

CIENCIAS FORENSES

SEGUNDA COHORTE DE LA MAESTRÍA
EN CRIMINALÍSTICA Y CIENCIAS
FORENSES

Volúmen especial
No. 7. Num 2.2
julio 2024



Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud.

ISSN: 2697-3391 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están orientados a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, con especial interés en:

- Artículos originales: incluye trabajos inéditos que puedan ser de interés para los lectores de la revista 2.
- Casos Clínicos: informe excepcional, raro, infrecuente que irá acompañado de una revisión del estado del arte 3.
- Comunicaciones Especiales: manuscritos de formato libre (documentos de consenso, formación continuada, informes técnicos o revisiones en profundidad de un tema) que se publicarán habitualmente por invitación
- Análisis y opiniones de expertos de reconocido prestigio nacional e internacional sobre educación médica.
- Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.



EDITORIAL CIENCIA DIGITAL



Contacto: Anatomía Digital, Jardín Ambateño,
Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485 – (032)-511262

Publicación:

w: www.anatomiadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

DrC. Efraín Velastegui López. PhD. ¹

"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".

Albert Szent-Györgyi

¹ Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (PhD) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV- 18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Ciencia digital, Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital, Anatomía digital y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana del libro, Director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

PRÓLOGO

El desciframiento del genoma humano es el símbolo de esta nueva etapa, que mezcla las utopías de la ciencia con la realidad médica.

La práctica de una Medicina científica técnicamente rigurosa y, al mismo tiempo, humana, me trae la imagen de innumerables doctores a través de los años. La integridad moral del insigne médico, científico y humanista es el mejor ejemplo a seguir. “no hay enfermedades sino enfermos”, si bien esta sentencia de genial clarividencia parece haber sido emitida con anterioridad por el eminente fisiólogo Claude Bernard. Su interés por todo lo que rodea al ser humano con espíritu renacentista, su capacidad de llevar a la práctica sus conocimientos y su buena disposición comunicativa lo han convertido en paradigma del galeno completo. Marañón es una de las mentes más brillantes del siglo XX, un espíritu humanístico singular, una referencia indiscutible e inalcanzable. No es fácil en estos tiempos desmemoriados y frívolos continuar por la luminosa senda que dejó abierta. Sirva de faro orientador esta figura clave de la historia de la Medicina y del Humanismo Médico, especialmente a quienes ignoran o desdeñan el pasado y se pierden en las complejidades del presente. Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud, orientada a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.

Índice

1. Conservación de muestras biológicas en delitos sexuales

(Verónica Paulina Cáceres Manzano , Cecilia Alexandra Cáceres Manzano, José Ramiro Coronel Maji, Albert Fabian Nuñez Vaca)

06-22

2. Criterios de selección de piezas dentales para la extracción de ADN revisión bibliográfica

(Vanessa Lizbeth Ramirez Tapia, Kamila Giselle Almeida Riofrio, Verónica Paulina Cáceres Manzano , María Eugenia Lucena de Ustáriz)

23-38

3. Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano

(Vanessa Marley Pogo Criollo, Karen Johanna Procel Hidalgo, María Fernanda Razo Romero, José Luis Soto Gallardo)

39-53

4. Identificación humana en cadáveres del Ecuador: avances y desafíos en técnicas forenses

(José Luis Caiza Coello, Robin David Castillo Parra , José Gualberto López Pino, Jonathan Estuardo Moncayo Cevallos)

54-75

5. El uso de la dactiloscopia como técnica forense para la identificación y sanción de delitos relacionados con la delincuencia organizada

(Lady Fernanda Arias Garofalo, Erika Azucena Chucad Paca, Janneth Estefania Parra Corro)

76-90

6. Fenómeno del diente rosado en medicina y odontología forense

(Caterine Nataly Orozco Orozco, Daniela Lisseth González Pazmiño, Jaime Enrique Daqui Sanaguano, Darwin Marcelo Ruiz Fiallos)

91-99

7. La entomología forense como una importante herramienta para la resolución de casos criminales

(Joselyn Tatiana Carrasco Tierra, Verónica Fernanda Fuentes Saez, Janeth Patricia Moyón Llamuca, Doris Viviana Pusay Pomatoca)

100-110

8. La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas

(Jasmin Rocio Moncayo Hurtado, Ángela Del Roció Huacho Chalán, José Luis Núñez León, Sandra Elizabeth Satán De Secaira)

111-124

9. Influencia de la pericia de tricología forense en la investigación de delitos de tránsito

(Iliana Lissette Bautista Martínez, Joselyn Viviana Huilca Villalba, Andrea Jeanneth Meneses Acosta, David Andrés Morales Aguilar)

125-135

10. Restauración de vehículos alterados por el método de conducción

(Juan Andrés Silva Masa, Freddy Rodolfo Sánchez Polit, Cristhian Javier Chango Brito, Gabriela Carolina Ulloa Pilliza)

136-153

11. Delitos sexuales en el sistema educativo ecuatoriano y su evidencia documental, testimonial y pericial

(Albert Fabian Nuñez Vaca, María Eugenia Lucena de Ustáriz)

154-172

12. Data estimada de la edad biológica aplicando la odontología forense en seres humanos. Revisión bibliográfica

(Liceth Gabriela Lucas Benítez, Pamela Sofía Vallejo González, Melany Nicole Aguilar Mejía, Marco Antonio Salazar Yépez)

173-189

13. Cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora

(Lisbeth Paola Guamán Punguil, Viviana del Rocio Mera Herrera)

190-208

14. Impacto de la tecnología de reconocimiento facial en la prevención del crimen

(Ligia Piedad Carvajal Ibarra, Diego Lenin Andrade Ulloa)

209-221

15. Avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forense

(Eliana del Consuelo de la Torre Núñez, Francisco Javier Ustariz Fajardo)

222-239

16. Cambios histológicos en el tejido pulpar para determinación del tiempo de muerte

(Tania Jacqueline Murillo Pulgar, Verónica Paulina Cáceres Manzano)

240-262

17. Rugas palatinas y odontograma con utilidad en odontología forense

(Daniel Alejandro Pallo López, Verónica Paulina Cáceres Manzano)

263-273

18. El reconocimiento facial como instrumento de investigación y prevención del delito





(Celso Estalin Garcia Silva, Jose David Mazon Loaiza)

