadores de nuestra región y hacer que nuestros servicios forenses cuenten con datos locales que hagan que sus dictámenes se acerquen más a una muy probable identificación de personas, no solo para su búsqueda, sino en el ámbito de la responsabilidad penal.

En la Escuela Nacional de Ciencias Forenses de la UNAM hemos generado y nos encontramos integrando colecciones forenses antropológicas, odontológicas, dactilares, de voces y entomológicas mexicanas. En septiembre de 2022 obtuvimos el registro de la Colección de Artrópodos de Interés Forense ante la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Es indiscutible que el papel de las ciencias forenses en la investigación de los delitos durante la fase de procuración de justicia es indispensable. No obstante, las investigaciones siguen concentrándose en recabar testimonios, los análisis criminalísticos de campo y de gabinete son esenciales en el esclarecimiento de

los hechos. La objetividad y confiabilidad que inspiran los análisis científicos forenses han robustecido su papel en la investigación.

El 25 noviembre de año 2021, la Corte Interamericana de Derechos Humanos dictó una sentencia en el caso *Digna Ochoa y familiares vs. México* (12), condenando al Estado Mexicano a elaborar, presentar e impulsar una iniciativa de reforma constitucional para dotar de autonomía e independencia a los Servicios Periciales mexicanos, a fin de que gocen de plena autonomía técnica y de gestión, así como la capacidad para decidir sobre el ejercicio de su presupuesto y para determinar su organización interna. Ese mandato internacional no ha sido cumplido ni se observan intenciones de que se cumpla. ¿Y por qué fue el Estado mexicano condenado a ello? Por los graves errores científico-forenses que se cometieron en la investigación del homicidio de Digna Ochoa, tan reprobables que solo se pueden explicar porque se hubiese recibido influencia de los superiores jerárquicos -responsables de las actividades de procuración de justicia-, sobre las y los peritos forenses, para dictaminar en la forma en que se hizo. México exhibió su incapacidad para emitir estudios forenses debidos, sobre todo, independientes y objetivos. Tenemos un gran reto por superar, aun cuando esos hechos hayan sucedido hace más de veinte años.

### *Administración de justicia*

Las controversias jurídicas se integran de narrativas propuestas por las partes en cuanto a los hechos y en cuanto al derecho. Cada una de las partes aporta una versión de los hechos conforme a sus intereses y también expone qué derechos considera que le asisten y que le han sido conculcados. Quienes resuelvan esas controversias tendrán la carga de decidir qué narrativa es la que prevalece tanto sobre los hechos como sobre el derecho.

Si se trata de una controversia judicial, es al juez al que corresponderá pronunciarse. Sobre los hechos deberá calificar cuáles son los que se consideran como probados, es decir, cuál es la verdad procesal o formal que se logró acreditar en juicio. Y sobre el derecho, la calificación será sobre su validez y prevalencia, a partir de los hechos acreditados.

Es entonces a partir de la prueba que el juez está en posibilidad de declarar cuál es la verdad jurídica. Esa verdad debiera ser lo más objetiva posible y acercada a la realidad.

Si así ocurre, entonces se cumple cabalmente la idea de justicia, sobre este concepto de verdad jurídica y su integración a partir de narraciones, consultar a Taruffo, M., en su obra *Simplemente la verdad* (13).

No obstante, esta construcción de la verdad no es tan simple. Se encuentra sujeta a las reglas del proceso, que a su vez se encuadra en un sistema jurídico. En los países latinoamericanos, nos hemos homologado a trabajar bajo un sistema de justicia acusatorio, que aplica en principio a lo penal y cuyos lineamientos también se diseminan en otras áreas del Derecho.

¿Cómo se allegan los elementos científico-forenses al juicio para integrar prueba? A través de la prueba pericial, que no debe ser el único elemento de prueba para acreditar los hechos, ni siquiera el principal, sino uno más. Precisamente el prestigio de objetividad a partir de su científicidad ha llevado al extremo de considerar que las controversias pueden dirimirse básicamente a partir de la prueba pericial y eso es un error por las siguientes razones:

- a. La soberanía judicial recae en el juzgador y es indelegable a un perito. Dicho de otra forma, los peritos no deben ni pueden asumir la carga de decidir la controversia a través de su peritaje.
- b. La ciencia no arribará a conclusiones absolutamente verdaderas, pues siempre tiene un grado de confiabilidad y de error. La primera, respecto de si esa “ciencia” se funda verdaderamente en principios científicos y, lo segundo, consiste en que las conclusiones periciales siempre deben expresar su grado de error. Difícilmente un análisis pericial es capaz de expresar un grado absoluto de probabilidad sobre el hecho, fenómeno o circunstancia que se analiza. La ciencia no aporta respuestas absolutas.
- c. Aparte de las pruebas periciales, los demás elementos probatorios (testimonios, indicios) otorgan un contexto amplio de las circunstancias para la decisión del juzgador, de manera que la prueba pericial solo puede servir de elemento para confirmar o refutar hipótesis útiles en la resolución judicial integral.

La Escuela Nacional de Ciencias Forenses de la UNAM ha publicado las Guías para la valoración judicial de la prueba pericial que son una serie de herramientas técnicas y científicas para la mejor comprensión de la prueba pericial por parte de los jueces. Su propósito es acercarles elementos desde la ciencia para el entendimiento y valoración de las pruebas periciales, tanto para la admisión como la apreciación de fondo. En abril de 2022 se publicaron las guías en materia de genética, lofoscopía, análisis de voz y toxicología; y en noviembre del mismo año otras en identificación humana, odontología forense, análisis de video, medicina forense, psicología, criminalística y balística (14).

Cada Guía está integrada por cuatro subguías en que se describen los criterios generales que deben considerarse para la comprensión de la prueba pericial, los errores que suelen presentarse en las distintas etapas, cómo identificarlos y su grado de tolerancia permisible reflejado en fallas o circunstancias frecuentes para que sean considerados para su valoración. La Subguía 1 señala los presupuestos mínimos científicos y jurídicos estrechamente vinculados, tanto para el análisis del indicio como para la integración de la prueba. Las Subguías 2, 3 y 4 contienen los elementos de recolección, procesamiento y análisis del indicio, por cada área científica y técnica. Finalmente se incluye un glosario compuesto por dos secciones: una general, que contiene términos comunes a la ciencia forense, y otra específica con conceptos propios de cada área forense.