274-291



Conservación de muestras biológicas en delitos sexuales

Preservation of biological samples in sex crimes

- ¹ Verónica Paulina Cáceres Manzano  <https://orcid.org/0000-0001-5710-5661>
Grupo de Investigación “Análisis de Muestras Biológicas y Forenses”, Universidad Nacional de Chimborazo, Docente Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Odontología, Riobamba, Ecuador.
vcaceres@unach.edu.ec
- ² Cecilia Alexandra Cáceres Manzano  <https://orcid.org/0009-0008-1638-8747>
Analista Jurídica de Talento Humano, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
cecilia.caceres@unach.edu.ec
- ³ José Ramiro Coronel Maji  <https://orcid.org/0009-0003-7080-3845>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
ramirocoroneldaan@gmail.com
- ⁴ Albert Fabian Nuñez Vaca  <https://orcid.org/0009-0003-5185-2385>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
albertn21@hotmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3051>

Cítese:

Cáceres Manzano, V. P., Cáceres Manzano, C. A., Coronel Maji, J. R., & Nuñez Vaca, A. F. (2024). Conservación de muestras biológicas en delitos sexuales. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 6-22.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3051>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

gammaseminoproteína,
azoospermicos,
vasectomía, proteína
P30, victimario,
víctima

Resumen

Introducción: La violencia sexual es uno de los problemas más graves de salud pública, de justicia social, derechos humanos, sexuales y reproductivos en América Latina; se la define como la realización de todo acto sexual sin consentimiento ni deseo por parte de la víctima, implica el uso de la fuerza y produce graves consecuencias físicas, psicológicas y sociales. Por aquello se vio la necesidad de poder realizar a través de estudios en laboratorio en el año de 1971. En 1971, Hará y otros describieron una enzima proteínica en el fluido seminal llamada gammaseminoproteína. En 1978, Sensabaugh y otros, caracterizaron la proteína en detalle, fundamentando que su peso molecular corresponde a 30,000 Dalton, y fue llamada p30. En 1980, el primer ensayo inmunométrico fue desarrollado y, Graves y Sensabaugh, demostraron que el p30 es un marcador forense confiable para la identificación de semen, con lo que se podrá demostrar la identidad de la persona que cometió la violación. **Objetivo:** Determinar si la proteína P30 mediante una adecuada conservación en soportes sólidos mantiene los resultados de las pruebas obtenidas en delitos sexuales. **Metodología:** El estudio en la presente investigación se realizó en el laboratorio, para las determinaciones tanto de campo como bibliográfico. **Resultados:** Los ensayos realizados en el laboratorio de diferentes muestras en hisopos de secreción vaginal, que fueron recolectadas hace 1 año 2 meses, 2 años y de 5 años atrás se conservaron con los mismos resultados, con el que se tomó la muestra cuando dio positivo; la muestra en un guante de látex con un corte de 0.5 x 1 cm de la parte media con un tiempo de conservación de 4 años 5 meses, coincidía con el mismo resultado de positivo. Es decir que si se mantiene una adecuada conservación de la proteína P30 en soportes sólidos los resultados de las pruebas obtenidas en delitos sexuales serán los mismos sin alteración alguna. **Conclusión:** concluida la investigación se pudo comprobar que, si existe una buena conservación de la proteína P30 sin dejar que se contamine, al realizar otro análisis con el mismo procedimiento en el laboratorio, con el transcurso de los años obtendremos los mismos resultados con alta confiabilidad;

los cuales servirán cuando sea necesario y se solicite por autoridad competente realizar un nuevo estudio en el laboratorio de las evidencias que sirvieron como apoyo en su momento, para resolver un cierto delito de violación. **Área de estudio general:** Criminalística y Ciencias forenses. **Área de estudio específica:** Técnicas Forenses. **Tipo de estudio:** Artículo original

Keywords:

gammaseminoprotein, azoospermia, vasectomy, P30 protein, victimizer, victim.

Abstract

Introduction: Sexual violence represents one of the most serious issues in public health, social justice, and sexual and reproductive human rights in Latin America. It is defined as the commission of any sexual act without consent or desire from the victim, involves the use of force, and leads to severe physical, psychological, and social consequences. Due to this, the necessity arose to conduct laboratory studies in 1971. In that year, Hara and colleagues described a protein enzyme in seminal fluid named “gammasemino” protein. By 1978, Sensabaugh and others characterized the protein in detail, establishing that its molecular weight corresponds to 30,000 Daltons, and it was named p30. In 1980, the first immunometric assay was developed, and Graves and Sensabaugh demonstrated that p30 is a reliable forensic marker for the identification of semen, thereby proving the identity of the perpetrator of rape. **Objective:** To determine if the P30 protein maintains the results of evidence obtained in sexual crimes, through adequate preservation in solid containers. **Methodology:** The current investigation was carried out in the laboratory, for both field and bibliographic methods. **Results:** The tests carried out in the laboratory of different swabs samples of vaginal secretion, which were collected each 1 year 2 months ago, 2 years ago and 5 years ago when the sample was taken when it was positive; the sample in a latex glove with a cut of 0.5 x 1 cm of the middle part with a conservation time of 4 years 5 months, coincided with the same positive result. That is to say that if an adequate conservation of the P30 protein in solid supports is maintained, the results of the tests obtained in sexual crimes will be the same without any alteration. **Conclusion:** once the investigation was concluded, it was possible to prove that, if

there is a good conservation of the P30 protein without letting it get contaminated, when performing another analysis with the same procedure in the laboratory, over the years we will obtain the same results with high reliability; which will be useful when it is necessary and requested by the competent authority to perform a new study in the laboratory of the evidences that served as support at the time to solve a certain crime of rape. **Results:** The tests carried out in the laboratory of different swabs samples of vaginal secretion, which were gathered each: 1 year 2 months ago, 2 years ago and 5 years ago when the sample was taken when it was positive; the sample in a latex glove with a cut of 0.5 x 1 cm of the middle part with a conservation time of 4 years 5 months, matched with the same positive result. This means that if an adequate conservation of the P30 protein in solid containers is maintained, the results of the tests obtained in sexual crimes will be the same without any alteration. **Conclusion:** once the investigation was concluded, it was possible to prove that, if there is a good conservation of the P30 protein without letting it get contaminated, when performing another analysis with the same procedure in the laboratory, over the years we will obtain the same results with high reliability; which will be useful when it is necessary and requested by a competent authority to perform a new study in the laboratory of the evidences that served as support at the time to solve a certain crime of rape.

Introducción

A nivel mundial la violencia sexual es un problema de salud y de justicia social, la inmediata actuación médico legal, la buena colecta de indicios son de vital importancia para el diagnóstico certero por el laboratorio forense (1). Tanto la investigación del hecho criminal como la identificación de los presuntos autores cobran es relevante. La etapa del proceso penal requiere un abordaje de alta complejidad que requiere de intervenciones técnico científicas apropiadas. Tanto en el campo de la verificación del hecho delictivo, así como en la individualización del presunto autor, el conocimiento técnico científico que aporta la Ciencia Forense se considera importante (2).

En el Ecuador la recolección de muestras está a cargo del personal de Criminalística, Medicina legal y en su ausencia este personal será nombrado por el Fiscal de turno, de acuerdo a lo establecido en el COIP. El personal debe tener la formación, conocimientos técnicos y experiencia adecuada para el desempeño de estas funciones. En el artículo 450 del COIP, se establece que: “En caso de localidades donde no se dispone de personal del Sistema especializado integral de la investigación, de medicina legal y ciencias forenses, con el fin de asegurar los vestigios, objetos e instrumentos, podrán intervenir, a solicitud de la o el fiscal, profesionales de centros de salud, clínicas u hospitales públicos acreditados por el Consejo de la Judicatura (5).

Las técnicas del análisis de ADN como prueba en el proceso penal en los últimos años se han convertido en una aplicación muy común, debido a que la mayoría de las investigaciones giran en torno al intercambio de muestras biológicas entre autor- víctima-escenario del crimen (3,7). Para las tomas de muestras en caso de delitos sexuales es imprescindible asegurar la cadena de custodia de estas, de lo contrario pueden perder validez en los procesos judiciales. Además, las muestras deben conservarse en un medio de refrigeración y en paquetes adecuados, debidamente rotulados, con la boleta de cadena de custodia y las actas correspondientes (4,8).

La proteína p30, es una sustancia específica secretada por el hombre a nivel de la próstata, esta se activa al momento de la excitación y tiene como función el mantener a los espermatozoides con vida y de lubricar al momento de la relación sexual, esta proteína se encuentra presente incluso en hombres que se han practicado una vasectomía, o en hombres asospérmicos, e incluso la ausencia de testículos es independiente a la segregación de esta proteína. El líquido seminal es usualmente detectado cuando se encuentra y visualiza espermatozoides. A momento de la valoración de la integridad sexual de la víctima, el médico forense puede obtener una muestra de secreción vaginal para una observación microscópica en fresco y verificar motilidad (6,9).

Pruebas como la observación microscópica de espermatozoides, determinación de fosfatasa ácida, Bluestar Forensic, determinación de proteína p30 son variantes en su sensibilidad y especificidad, por lo que es importante ahondar en su comportamiento cuando se utilizan para analizar diferentes soportes con manchas seminales y que estos hayan sido sometidos a varios números de lavados con diferentes agentes químicos en distintos periodos de tiempo (10, 11).

El Laboratorio Forense desempeña un papel importante para la determinación de existencia de un delito sexual, la determinación de proteína P30, que se valora de forma cualitativa, positivo, negativo o trazas dependiendo de la concentración que presente la muestra, en lo posterior se procede a utilizar la técnica de coloración en placa Christmas Tree, para observar la presencia o ausencia de espermatozoides, por ende, el objetivo del

presente artículo es determinar si la proteína p30 mediante una adecuada conservación en soportes sólidos mantiene los resultados de las pruebas obtenidas.

Metodología

Nuestra investigación es de tipo Descriptiva y Explicativa, con el que se pudo establecer conclusiones por método inductivo, a su vez esta es retrospectiva y transversal donde se recolectaron los datos de resultados de p30 desde hace 1 año 2 meses, 2 años y de 5 años; el estudio en la presente investigación se realizó en el laboratorio, para las determinaciones tanto de campo como bibliográfico.

Materiales utilizados:

- ✓ Abarcad P30
- ✓ Centrifuga
- ✓ Micro tubos o tubos ependor
- ✓ Pinzas
- ✓ Pipetas automáticas
- ✓ Puntas descartables
- ✓ Refrigerador
- ✓ Tijeras
- ✓ Timer
- ✓ Vortex

Protocolo para preparación de las muestras:

Las manchas, los hisopos y las muestras congeladas deben ser descongelados completamente y llevados a 2-8 °C.

1. En un microtubo colocar 750 ul de buffer de extracción La extracción de muestras de hisopos (corte longitudinal) o manchas (corte aprox. 3mm o 5mm)
2. Agitar en un dispositivo Vortex por 5 segundos.
3. Colocar en refrigeración por dos horas (2-8°C). Este procedimiento recupera aproximadamente el 99% de P30 extraída del hisopo.
4. Dejar a temperatura ambiente de 3 a 5 minutos.
5. Centrifugue la muestra 3 minutos a 3.600 rpm después del paso de extracción.
6. Remover el dispositivo y el gotero del paquete sellado.
7. Etiquetar el dispositivo con el número de caso.
8. Adicionar 300 ul (6-7gotas con el gotero) de la muestra al pocillo “S” del dispositivo.

9. Leer los resultados a los 10 minutos.
10. Esta alícuota podría ser almacenada entre 2-8 °C sino se usa inmediatamente.

Nota: La muestra restante puede ser usada además para el análisis de ADN, sin afectar el rendimiento de ADN.

Protocolo para obtención de muestra en un soporte sólido:

Existen muchos casos en los que los fluidos biológicos como el semen se deben retirar de soportes sólidos (prendas de vestir, sábanas, toallas, papel y otros) para posterior estudio de la proteína p30. Para estos casos, debemos recurrir a un procedimiento llamado levantamiento de evidencias en donde recuperamos los fluidos biológicos para estudio, para lo cual utilizamos el siguiente procedimiento:

1. Observar el soporte sólido en la luz forense.
2. Identificar la zona en donde existe fluorescencia para determinar la ubicación del supuesto fluido biológico.
3. La extracción de muestras en superficies sólidas se tomará con hisopo (corte longitudinal) y en los demás casos se realizará un corte aprox. 3mm o 5mm.
4. Agregar en un microtubo con 750 ul de buffer de extracción
5. Agitar en un dispositivo Vortex por 5 segundos.
6. Colocar en refrigeración por dos horas (2-8°C) Este procedimiento recupera aproximadamente el 99% de p30 extraída del hisopo.
7. Dejar a temperatura ambiente de 3 a 5 minutos.
8. Centrifugue la muestra 3 minutos a 3.600 rpm después del paso de extracción.
9. Remover el dispositivo y el gotero del paquete sellado.
10. Etiquetar el dispositivo con el número de caso.
11. Adicionar 300 ul (6-7gotas con el gotero) de la muestra al pocillo “S” del dispositivo.
12. Leer los resultados a los 10 minutos.
13. Esta alícuota podría ser almacenada entre 2-8°C sino se usa inmediatamente
14. Los resultados positivos se pueden ver después de un minuto dependiendo de la concentración de p30.
15. Para resultados negativos se deben esperar 10 minutos.