Es la primera ocasión en la región en que la judicatura abre el espacio para escuchar a la academia y recibir algunas pistas sobre qué tener en cuenta para valorar la prueba pericial, en lo que tiene que ver con el ámbito técnico científico; lo que hoy día resulta ineludible para ellos, bajo el sistema de apreciación libre y lógica de la prueba.

### *Ejecución de sentencias y sanciones administrativas*

El artículo 18 constitucional señala en su segundo párrafo que el sistema penitenciario se propone lograr la reinserción del sentenciado a la sociedad y procurar que no vuelva a delinquir. Es evidente que su objetivo es preventivo del delito y por eso debiera estar comprendido en el sistema de seguridad ciudadana. (1) Señala que para ello se deberá actuar sobre la base del respeto a los derechos humanos, del trabajo, la capacitación para el mismo, la educación, la salud y el deporte. Eso significa que las medidas para la reinserción debieran adoptarse -tal como ocurre para la prevención- en un contexto multidisciplinario y bajo una planeación estratégica basada en evidencia. Aquí el papel de las ciencias forenses.

En teoría, hemos migrado de un modelo de rehabilitación, que parte de la creencia de que las personas tienen capacidad de cambio y las medidas de privación de la libertad deben incluir un proceso de tratamiento sobre las causas de comisión del delito. Esto se ha quedado atrás y se ha profundizado en el modelo de responsabilidad, en donde el infractor debe ser responsable del daño, por lo que la víctima cobra un papel muy importante, bajo el paradigma de la justicia restaurativa (15).

No obstante, estos avances teóricos, la Ley Nacional de Ejecución Penal, vigente en México, define a la reinserción social como la “restitución del pleno ejercicio de las libertades tras el cumplimiento de una sanción o medida ejecutada con respeto a los derechos humanos” (16). Pareciera que es el Estado el que va a restituir a la persona en una situación de bienestar. Preferimos las referencias constitucionales.

El ámbito penitenciario es un espacio de difícil intervención por las condiciones institucionales y por la supuesta falta de voluntariedad de los internos e internas. La criminología ha desarrollado muy diversas teorías del desistimiento o del abandono de la delincuencia, que lleven a la modificación de hábitos personales y relacionales que faciliten un nuevo modelo de participación e inclusión social (15).

Entonces, es importante la participación de los análisis criminológicos, educativos, psicopatológicos, de adicciones, de trabajo social, de salud, todos con un enfoque forense. Todos estos expertos podrían intervenir en la elaboración del Plan de Actividades a que se refiere la Ley invocada y que debe ser acorde a las necesidades, preferencias y capacidades de la persona privada de la libertad; actividades que tienen que estar disponibles en el centro de internamiento. (16, art. 104) El problema a resolver es cómo impulsar el cambio de la persona



en prisión hacia una nueva identidad no delictiva, cuando sus circunstancias personales y sociales parecen orillarlos a no tener más elección. Máxime teniendo en cuenta que en cárceles como las mexicanas difícilmente existen condiciones para la reinserción social y el papel ideal de la pena privativa de la libertad no se cumple.

El reto se complica si se tiene en cuenta que las personas en prisión no solo son hombres heterosexuales. Sino que hay mujeres, adolescentes, personas pertenecientes a los grupos LGBTIQ+, indígenas, personas que padecen enfermedades de salud mental o de otra índole, por lo que las estrategias tienen que contener perspectivas de género y diferenciadas. Además, se debe estudiar el tipo de conductas que les ha llevado a prisión, su entorno social, sus redes de apoyo social, sus dependientes económicos, el porcentaje de personas en prisión con condiciones particulares, etc. Es evidente que el trabajo experto es indispensable (17-20). Al respecto, existen múltiples estudios serios sobre el problema de reinserción social de grupos en diversas condiciones de vulnerabilidad (17-20).

Finalmente, debe mencionarse el tema de la sanción administrativa, que guarda un paralelismo con la sanción penal, pero se diferencia porque en este caso la infracción se considera menos grave y merece sanciones más leves. Su planeación y legislación debe también obedecer a perspectivas integrales basadas en análisis igualmente multidisciplinarios, a partir de la perspectiva de una política criminal dirigidas esencialmente a la prevención del delito. Es también evidente que en esta área la intervención de las ciencias forenses es igualmente necesaria.

## Conclusiones

El concepto de seguridad pública a que se refiere nuestra Constitución debiera ser interpretado más allá de la función policíaca de Estado y conceptualizarla como seguridad ciudadana o seguridad humana, tal como fue expuesto en líneas anteriores. Este ideal parece alejarse de nuestra realidad nacional si pensamos la actual situación que está migrando las funciones de seguridad hacia las áreas militares. Este es un tema que no ocupa a este artículo, pero que es importante no dejar de mencionar. La pronunciada tendencia hacia la militarización que se legitima cada vez más en nuestro país, hace peligrar precisamente la participación ciudadana y el respeto a los derechos humanos y la rendición de cuentas. No hace falta hacer recuento de las experiencias nacionales e internacionales, pero basta con recordar la sentencia del caso Radilla en que la Corte Interamericana de Derechos Humanos advirtió al Estado mexicano del peligro de la intervención militar en materia de seguridad pública (21). Sobre el análisis de cómo en Latinoamérica se ha hecho uso desmesurado de la intervención militar en materia de seguridad civil, bajo los argumentos de urgencia y severidad del problema, y de mayores capacidades de entrenamiento, incluso llamando a fuerzas extranjeras, véase a Pion-Berlin (22, 23).

Por otro lado, es también importante enriquecer el concepto de seguridad para incluir en el sistema a las fases de impartición de justicia y ejecución de sentencias penales. Dejar fuera a estos dos importantes eslabones significa que quedan expulsados de la coordinación general que mandatan nuestras leyes y eso le quita lógica al sistema integral de seguridad.

En este trabajo se ha querido mostrar fase a fase cómo intervienen las ciencias forenses en el sistema de seguridad ciudadana, y la importancia que ha cobrado su papel por el halo científico que le reviste. Es necesario abrir la puerta a la ciencia y dimensionarla en sus alcances y limitaciones, para la toma de decisiones de política criminal, seguridad, justicia y prevención del delito.