Interpretación de resultados

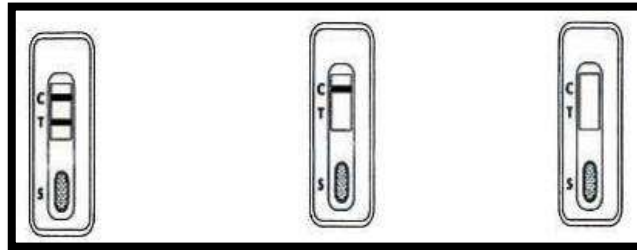


Figura 1. Resultado Positivo, Negativo e Inválido.

Positivo: Si existen dos líneas rosadas, una en el área “T” de la prueba y en el área control “C”, el resultado es positivo e indica que los niveles de p30 están sobre 4 ng/ml

Negativo: Si existe solo una línea rosada en el área de control “C” el test es negativo. Esto puede indicar que:

- P30 no está presente sobre 4 ng/ml.
- Presencia de efecto prozona.

Que podría dar un resultado falso negativo debido a la presencia de altas concentraciones de p30 en la muestra, como por ejemplo líquido seminal no diluido. En este caso la muestra de ser ensayada nuevamente usando una dilución 10 a 10.000.

Inválido: Si no existe línea rosada visible en el área de control “C” el test no es concluyente. Repetir el test y examinar el procedimiento cuidadosamente.

Control de calidad:

La línea control en el área de control “C” puede ser considerada un control interno del procedimiento. Otra línea rosada aparecerá siempre si el test se ha desarrollado correctamente

Si la línea de control “C” no aparece el test es inválido y un nuevo test debe ser desarrollado siguiendo los correctos procedimientos. Se podría realizar un test de control de calidad usando estándares de controles positivo y negativo (12).

Resultados y discusión.

Los ensayos realizados en el laboratorio de diferentes muestras en hisopos de secreción vaginal, que fueron recolectadas hace 1 año 2 meses, 2 años y de 5 años atrás se conservaron con los mismos resultados, con el que se tomó la muestra cuando dio positivo como se indica en las siguientes tablas.

Tabla 1. Control 1 de muestras utilizadas y resultados desde hace 5 años.

Control 1	
Tipo de muestra:	Hisopos de secreción vaginal.
Tiempo de conservación de la muestra:	5 años
Puntos de corte	Resultados
Corte de hisopo	Positivo
Corte de hisopo	Positivo
Rastreo de espermatozoides	
Hisopado de secreción vaginal	Positivo

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT.

Tabla 2. Control 2 de muestras utilizadas y resultados desde hace 1 año 2 meses.

Control 2	
Tipo de muestra:	Hisopos de secreción vaginal.
Tiempo de conservación de la muestra:	1 año 2 meses
Puntos de corte	Resultados
Corte de hisopo	Positivo
Corte de hisopo	Positivo
Rastreo de espermatozoides	
Hisopado de secreción vaginal	Positivo

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT

Tabla 3. Control 3 de muestras utilizadas y resultados desde hace 4 años 5 meses.

Control 3	
Tipo de muestra:	Guantes de látex.
Tiempo de conservación de la muestra:	4 años 5 meses
Puntos de corte	Resultados
Corte de 0.5 x 1 cm de parte media de guante.	Positivo
Rastreo de espermatozoides	
Hisopado de parte media del guante de látex.	Positivo

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT

Tabla 4. Control 4 de muestras utilizadas y resultados desde hace 2 años.

Control 4	
Tipo de muestra:	Hisopos de secreción vaginal.
Tiempo de conservación de la muestra:	2 años
Puntos de corte	Resultados
Corte de hisopo	Positivo
Rastreo de espermatozoides	
Hisopado de secreción vaginal	Positivo

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT

Tabla 5. Resultados de las pruebas.

Muestras por años	Indicador	Cortes	Porcentaje
1 año 2 meses	Positivo	2	33%
	Negativo	0	0%
2 años	Positivo	1	17%
	Negativo	0	0%
4 años 5 meses	Positivo	1	17%
	Negativo	0	0%
5 años	Positivo	2	33%
	Negativo	0	0%
Total		6	100%

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT

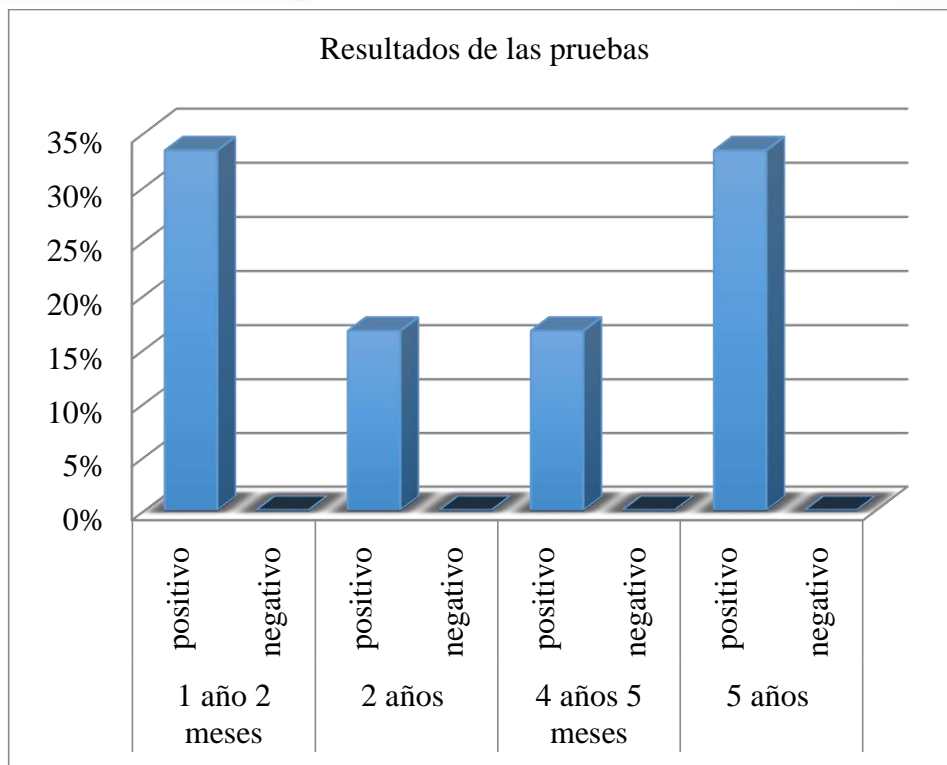


Figura 2. Evidencias otorgadas por el CICFT

Interpretación: De los cuatro casos analizados tomando en cuenta su conservación, en el primer caso su almacenamiento fue de un año dos meses y se realizaron dos cortes que dieron como resultado positivos esto corresponde al 33%, en el segundo caso su almacenamiento fue de dos años y se realizó un solo corte que dio como resultado positivo que corresponde al 17%, en el tercer caso su almacenamiento fue de cuatro años cinco meses y se realizó un corte que dio como resultado positivo que corresponde al 17% y en el cuarto caso su conservación fue de cinco años y se realizó 2 cortes que dieron como resultado positivos que corresponde al 33%. Todo esto nos da un total del 100% de cortes realizados y analizados.

Tabla 6. Tipos de evidencias analizadas.

Muestras por años	Evidencias	Frecuencia	Porcentaje
1 año 2 meses	Hisopos	2	33%
2 años	Hisopos	1	17%
4 años 5 meses	Guantes	1	17%
5 años	Hisopos	2	33%
	Total	6	100%

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT

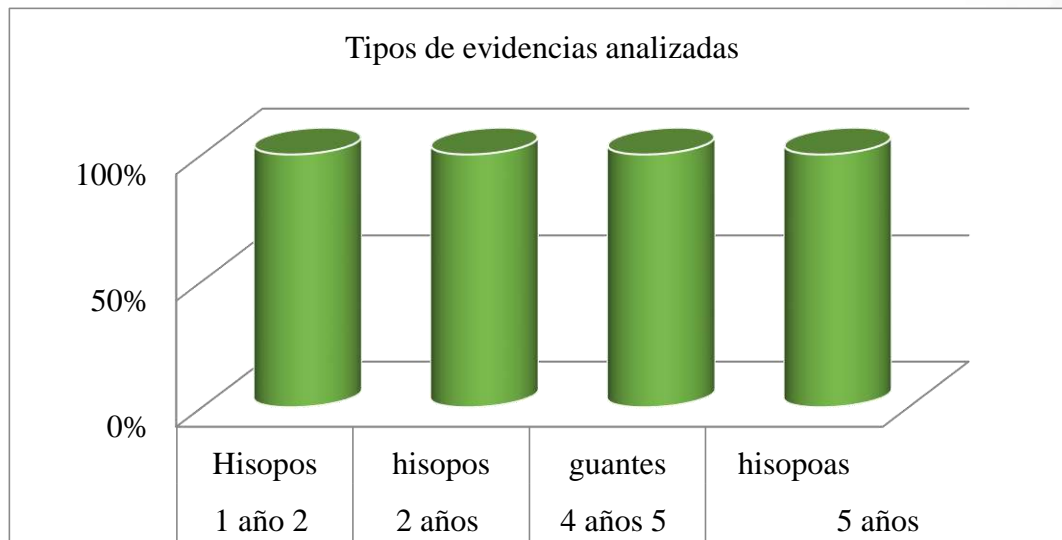


Figura 3. Evidencias otorgadas por el CICFT

Interpretación: De los cuatro casos analizados, tomando en cuenta el tipo de evidencia analizado, en el primer caso se utilizó como evidencia dos hisopos correspondientes al 33 %, en el segundo caso se utilizó un hisopo que corresponde al 17 %, en el tercer caso se utilizó un guante que corresponde al 17 % y en el cuarto caso se utilizó dos hisopos que corresponde al 33 %, todo esto nos da un total del 100% del tipo y número de evidencias analizadas en cada uno de los casos.

Tabla 7. Tiempo de conservación de las evidencias

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
1 a 2 años	2	50%
3 a 5 años	2	50%
Total	4	100%

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT

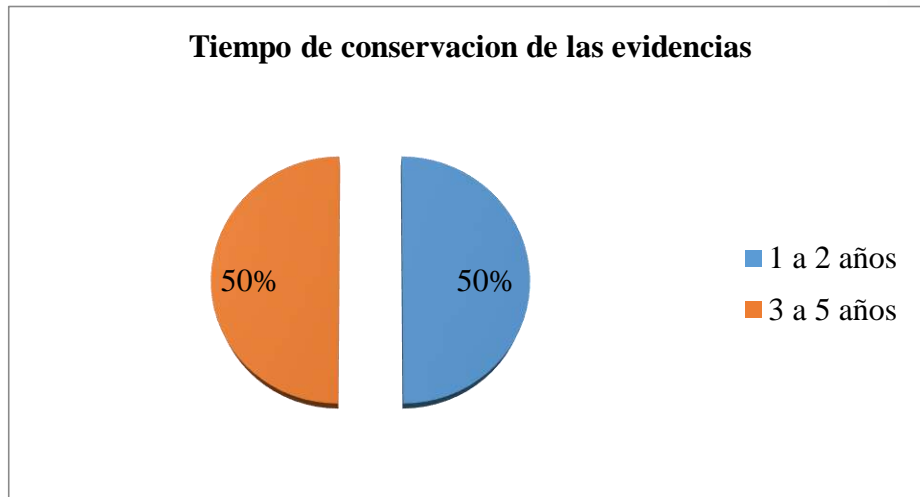


Figura 4. Evidencias otorgadas por el CICFT

Interpretación: De las evidencias analizadas en el centro de investigación de ciencias forenses dos evidencias fueron conservadas de uno a dos años correspondiendo al 50%; y dos evidencias fueron conservadas en un periodo de tiempo de tres a cinco años esto equivale al 50% dándonos un total del 100%.

Tabla 8. Resultados del rastreo de espermatozoides.

Evidencias	Resultado	Frecuencia	Porcentaje
Hisopados vaginales	Positivos (presencia de abundantes espermatozoides)	3	75%
Hisopado de guantes	Positivos (presencia de espermatozoides)	1	25%
Total		4	100%

Fuente: Evidencias otorgadas por el CICFT.