## Bibliografía

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Jiménez, R. Seguridad pública en O. Islas de González Mariscal et al (coords.) Temas de derecho penal, seguridad pública y criminalística. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM. 2005.
3. Álvarez, D.L. Seguridad Ciudadana y Criminalidad Transnacional Organizada. Documento de contexto, en Rojas Aravena, F. (editor) Seguridad humana: nuevos enfoques. FLACSO. 2012.
4. Trejo, G. y Ley, S. Votos, drogas y violencia. La lógica política de las guerras criminales en México. México: Penguin Ramdon. 2022.
5. Rojas, F. y Álvarez, A. Seguridad Humana: Un estado del arte en Rojas Aravena, F. (editor) Seguridad humana: nuevos enfoques. FLACSO. 2012.
6. Houck, M. y Siegel, J. Fundamentos de Ciencia Forense. 1ª. ed. en español. México: Trillas. 2014.
7. Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública (2009)
8. Registro Nacional de Personas Desaparecidas y no Localizadas.
9. García, V. Bases de datos genéticos: la administración de la esperanza, en ADN, protagonista inesperado. Promesas y realidades de la investigación genética ante nuestra crisis forense, García Deister, Vivette (coord.), México: Siglo XXI. 2022.
10. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, Manual sobre la aplicación eficaz de las directrices para la prevención del delito, Serie Manuales sobre Justicia Penal. 2011
11. García, S. Comentario al artículo 21 en Cámara de Diputados Derechos del pueblo mexicano. México a través de sus constituciones. T. VII, Sección III. México: Porrúa. 2016.
12. Corte Interamericana de Derechos Humanos. Caso Digna Ochoa y familiares vs. México. Sentencia de 25 de noviembre de 2021.
13. Taruffo, M. Simplemente la verdad. El juez y la construcción de los hechos, (trad. Daniela Accatino), Madrid: Marcial Pons. 2010.
14. Guías para la Valoración Judicial de la Prueba Pericial, Tomo I y II, 2022. México: Ubijus.
15. Fabra, N. y Heras P. La reinserción social postpenitenciaria: un reto para la educación social. Revista de Educación Social. 2016. No. 22, España.
16. Ley Nacional de Ejecución Penal (2016)
17. Gallizo, M. Reinserción social de drogodependientes ingresados en centros penitenciarios. Salud y Drogas. Vol. 7, no. 1, pp. 57-73. 2007. España. [Consultado el 19 de marzo 2024]; Disponible en: <http://www.asecedi.org/PDF/V7N1.pdf#page=58>
18. Espinoza, O. Mujeres privadas de libertad: ¿es posible la resinserción social? Caderno CRH. V. 29, No. SPE 03, pp. 93-106. 2016. Salvador, Bahía Brasil.
19. González, L. Reinserción social, un enfoque psicológico. Derecho y Realidad. Núm. 16, II semestre. Colombia. 2010.
20. Crespi, M. y Mikulic, I. Reinserción social de liberados condicionales: análisis de la dimensión relacional desde el enfoque de redes de apoyo social. Anuario de investigaciones, vol. XVI, PP. 211-221. 2009. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
21. Corte Interamericana de Derechos Humanos. Caso Radilla Pacheco vs. Estados Unidos Mexicanos. Sentencia de 23 de noviembre de 2009.
22. Pion-Berlin, D. Civil-Military Relations in Latin America, New analytical perspectives. The University of North Carolina Press. 2001.
23. Pion-Berlin, D. Military Missions in Democratic Latin America. Pallgrave, Macmillan. California. 2018.

# Los tejidos de los órganos dentales: aspectos esenciales para la comprensión de la odontología científica forense

Ivet Gil-Chavarría<sup>1</sup>✉, Patricia Aguirre Ariza<sup>1</sup>, Leilee Buceta Martínez<sup>1</sup>, Mariana Cruz Oliva<sup>1</sup>, Ximena Damián Maldonado<sup>1</sup>, Andrea Delgado Benitez<sup>1</sup>, Rebeca Godínez Crisostomo<sup>1</sup>, Aranza L. Sánchez García<sup>1</sup>, Camila Tenorio Hernández<sup>1</sup>, Hannia C. Villalobos Montes de Oca<sup>1</sup>, Antonio Nakahodo Rivera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ciencias Forense, UNAM.

✉ ivetgil@enacif.unam.mx

## Datos del artículo

Cita: Gil-Chavarría Ivet, Aguirre Ariza Patricia, Buceta Martínez Leilee, Cruz Oliva Mariana, Damián Maldonado Ximena, Delgado Benitez Andrea, Godínez Crisostomo Rebeca, Sánchez García Aranza L, Tenorio Hernández Camila, Villalobos Montes de Oca Hannia C, Nakahodo Rivera Antonio. 2024. Los tejidos de los órganos dentales: aspectos esenciales para la comprensión de la odontología científica forense. Artículo de difusión/divulgación. Revista Digital de Ciencia Forense. 3(1): 61-69 pp.

Editor: Mirsha Quinto-Sanchez.

Revisión por pares: un revisor.

Recibido: 23 abril 2024.

Aceptado: 30 abril 2024.

Publicado: 30 abril 2024.

## Resumen

El conocimiento de los aspectos esenciales de los tejidos dentales es determinante para cualquier tipo de intervención de la odontología ya sea en la práctica clínica, en investigación o en el campo forense. Por lo tanto, este artículo de divulgación incorpora conceptos que van desde la odontogénesis (formación de los dientes), la diferenciación y especificidad de cada uno de los tejidos (esmalte, dentina, cemento y pulpa), la integración del fenotipo dental (características genéticas y adquiridas); así como la asociación de todos estos principios con algunas metodologías de la odontología forense. Además de resumir los puntos que son prioridad de este tema, se comenta parte del contexto odontológico para la formación de científicos forenses en la Escuela Nacional de Ciencias Forenses de la UNAM (ENaCiF), la cual se centra en reconocer y analizar información relevante; así como clasificar, aplicar y evaluar los métodos y técnicas en odontología basadas en evidencia y con rigor científico requerido. Cabe señalar que, los métodos referidos se corresponden al campo de la identificación de personas mediante el análisis de estructuras bucodentales y que son recurso también de investigaciones forenses.

**Palabras clave:** odontogénesis, tejidos dentales, odontología científica forense.

## Abstract

Knowledge of the essential aspects of dental tissues is decisive for any type of dental intervention, whether in clinical practice, research or in the forensic field. Therefore, this article incorporates concepts ranging from odontogenesis (formation of teeth), the differentiation and specificity of each of the tissues (enamel, dentin, cementum, and pulp), the integration of the dental phenotype (genetic and acquired characteristics); as well as the association of all these principles with some methodologies of forensic odontology. In addition to summarizing the points that are a priority of this topic, part of the dental context for the training of forensic scientists at the UNAM National School of Forensic Sciences (ENaCiF) is discussed, which focuses on recognizing and analyzing relevant information, as well as classify, apply and evaluate methods and techniques in dentistry based on evidence and with the required scientific rigor. It should be noted that the methods referred to correspond to the field of identifying people through the analysis of oral structures and are also a resource for forensic investigations.