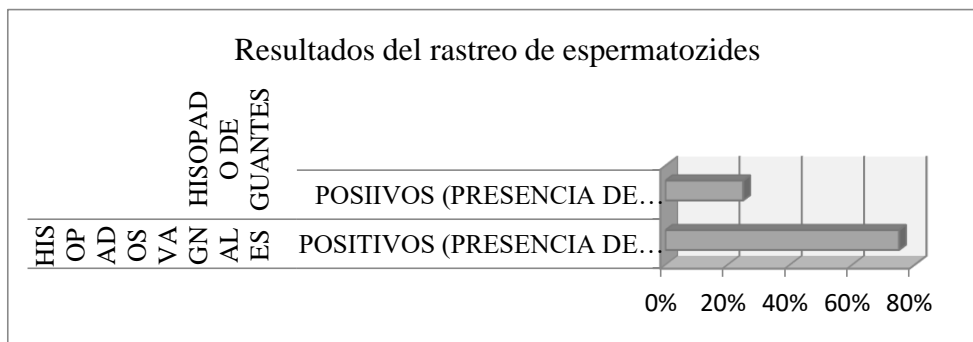


Figura 5. Evidencias otorgadas por el CICFT

Interpretación: De las evidencias analizadas en el centro de investigación de ciencias forenses el resultado del rastreo de espermatozoides fueron, tres hisopados vaginales positivos para abundantes espermatozoides correspondiendo al 75%, mientras que un

hisopado de guantes fue positivo para presencia de espermatozoides correspondiente al 25% dando un total del 100% del resultado de rastreo de espermatozoides.

Conclusiones

- Una vez concluida la investigación comprobamos que si existe una buena conservación de la evidencia demostrando que al realizar una nueva determinación con el transcurso de los años obtendremos resultados con alta confiabilidad.
- La preservación de las evidencias cumple un papel muy importante dentro de las ciencias forenses debido a que estas pueden conservarse hasta 15 años sin que exista ninguna alteración.
- Hemos demostrado que al analizar las evidencias (hisopados vaginales) de 5 años, 2 años, y 1 año 2 meses, y un guante de látex de 4 años 5 meses tienen la presencia de proteína p30 dando como resultado positivo.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Agradecemos el arduo trabajo de cada autor durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Referencias bibliográficas

1. González L. Identificación de vestigios de semen en casos de delitos sexuales y su importancia en la investigación forense en Panamá. Revista Cathedra [Internet]. Marzo 28 de 2022 [Citado mayo 30 de 2024]; 11(17):30-42. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/361660606> Identificación de vestigios de semen en casos de delitos sexuales y su importancia en la investigación forense en Panamá
2. Roca C. La ciencia forense en las investigaciones de los delitos de asesinatos [Tesis de grado; Digital]. (Babahoyo- Los Ríos): Repositorio de la Universidad Técnica de Babahoyo; agosto de 2012. 44-62. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/900/T-UTB-FCJSE-JURISP-000108.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

3. Maya V. Consecuencias accesorias del delito: La toma de muestras biológicas del nuevo artículo 129 BIS [Tesis de grado; Digital]. (España): Universidad de Jaén; octubre 2020. 21-33. Disponible en:
https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/13035/1/TFG_VANESA_MAYA_ROME_RO.pdf
4. Madrigal E. Aspectos médico legales del síndrome del menor agredido. Acta Médica Costarricense [Internet]. Junio 22 de 2010 [Citado mayo 30 de 2024]; 52(4): 203-209. Disponible en:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v52n4/a05v52n4.pdf>
5. Cáceres V. Del tiempo de conservación de las muestras biológicas forenses en el campo penal [Tesis de grado; Digital]. (Ambato): Universidad Regional Autónoma de los Andes; abril de 2017. 20-27. Disponible en:
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/5978/1/PIUAAB016-2017.pdf>
6. Chávez L; Moscoso N. Evaluación de técnicas dependientes para el análisis forense en soportes sólidos en la validación de delitos sexuales [Tesis de grado; Digital]. (Riobamba): Universidad Nacional de Chimborazo; junio de 2018. 5-9. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4668/1/UNACH-EC-LAB-CLIN-2018-0024.pdf>
7. López G. La recolección de indicios biológicos en las víctimas de violación sexual por los médicos del sistema de salud pública y las sentencias condenatorias dictaminadas por los jueces de garantías penales de la ciudad de Quito en el año 2017-2018 [Tesis de grado; Digital]. (Quito): Universidad Central del Ecuador; noviembre 16 de 2021. 22-35. Disponible en:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/760efb1b-6efa-4b48-b72f-03a1483e9bcf/content>
8. Sandoval V. Colección y Preservación de Indicios Biológicos para Obtener ADN en Violación Sexual a Mujeres [Tesis de grado; Digital]. (Quito): Universidad San Francisco de Quito; abril 21 de 2023. 3-18. Disponible en:
<https://researchpapers.usfq.edu.ec/index.php/usfqlawwp/preprint/view/121/417>
9. Uría M. Persistencia promedio de antígeno prostático específico, en muestras de interés forense, como marcador biológico en agresiones sexuales, La Paz, Bolivia. [Tesis de posgrado; Digital]. (Bolivia): Universidad Mayor de San Andrés; mayo de 2020. 18-32. Disponible en:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25308/TM-2001.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

10. González R; Rebollar E; Hernández Y. Análisis de la Estabilidad de Manchas de Semen en Telas Comunes de Vestir. Revista Skopein [Internet]. 2020 [Citado mayo 30 de 2024]; 8(21): 50-55. Disponible en: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/148/135>
11. Montenegro F. Aplicación del reactivo fosfatasa acida de uso clínico para la determinación de presencia de fluido seminal con fines forenses en el Laboratorio clínico H y D salud – 2021. [Tesis de posgrado; Digital]. (Lima- Perú): Universidad Privada Norbert Wiener; 2021. 25-32. Disponible: https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/6639/T061_43141820_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. Manual de procedimientos de Laboratorio de Biología Forense. Gob.ec. [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.fiscalia.gob.ec/files/archivos%20AC/COIP%20073%20FGE/Area%20Ciencias%20Forenses/6_Manual_de_Procedimientos_de_laboratorio_de_Biologa_Forense.pdf

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.