**Keywords:** odontogenesis, dental tissues, forensic scientific odontology.

## Preámbulo

La formación multidisciplinaria de los científicos forenses, involucra a la odontología como una de las asignaturas del plan de estudios de la ENaCiF-UNAM (1) además de la enseñanza formal, tenemos la visión de que los científicos forenses sean el puente entre conocimientos de las ciencias básicas, las jurídicas y las sociales, entre otras; pero también, que sean promotores de la responsabilidad social, que “convivan con la ciencia y de ser posible disfruten de dicha convivencia” (2). Este artículo se construye con la motivación de decodificar la información para la comprensión de la odontología científica forense; siendo los mismos estudiantes de la ENaCiF los aficionados de la divulgación, quienes han seleccionado conceptos y conformado el conocimiento dirigido a todos los interesados en este tema.

## Introducción

Los tejidos dentales y sus aspectos biológicos son los fundamentos científicos para comprender cualquier proceso relacionado a los órganos dentales; ya sea en la práctica clínica, praxis forense o en investigación científica (básica, aplicada, de materiales e innovación).

De inicio hemos considerado como eje principal aspectos esenciales de los tejidos dentales, dado que están implícitos para la comprensión y tipos de intervención “establecidos” de la odontología legal y forense. Por ejemplo, la Guía de Especialidades Periciales Federales (3), menciona que son cinco: I. Identificación humana, II. Estimación de edad odontológica, III. Estudio de huellas de mordedura, IV. Clasificación de lesiones y V. Responsabilidad profesional.

Cabe señalar que la perspectiva multi-disciplinaria en ciencia forense ha implicado que se modifiquen esos ejes con el objetivo de integrar los alcances de la odontología y fortalecer la multidisciplinaria científica, ya que en colaboración puede generar información y cuestionamientos sin frontera. En ese sentido los tipos de intervención convergen en el tema de identificación humana.

La identificación humana, se agrupa en: comparativa y reconstructiva.

Comparativa: se realiza a partir del análisis del fenotipo dental construyendo el “Perfil Individualizante” mediante las características particulares (incluyendo la clasificación de lesiones bucodentomaxilares (IV), signos relacionados a la responsabilidad profesional (V), etcétera), está condicionada por contar con registros odontológicos en vida.

Reconstructiva: se encarga de la construcción del “Perfil biológico” (sexo, edad, ancestría y estatura), condicionado por contar con estándares de referencia de

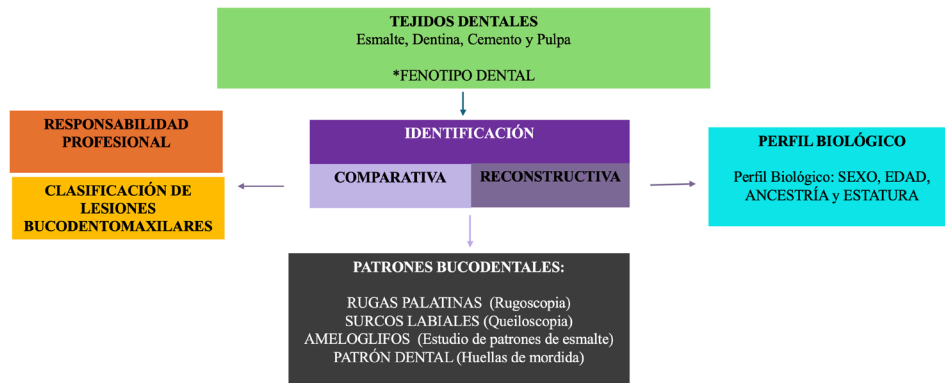
población mexicana; en colaboración con la antropología dental, se pueden llevar a cabo para las diferentes estimaciones a partir de los dientes (5). Aquí se deberían insertar los otros tres factores y no solo la estimación de edad odontológica (II), la cual puede ser por cronología de erupción (dentición mixta), o para dentición permanente el método Lamendin referido en el “Protocolo para el tratamiento e identificación forense” del 2015 (6), aunque también aquí se aborda otra opción metodológica que es el método Cameriere (7).

Análisis de patrones bucodentales: teóricamente se han asociado algunas bioestructuras bucodentales al campo de la identificación forense; tales como: a) las rugas palatinas y b) Los surcos labiales; a las cuales se les han atribuido las mismas propiedades que tienen las crestas dactilares; es decir, que son únicas, perennes, inmutables y clasificables (8). Existen otros patrones como: c) los ameloglifos que están en esmalte dental y que se han reportado como únicos para cada persona, el proceso de formación de los ameloglifos es durante el desarrollo dental, los ameloblastos se desplazan y crean patrones característicos en la superficie del diente. La variabilidad, diferencias en patrones y profundidades reflejan la influencia de factores genéticos y ambientales durante el desarrollo del diente. Esta singularidad no solo es fascinante desde un punto de vista biológico, sino que también ofrece un potencial significativo en la ciencia forense (9). Los ameloglifos son una herramienta científica sensible y reproducible que se puede utilizar para la gestión, examen y evaluación de evidencia dental para identificación. No se puede subestimar su importancia respecto de las huellas dactilares, especialmente si se tiene en cuenta la aparente indestructibilidad del esmalte (10). Quizá el más conocido es el d) El patrón dental (anterior), el cual ha sido reportado como un patrón de individualización, incluso postratamiento de ortodoncia (11). Sin embargo, hay un debate en la comunidad científica sobre la existencia o no de la unicidad (uniqueness), y más aún se cuestiona sobre la transferencia y análisis de estas estructuras (rugoscopia, queiloscopy, y el estudio de huellas de mordedura (III)). De tal forma que no debería confundirse las propiedades de las bioestructuras con las pruebas periciales orientativas auxiliares en la identificación de personas, debido a que pueden haber diversos sesgos metodológicos que alteren el resultado.

Por lo anterior, aquí se homologan los planteamientos y cuestionamientos, y no solo para el estudio de huellas de mordedura mencionado como un tipo de intervención de los cinco principales. Desde el 2009 se han discutido las vertientes y se han reconocido algunas debilidades de esta prueba pericial, se dejó ver que no hay evidencia científica que establezca la fiabilidad (12). Aunque los análisis pueden ser cualitativos o cuantitativos, existen aspectos que atender como: la elasticidad de la piel, tipo de registro, tiempo, etcétera. En sentido estricto, esto puede ser aplicado a cualquiera de esos patrones bucodentales y de sus respectivos métodos de análisis.