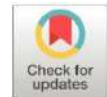
Indexaciones



Criterios de selección de piezas dentales para la extracción de ADN revisión bibliográfica

Selection criteria for dental pieces for dna extraction bibliographical review

- 1 Vanessa Lizbeth Ramirez Tapia  <https://orcid.org/0009-0008-0561-3611>
Odontóloga en ejercicio Riobamba, Ecuador
n3zx97@gmail.com
- 2 Kamila Giselle Almeida Riofrio  <https://orcid.org/0009-0001-6659-2497>
Odontóloga en ejercicio, Riobamba, Ecuador
kamilaa530@gmail.com
- 3 Verónica Paulina Cáceres Manzano  <https://orcid.org/0000-0001-5710-5661>
Grupo de Investigación “Análisis de Muestras Biológicas y Forenses”, Universidad Nacional de Chimborazo, Docente Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Odontología, Riobamba, Ecuador.
vcaceres@unach.edu.ec
- 4 María Eugenia Lucena de Ustáriz  <https://orcid.org/0000-0001-9120-345X>
Docente/Investigador Ocasional, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba.
mlucena@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3052>

Cítese:

Ramirez Tapia, V. L., Almeida Riofrio, K. G., Cáceres Manzano, V. P., & Lucena de Ustáriz, M. E. (2024). Criterios de selección de piezas dentales para la extracción de ADN revisión bibliográfica. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 23-38. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3052>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Adn,
identificación
forense, piezas
dentales,
conservación
de piezas
dentales,
criterios de
análisis

Resumen

Introducción: En la actualidad la odontología forense se ha convertido en una herramienta de gran utilidad para la identificación de agresores y cadáveres de víctimas cuya identidad se desconoce. Esto en su mayoría en casos donde la identificación facial o dactilar no son posibles, o como complemento para los antes mencionados. En base a estos criterios se ha recabado una serie de información que denota la gran importancia de implementar este tipo de métodos odontológicos forenses para la extracción de ADN en piezas dentales, al ser un proceso rápido confiable y que represente muchas ventajas para el operador. **Objetivo:** Investigar y analizar los criterios de selección de piezas dentales aptas para a extracción de ADN, con el fin de establecer un criterio específico de selección sobre los órganos dentarios en base a los autores citados en la investigación. **Metodología:** Se recopiló información obtenida en base a, trabajos de pre y posgrado, artículos de revistas de alto impacto sobre estudios referentes a odontología forense y a extracción de ADN a través de órganos dentales, considerando como muestra aquellos que brindaban información más relevante y actualizada: para ello se tomaron como base de datos científicas como; Google scholar, Pubmed, Elsevier y ClinicalKey, ResearchGate, entre otros, en español, inglés y portugués. **Conclusiones:** En conclusión, la metodología desarrollada por los odontólogos forenses se sustenta en el cotejo de la información ante mortem recuperada de las víctimas con aquellos datos post mortem resultantes de la autopsia médico legal. **Área de estudio general:** Ciencias Forenses. **Área de estudio específica:** Odontología Forense

Keywords:

DNA, Forensic
Identification,
Dental Pieces
or Teeth,
Conservation of
Dental Pieces
or Teeth,
Analysis
Criteria

Abstract

Forensic dentistry has become a highly valuable tool for the identification of perpetrators and unidentified victim corpses in contemporary times. This is primarily applicable in cases where facial or fingerprint identification is not feasible, or as a supplement to the methods. Based on these criteria, a wealth of information has been gathered, demonstrating the significant importance of implementing such forensic dental methods for DNA extraction from dental pieces, as it represents a rapid, reliable process with numerous advantages for the operator. Objective: To investigate and analyze the criteria for selecting suitable dental pieces for DNA

extraction, in order to establish a specific selection criterion for dental organs based on the authors cited in the research. Methodology: Information was compiled based on undergraduate and postgraduate studies, high-impact journal articles on forensic dentistry and DNA extraction from dental organs. Samples were selected based on the relevance and currency of the information provided; databases such as Google Scholar, PubMed, Elsevier, ClinicalKey, ResearchGate, among others, were consulted in Spanish, English, and Portuguese. Conclusions: In conclusion, the methodology developed by forensic dentists is based on comparing ante-mortem information obtained from victims with post-mortem data resulting from medicolegal autopsies. General Field of Study: Forensic Sciences. Specific Field of Study: Forensic Dentistry.

Introducción

Según Keizer - Neilson en 1970, definió a la odontología forense como una herramienta en pro de la justicia siendo parte de la medicina forense o legal, misma que se encarga del análisis adecuado de pruebas dentales y su valoración y caracterización de los procesamientos odontológicos. (1)

La odontología forense como una ciencia basada en la investigación de actos delictivos, siendo una herramienta de gran utilidad para la identificación de cuerpos que han sido víctimas de catástrofes naturales o de homicidios, en este caso la odontología forense se centra en la identificación de individuos mediante la recopilación de pruebas o material genético a base de órganos dentarios viables, a través de los tejidos dentales que han podido sobrevivir a la descomposición o incluso incineración siendo este un método más viable y confiable que algunos aplicados en la medicina.(2)

Podemos identificar a la criminalística como una ciencia con bases empíricas ligada a una base criminológica y de derecho penal que brinda herramientas a la justicia en la identificación de un cadáver, así como los responsables y sus respectivas condenas, con el fin de brindar protecciones y reparaciones a las víctimas. (3)

En tanto al campo forense existen varios métodos de reconocimiento e identificación de individuos, los cuales serán citados de manera muy breve a continuación.

Registros dentales. - Estos ayudan en la identificación de cuerpos hasta en un 80% de los casos, estos emplean odontogramas, fotografías intraorales, modelos de estudio y radiografías dentales. Estos elementos ayudan al análisis de las arcadas dentales. Análisis

de marcas de mordida. - Estas ayudan a identificar agresores. Análisis de ADN. – Siendo en este caso el método que se va a tratar a profundidad en la siguiente revisión bibliografía. (2)

Radiografía dental. - Esta ayuda a la evaluación de la restauración previa, calidad del hueso periodontal y estructuras y forma del cráneo y faciales (1)

Antropología dental. - En caso de contar con un cuerpo con el cual trabajar se da una aproximación a las características físicas para obtener un estimado de la edad, sexo, así como otras características del individuo. (2)

Prótesis dental. - Esta técnica puede ser útil al identificar el aparato externo del paciente, así como también puede complementarse con la rugoscopia. (1)

Rugoscopia. - Para esta técnica se debe contar con los registros ante mortem que nos sirvan como punto de partida para comparar los del hallazgo post mortem. (1)

Queiloscopía. - Identificación de características labiales. No es un método confiable por falta de estudios que avalen su veracidad. (1)

La extracción de ADN a partir de piezas dentales ha emergido como una herramienta invaluable en el campo de la genética forense y la arqueología, permitiendo la obtención de información genética valiosa incluso en condiciones adversas. Los dientes, con su estructura mineralizada única, ofrecen una protección excepcional al material genético contenido en la pulpa dental y en las capas dentinarias. Este proceso se ha convertido en una técnica crucial para la identificación de individuos en situaciones donde otras fuentes de ADN pueden estar degradadas o ausentes.