La figura 1 resume la categorización de información que parte de los conceptos básicos, integrando los ejes de intervención que convergen en la identificación humana (4).

Independientemente de las clasificaciones previamente expuestas, los aspectos básicos son inherentes para todo tipo de intervención, pregunta de investigación u objetivo de enseñanza-aprendizaje de la odontología científica en el campo forense.



**Figura 1.** El conocimiento de los tejidos dentales como fundamento de la odontología científica forense. El esquema muestra la perspectiva en Ciencia Forense la cual integra los tipos de intervención, plantea la asociación de metodologías de análisis para facilitar la comprensión, reconociendo los alcances y las limitaciones de ésta área.

## Aspectos esenciales

A continuación, se responden sucintamente preguntas simples que dan lugar a los conocimientos esenciales de los tejidos dentales, relacionados a estos alcances.

### ¿Cómo se forman los dientes?

El proceso de formación y desarrollo de los órganos dentales se denomina odontogénesis a partir de los factores genéticos quienes determinan la especificidad de los tejidos mineralizados que son: esmalte, dentina y cemento; así como del único tejido blando, la pulpa dental. El ciclo vital de los órganos dentarios comprende una serie de cambios químicos, morfológicos y funcionales que comienzan en vida intrauterina (VIU). Durante la odontogénesis se determina el número de órganos dentales (veinte en la primera dentición y treinta y dos en la segunda dentición), los diferentes grupos de dientes que son: incisivos, caninos, molares y premolares (éstos últimos solo presente en la segunda dentición); y también, las diferencias de tamaño y variaciones anatómicas.

En el proceso de la odontogénesis participan dos capas germinativas: el epitelio ectodérmico, que origina el esmalte; y el ectomesénquima, que forma los tejidos restantes (pulpa, cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar). En la



tabla 1 se sintetizan algunas de los aspectos más significativos; sin embargo, se sugiere profundizar sobre información más específica y detallada de cada etapa.

**Tabla 1.** Aspectos esenciales de la odontogénesis (13, 14).

Semana VIU	Odontogénesis <i>Proceso de formación y desarrollo de los órganos dentales</i>	
Fase de iniciación: Desarrollo de la lámina dental e iniciación de los gérmenes dentales.		
4	Inducida por el ectomesénquima subyacente, las células basales de este epitelio bucal proliferan a todo lo largo del borde libre de los futuros maxilares y forman la banda epitelial primaria.	1. <b>Etapa de iniciación:</b> Algunas células epiteliales orales en la superficie de las prominencias maxilar y mandibular aumentan la actividad de proliferación, se vuelven más gruesas e invaginan hacia el tejido mesenquimatoso subyacente para formar la banda epitelial primaria.
5	Se está formando la cavidad bucal primitiva, el primer arco faríngeo da origen a las prominencias o apófisis maxilares y mandibulares (arcos dentarios en desarrollo), que dan lugar a los futuros <b>maxilares superior e inferior</b> .	
6	Formación de las láminas dentarias.	
7	2. <b>Etapa de yema:</b> La banda epitelial da origen a la lámina vestibular y la lámina dentaria. La lamina dentaria es de gran relevancia en la octava semana.	
8	A partir de la lámina dentaria se forman 10 crecimientos epiteliales dentro del ectomesénquima de cada maxilar en los sitios (predeterminados genéticamente) correspondientes a los 20 dientes de la dentición primaria. *De esta lámina también se originan los 32 gérmenes de la dentición permanente alrededor del quinto mes de gestación. Es decir, se estarían formando, en total, 52 <b>yemas dentales</b> .	
Fases de morfogénesis: Movimiento celular y formación de los patrones coronarios y radiculares.		
10 a 11	3. <b>Etapa de casquete (tapa):</b> El órgano del esmalte tiene forma de tapa y las células mesenquimales condensadas debajo del órgano del esmalte forman la papila dental.	
Fases de histogénesis: Formación del tejido duro (distintos tipos de tejido) y desarrollo de la raíz del diente.		
12 a 18	4. <b>Etapa de campana:</b> El órgano del esmalte adopta una forma de campana y las células epiteliales del esmalte interno se convertirán en ameloblastos. Éstas células epiteliales se diferencian en cuatro capas celulares: el epitelio externo del esmalte, el epitelio interno del esmalte, el retículo estrellado y el estrato intermedio. La papila dental crece formando la corona del diente; diferenciándose en grupos celulares externos e internos. Las células externas de la papila dental se convertirán en odontoblastos que producirán la futura dentina; las células internas se convertirán en futuros tejidos de la pulpa dental. Finalmente, se da el estadio terminal, aposicional o maduro.	

### Primera y segunda dentición

El segundo punto que se aborda es uno de los más interesantes, ya que todos hemos vivido el cambio de dentición, pero a veces desconocemos cuántos dientes tenemos los humanos, cómo se llaman y a qué edad erupcionan. Esta información ha sido de gran relevancia forense porque a partir de la cronología de erupción en subadultos se realiza la estimación de edad. En la tabla 2, de tipo comparativa se muestran las diferencias entre la primera y segunda dentición, esto en condiciones normales.

Cabe mencionar que hay anomalías dentales que pueden presentarse debido a la interacción anormal de tejidos durante la odontogénesis. De acuerdo al periodo en que ocurra la alteración el órgano dentario podría manifestar un desarrollo o variación anatómica. Por lo anterior, en la literatura pueden encontrarse como anomalías, anormalidades o variaciones dentales y también

podrían encontrarse agrupadas en anomalías: de número, de tamaño, de unión o de forma, de posición, de erupción y de estructura. Algunas de éstas se clasifican en la tabla 3.

**Tabla 2.** Diferencias de la primera y la segunda dentición que resume las principales características de importancia para la odontología forense (15).

Primera dentición o dentición primaria	Segunda dentición o dentición permanente
Se compone de 20 dientes deciduos, 10 en el maxilar y la mandíbula respectivamente.	Hay 32 dientes permanentes, de los cuales 16 son maxilares y 16 son dientes mandibulares.
También se le puede conocer como dentición decidua, temporal o infantil. Los sinónimos de dientes deciduos son dientes primarios, dientes de leche, dientes temporales o dientes lácteos.	Los sinónimos de dientes permanentes son dientes secundarios.
Se conforma por tres grupos de dientes: 8 incisivos, 4 caninos, y 8 molares.	Se conforma por cuatro grupos dentales: 8 incisivos, 4 caninos, 8 premolares y 12 molares en total.
Los incisivos son los primeros dientes primarios en erupcionar, esto ocurre entre los 6 y los 9 meses. El resto de los dientes (caninos y molares) erupcionan hasta los 24 meses.	El primer diente secundario en erupcionar en la cavidad bucal es el primer molar, y suele ocurrir alrededor de los 6 años de edad (primer levantamiento fisiológico de la mordida).  El último en erupcionar es el tercer molar, en un rango de entre los 18 a 30 años; no obstante, todos los demás dientes suelen estar presentes a la edad de 14 años.

**Tabla 3.** Clasificación y tipos de anomalías o variaciones dentales (16-19).

Clasificación	Tipo de variación o anomalía dental
Número	<p><b>Agnesia:</b> Ausencia de dientes, se clasifica en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hipodoncia (de uno a seis dientes, excluyendo los terceros molares)</li> <li>Oligodoncia (de seis o más dientes)</li> <li>Anodoncia (total de dientes).</li> </ul> <p><b>Supernumerarios o hiperdoncia:</b> Exceso en el número "normal" de dientes.</p>
Tamaño	<p><b>Microdoncia:</b> Dientes más pequeños de lo normal en tamaño o volumen. Según sea el número de dientes afectados, puede tratarse de microdoncia parcial o microdoncia generalizada.</p> <p><b>Macrodoncia:</b> Dientes más grandes de lo normal y puede ser parcial o generalizada.</p>
Forma o unión	<p><b>Fusión:</b> Se refiere a la unión de dos gérmenes dentarios contiguos que continúan juntos el desarrollo, erupcionando fusionados.</p> <p><b>Geminación:</b> Unión entre el germen de un diente normal y con el de un diente supernumerario.</p> <p><b>Anquilosis alveolo-dentarias:</b> Fusión del cemento radicular y el hueso circundante.</p> <p><b>Taurodontismo:</b> Alteración donde la porción coronaria de la cámara pulpar está alargada a expensas de la porción radicular, produciendo una migración apical del piso pulpar en órganos dentarios multirradiculares. Los molares permanentes son los más afectados, pero también ocurre en la dentición decidua.</p> <p><b>Concrescencia:</b> Unión a través del cemento entre dos órganos dentarios ya formados.</p> <p><b>Coalescencia:</b> Unión entre órganos dentarios por tejido óseo o fibroso denso.</p>
Estructura	<p><b>Amelogénesis imperfecta:</b> Rugosidades, adelgazamiento y fosas o surcos irregulares de color ámbar en el esmalte.</p> <p><b>Dentinogénesis imperfecta:</b> Se origina en la etapa de histodiferenciación. Constituye una forma de displasia que provoca atrición dental severa, sensibilidad y cambio de coloración.</p>

### ¿Cuáles son los tejidos que constituyen a los órganos dentales?

Los tejidos dentales son una inmensa fuente de información. Son altamente específicos, y se constituyen estructuralmente de manera distinta

para poder llevar a cabo las diferentes funciones de los órganos dentales. La tabla 4 resume aspectos relevantes de cada tejido.

**Tabla 4.** Aspectos esenciales de los tejidos asociadas a metodologías de la odontología forense (20-24).

Tejido	Línea celular	Proceso	% *HAP	Unidad estructural	Ubicación anatómica	Metodología forense asociada
Esmalte	Ameloblastos (inactivos después de formar el esmalte)	Amelogénesis	98%	Prismas del esmalte	Es el tejido más externo de la corona anatómica.	Estimación de edad por C14 (análisis en espectrometro de masas con acelerador)
Dentina	Odontoblastos (activos durante la vitalidad del diente)	Dentinogénesis	75%	Túbulos dentinarios	Debajo del esmalte en la corona y del cemento en la raíz	Estimación de edad por Lamendin (directo en el diente uniradicular), Cameriere (en radiografía)
Cemento	Cementoblastos (activos durante la vitalidad del diente)	Cementogénesis	50%	Matriz mineralizada Fibras de Sharpey	Cubre a la dentina solo en la parte radicular.	Estimación de edad (microscópicamente)
Pulpa dental	Odontoblastos, fibroblastos y las células madre (no diferenciadas), células dendríticas y macrófagos.	Histogénesis	No tiene HAP	-Zona odontoblástica -Zona basal de Weil (pobre en células) -Zona de Höl (rica en células) -Estroma pulpar (la pulpa central)	En el interior del diente, en la cámara pulpar, limitada por la dentina, y en los conductos radiculares.	Análisis genéticos

\*HAP= hidroxiapatita

**Esmalte:** Es el tejido más externo, el de mayor dureza y el más mineralizado (98%). Los ameloblastos se inactivan después de conformar el esmalte. Se localiza únicamente en las coronas anatómicas de los dientes, y presenta mayor grosor en caras oclusales de dientes posteriores (20).

**Dentina:** Es un tejido que se encuentra debajo del esmalte y constituye corona y raíz (21); mineralizado en un 70-75%. Los odontoblastos siguen activos durante la vitalidad dental (22). Es el tejido que conforma el mayor volumen del diente.

**Cemento:** Es un tejido parcialmente mineralizado (50%) que recubre la superficie radicular de los dientes, formado por cementoblastos. El cemento permite la unión con las fibras de colágeno del ligamento periodontal a través de las fibras de Sharpey (que van al hueso alveolar) (23) brindando estabilidad y soporte al diente.

**Pulpa Dental:** La pulpa dental es el único tejido blando del diente, tiene cuatro funciones: La formación y nutrición de la dentina, inervación y defensa del diente (24). Se compone de tejido conectivo laxo ricamente vascularizado e inervado,

que se encuentra alojado en la cámara pulpar y en los conductos radiculares, está formado por diferentes células y matriz extracelular. La población celular normal está constituida por odontoblastos (cerca al complejo dentino-pulpar), fibroblastos, células madre (mesenquimatosas no diferenciadas); así como, macrófagos, células dendríticas y algunas células inflamatorias (linfocitos, plasmocitos, entre otras).

### *¿Qué es el fenotipo dental?*

El fenotipo dental es el conjunto de todas las características observables, rasgos genéticos (genotipo), factores ambientales (epigenética) (25); así como todas las modificaciones adquiridas que se expresan en los dientes. Las características adquiridas, pueden ser voluntarias o involuntarias. Por ejemplo, los tratamientos odontológicos (resinas, amalgamas, incrustaciones, prótesis, entre otras), los hábitos o marcas de actividad, y/o gustos o preferencias de cada persona (piercings, tatuajes, cortes en la lengua). Las involuntarias serían las ausencias, patologías, traumatismos, y todas las variaciones anatómicas. Asimismo, las condiciones que afectan los dientes como las prácticas culturales constituyen el fenotipo dental, formando parte de la identidad de un individuo.

En odontología, conocer el fenotipo puede ser útil para establecer el perfil individualizante de una persona. La justificación de la identificación humana se basa en la hipótesis de que cada persona tiene un fenotipo único y, por lo tanto, es viable comparar los datos de una persona fallecida o datos post-mortem (PM) con los cambios físicos que ocurren durante toda su vida, como los expedientes médicos/odontológicos para establecer una identificación “comparativa” con los datos antemortem (AM) (26). Para que esto sea posible, es una condicionante contar con registros de “historia de vida”, ya que son esenciales para establecer métodos científicos de identificación (27).

### *Metodologías aplicadas en investigaciones forenses*

En éste último punto es importante aclarar que son diversos los métodos. A continuación, solo mencionamos algunos; mismos que son asociados a estructuras bucodentales para estimar sexo y edad.

## Métodos de estimación de sexo

**Cuerpos de Barr:** Es un grumo basófilo que se localiza en la cara interna de la membrana nuclear en las células de mucosas, este componente celular representa a los cromosomas X inactivos (XX sexo femenino). En los hombres, generalmente con un solo cromosoma X, no se observa el cuerpo de Barr; ya que el cromosoma X está activo y no condensado. Por lo tanto, es un indicador crucial en la determinación del sexo cromosómico en humanos. La recolección de muestras se lleva a cabo en mucosa bucal y pulpa dental (28).

**Diámetro Mesio-Distal:** Las dimensiones dentales son una herramienta para estimar el sexo de los individuos, puesto que son indicadores de dimorfismo sexual. Sin embargo, la variabilidad entre poblaciones y la superposición de medidas entre sexos sugiere que estas diferencias no son absolutas; por lo tanto deben ser consideradas junto con otros factores para una identificación más precisa. Se ha reportado la sensibilidad y especificidad clínica del “índice mandibular canino” y del ancho mesiodistal del diente canino para estimar el sexo que se ha ajustado a diferentes modelos predictivos (29).

## Métodos de estimación edad

**Lamendin (1992):** El método original publicado en 1992 se basa en la transparencia radicular en comparación con la longitud total de la raíz de órganos dentales unirradiculares íntegros, es decir, sin caries, restauraciones o traumatismos. Esas condiciones pueden alterar la fisiología dental y por lo mismo dificultan la obtención de datos precisos. Se consideran 3 indicadores para realizar esta técnica. 1) La altura de la raíz: va desde el ápice hasta la unión cemento-esmalte, 2) Altura del periodonto: desde la unión cemento-esmalte hasta el borde gingival, 3) La transparencia radicular: desde el ápice hasta donde exista la división entre la parte translúcida y no translúcida (30). Las medidas anteriores se realizan en la superficie vestibular y lingual. Para la determinación de la edad se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Edad} = (0.18 * P) + (0.42 * T) + 25.53.$$

Donde:

P= Altura del periodonto/ Altura de la raíz \* 100

T= Transparencia radicular/ Altura de la raíz \*100

El método y la fórmula de Lamendin han tenido múltiples modificaciones con la finalidad de obtener una estimación más aproximada dependiendo de la población.

**Método de Cameriere (2007):** El método original publicado en el año 2007 consta del uso de radiografías periapicales y se analiza la madurez dental, esto a través de la evaluación y medición de la relación pulpa/área del diente en los caninos superiores (x1) e inferiores (x2). La metodología considera probar la reproducibilidad intraobservador mediante el coeficiente de concordancia-correlación. Las dos variables morfológicas, x1 y x2, y el género del sujeto son variables predictivas para la estimación de la edad mediante el análisis estadístico posterior (31).

Éste método ha tenido múltiples adaptaciones que van desde el uso de otros órganos dentales además de los caninos, se han reportado estudios en

diferentes poblaciones, también se aplica en ortopantomografías y el uso de *software*.

El análisis de los tejidos y/o estructuras dentales es especialmente útil cuando otros elementos de estudio no son viables, por ejemplo el estado de descomposición o daño del cuerpo. La odontología forense aplica diversos métodos (morfológicos, morfométricos, químicos, etc.); así como técnicas en 2D (Fotografías, radiografías) y 3D (modelo, tomografías) de los dientes antes de recurrir al análisis genético (ácido desoxirribonucleico o ADN) obtenido de la pulpa dental. La ciencia forense implica metodologías cualitativas y cuantitativas, no obstante, cabe reiterar que se deberían atender los posibles sesgos a los que está expuesto quien realice los análisis.

El error intra e interobservador (error con uno mismo y error el uno con el otro, respectivamente) deben ser evaluados para evitar la aparición de generar falsos positivos o negativos (32); ya que en procesos de identificación el objetivo es emitir conclusiones fiables y comprobables. No obstante, tenemos que reconocer que, históricamente, la odontología forense ha sido una ciencia observacional; en el presente, esa condición —así como las desventajas que conlleva— puede cambiar si nos apegamos a seguir métodos basados en evidencia, objetividad y validez científica.

## Conclusión

La importancia de conocer los aspectos genéticos, fisiológicos y estructurales de los tejidos dentales que determinan las metodologías de la odontología en el ámbito forense, es fundamental en los tipos de intervención de ésta área; no solo en los procesos de identificación, que es una emergencia forense en nuestro país, sino para cualquiera de los otros alcances. Los tejidos de los órganos dentales son indicios odontológicos y, que según las condiciones (la calidad y cantidad) pueden generar información para investigaciones forenses. Esto obliga a una transición desde la odontología en Ciencia Forense, pero también en la práctica clínica bajo una misma perspectiva que fomente la colaboración, fortalezca la enseñanza de ésta área, promueva una odontología científica (ya sea clínica, forense o de investigación); y difunda la relevancia a toda la sociedad. Debemos enfatizar que la odontología no ha sido de gran impacto ante la crisis humanitaria en nuestro país; sin embargo, esperamos que en un futuro cumpla el mismo rol que en otros países donde es área prioritaria en procesos de identificación.



## Bibliografía

1. Universidad Nacional Autónoma de México. Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencia Forense. 2013.
2. Olmedo Estrada, JC. Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. 2, 2011, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 8, págs. 137-148.
3. Procuraduría General de la República. Guía de especialidades periciales federales. 2015.
4. Gil-Chavarría Ivet, García Velasco María. Guía para la valoración judicial de la prueba pericial en materia de Odontología Forense. Guías para la valoración judicial de la prueba pericial. Consejo de Judicatura Federal. México : Ubijus, 2022, págs. 51-93.
5. Gil-Chavarría Ivet, López Olvera Patricia, Espinosa Escobar Laura Alicia. Capítulo 12: La Odontología en Ciencia Forense: alcances y limitaciones en procesos de procuración de justicia. Avances en Antropología Forense. México : UNAM, 2022, págs. 199-219.
6. Procuraduría General de la República. Protocolo para el tratamiento e identificación forense. 2015.
7. Gil-Chavarría I., Zamora-Alvarado A. C., Huerta-Pacheco N. S. Métodos para estimación de edad en dentición permanente: aspectos a considerar en el campo forense en México. Las Ciencias Forenses como constructor de la verdad. s.l. : Consejo de Ciencia y Tecnología de Puebla (CONCYTEP) , 2023, págs. 137-153.
8. Fonseca Gabriel M., Cantín Mario, & Lucena Joaquín. Odontología Forense III: Rugas Palatinas y Huellas Labiales en Identificación Forense. 2014, Int. J. Odontostomat, Vol. 8, págs. 29-40.
9. N.S., Abdul. Amelogyphics: A forensic tool for human identification. 2023, J Pharm Bioall Sci , Vol. 15, págs. 18-21.
10. Singroha K, Banerjee A, Kamath VV, Pramod J, Alangkar S, Elampovai E. Scanning electron microscope corroboration of amelogyphics – A new tool in forensic odontology. 2020, Int J App Basic Med Res, Vol. 10, págs. 76-80.
11. Jasso-Cuellar Jorge, Gil-Chavarría Ivet, Mirsha Quinto-Sanchez. Anterior dental arch shape and human identification: Kieser et al. method applied to 2D-3D dental models in Mexican population. Forensic Science International: Reports. 2020 2, 100161
12. National Research Council. Committee on Identifying the Needs of the Forensic Sciences Community. Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward. 2009
13. Gómez de Ferraris, M. E. & Campos Muñoz, A. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. México : Editorial Médica Panamericana, 2019.
14. Cui, D. & Daley P. W. Histology From a Clinical Perspective. s.l. : Wolters Kluwer Health, 2023.
15. Manjunatha, B. S. & Hinduja, D. Textbook of Dental Anatomy and Oral Physiology Including Occlusion and Forensic Odontology. Jaypee Brothers Medical Publishers. 2013. (pp. 3-5).
16. Gutiérrez Marín, Natalia y López Soto, Andrea. A. Frecuencia de anomalías dentales de número en niños costarricenses atendidos en la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica. 2018, Int. J. Dental Sc, Vol. 21, págs. 95-102.
17. Agurto-S, P, Nicholson, C. y Del Sol, M. Propuesta de Términos Anatómicos para Alteraciones en el Tamaño dentario: “Microdoncia y Macrodoncia”. 2019, Revista Internacional de Morfología, Vol. 37, págs. 375-378.
18. Hernández-Guisado JM, Torres-Lagares D, Infante-Cossío P, Gutiérrez-Pérez JL. Geminación dental: presentación de un caso. 2022, Medicina Oral, Vol. 7, págs. 231-236.
19. Sotomayor-Casilla, Espinosa-de Santillana, Chávez-Oseki, Aparicio-Rodríguez, Martínez-Hernández. Taurodontismo. Reporte de un caso. 2016, Oral, Vol. 17, págs. 1408-1411.
20. Gil-Chavarría Ivet, García-García Ramiro y Reyes-Gasga, José. Comportamiento Estructural en la Unión Esmalte-Dentina en Dientes Humanos: Un Modelo Mecánico Funcional. 1-2, 2006, Acta Microscópica, Vol. 15, págs. 34-47.
21. Ayala, J. E. C. ebook/ anatomía dental. 2009.
22. Velayos, J. L. Anatomía de la cabeza: para odontólogos. México : Editorial Medica Panamericana, 2007.
23. Garza, M. T. R. Anatomía dental. México: El Manual Moderno. 2014.
24. Gómez, C., Marega, G., Crosa, M. Histofisiología y patología del complejo pulpo-dentinario. compendio de contenidos y ejercitaciones. s.l. : Área clínica, s.f.
25. Zerón, A. Biotipos, fenotipos y genotipos.¿ Qué biotipo tenemos? 2011, Educación, Vol. 2, págs. 22-33.
26. Loomis, P. W., Reid, J. S., Tabor, M. P. & Weems, R. A. Forensic Odontology: Principles and practice. 2018.
27. Knott, S. (Taylor, J. A. & Kieser, J. A.). Forensic Odontology. Principles and Practice. USA : Wiley Blackwell, 2016.
28. Khorate MM, Dhupar A, Ahmed J, Dinkar AD. Gender determination from pulpal tissue. 2014, J Forensic Dent Sci, Vol. 6, págs. 107-112.
29. Lagos, D. y Ciocca, L. & Cáceres, D. Sensibilidad y especificidad clínica del índice mandibular canino y del ancho mesiodistal del diente canino para estimar el sexo: ajuste de un modelo predictivo. 2016, Int. J. Odontostomat., Vol. 10, págs. 117-183.
30. Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J. F., Tavernier, J. C., Nossintchouk, R. M., and Zerilli, A. A Simple Technique for Age Estimation in Adult Corpses: The Two Criteria Dental Method. 1992, Journal of Forensic Sciences, Vol. 37, págs. 1373-1379.
31. Cameriere, R., Ferrante, L., Belcastro, MG. y Bonfiglioli, B., Rastelli, E. and Cingolani M. Age Estimation by Pulp/Tooth Ratio in Canines by Peri-Apical X-Rays. 2007, J Forensic Sci, Vol. 52.
32. Mirsha Quinto-Sanchez, Sadahi García, Andrea Nares, Carolina Hernández, Cynthia San Juan, Stefano Huitrón, Chantal Loyzance e Ivet Gil-Chavarría. La estimación del error en métodos cuantitativos para identificación humana: un experimento con las arcadas dentales. 2022, Revista Digital de Ciencia Forense, Vol. 1, págs. 1-22.