La extracción de ADN de piezas dentales implica una serie de pasos precisos, desde la obtención de la muestra dental hasta la purificación del material genético. La robustez de los dientes frente a factores ambientales y la preservación de la información genética en el núcleo celular de las células pulpares han ampliado significativamente las posibilidades de obtener perfiles genéticos confiables, incluso en restos antiguos.

Este avance no solo ha revolucionado la resolución de casos criminales, sino que también ha contribuido al entendimiento de la historia humana mediante la extracción de ADN de restos arqueológicos, proporcionando información crucial sobre migraciones, parentescos y evolución. La extracción de ADN en piezas dentales, por lo tanto, se erige como una herramienta esencial que trasciende las barreras del tiempo y las condiciones adversas, abriendo nuevas perspectivas en la investigación genética y la identificación de individuos en diversos contextos. (4)

En base a estos criterios se puede realizar la identificación de ADN que se extraerá de los órganos dentales viables utilizando métodos complementarios como sangre almacenada, cepillo de dientes o de muestras aportadas por los familiares de la víctima. (4)

Al hablar de odontología forense debemos determinar que para la extracción de ADN de las piezas dentales se conocen las siguientes técnicas; descalcificación, lavado, del tejido en las columnas de hidroxiapatita, uso de silicie y digestión por medio de proteínas para evitar dañar las muestras y mantener su integridad. (4)

Metodología

Este estudio se fundamenta en una revisión bibliográfica y se trabajó mediante la recopilación de información obtenida de libros, artículos de revistas de alto impacto acerca de estudios referentes odontología forense, considerando como muestra, aquellos que presentaron información relevante y actualizada, para esto se buscó en bases de datos científicos como Google Scholar, Pubmed, Elsevier, ClinicalKey y Scopus entre otros, en español e inglés, desde enero de 2019 hasta marzo de 2024, tomando como palabras clave para la búsqueda: odontología forense, extracción de ADN palabra obtenidas del descriptor de ciencias de la salud. Como criterios de inclusión se analizaron únicamente documentos relacionados a la línea de investigación.

- Libros en español e inglés.
- Artículos Científicos Publicados en revistas de alto impacto
- Trabajos de grado para titulación de pre, posgrado y doctorado.

La selección adecuada de piezas dentales es esencial para la extracción exitosa de ADN en odontología forense. Los criterios para elegir las piezas dentales más apropiadas pueden variar según el caso y los objetivos específicos.

Tabla 1. Análisis de criterios y metodologías de extracción de ADN de piezas dentales en base a diferentes autores (9 artículos)

Autor	Artículo	Indica o Sugiere
Kristanto R. (5)	Genetic Analysis of Genealogy from Dental Y-STR DNA with Raman Spectra Method: Literature Review	Se concluyó en este estudio, determine que los criterios de extracción de ADN por medio de espectros RAMAN presentan una tasa de efectividad de al menos 95% o más. Denotando este método como uno de los más efectivos para la identificación de cuerpos que se han obtenido de algún desastre. La técnica que más se menciona en el estudio es la del genotipo STR autosómico, sin embargo, se necesita una muestra mayor de AND. Se denoto que este método es empleado con mayor frecuencia, cuando los métodos convencionales no pueden ser ejecutados debido al estado del cuerpo.

Tabla 1. Análisis de criterios y metodologías de extracción de ADN de piezas dentales en base a diferentes autores (9 artículos) (continuación)

Autor	Artículo	Indica o Sugiere
<p>Rocha M, De Silva F, Machado B. (6)</p>	<p>Contributions of forensic dentistry regarding identification methods: literature review</p>	<p>El autor expone la variedad de fuentes de material biológico, para la toma de ADN fuera de los tejidos dentales, mismas que podrían estar contaminadas.</p> <p>Se habla de la tipificación y el examen de ADN como principales criterios de identificación de cuerpos. Aquí nos menciona como un criterio de suma importancia, piezas dentales que mantengan integridad en su cámara pulpar para así, por extraer de la pulpa el material genético sin ningún tipo de contaminación externa mediante el uso de limas endodónticas.</p>
<p>Inostroza C, Carrasco P, Gatti G, Paulino B. (7)</p>	<p>Dental Forensic Kit (DFK®) y kit de extracción de ADN FFPE Quick Extract™, un nuevo flujo de trabajo para la obtención de ADN dental para la identidad genética humana</p>	<p>Las piezas de las cuales será extraído el material genético, pueden esterilizarse utilizando hipoclorito de sodio en concentración de 0,5%, aclararse posteriormente con agua destilada para luego someterse a luz UV. Se pudieron determinar 3 facetas para que la extracción tenga éxito; Lisis, desnaturalización y aislamiento de ADN. Empleando como principales sujetos a los órganos dentales con mayor cantidad de pulpa dental.</p> <p>Si bien es cierto esta técnica es una de las más exactas a la hora de identificar un cuerpo, la sobre manipulación de las muestras y tejidos, así como un mal protocolo puede llevar a la contaminación y pérdida del material genético.</p> <p>Se menciona también la pulverización criogénica, la cual se enfoca en la toma de ADN a nivel de tejidos dentales duros, sin embargo, se emplean criterios más rigurosos sobre la integridad de las piezas dentales así como la contaminación que estas presenten, sin contar el excesivo costo de los equipos que se necesitan.</p>
<p>Stavrianos C, Eliades A, Kokkas A. (8)</p>	<p>The role of DNA in forensic odontology: part II</p>	<p>Es relevante resaltar que, desde una perspectiva anatómica, los dientes humanos se clasifican en dos componentes principales: la corona, que es la parte visible dentro de la cavidad oral, y el tejido radicular o raíz dentaria, que está ubicada dentro del hueso alveolar. Investigaciones han confirmado que las raíces dentales, conformadas por cemento, dentina y pulpa, son una fuente más abundante de ADN en comparación con la corona, la cual está compuesta principalmente por esmalte, aunque también contiene dentina y pulpa. Esta diferencia en la producción de ADN podría deberse a las características estructurales y la composición de los tejidos que componen cada parte del diente.</p>

Tabla 1. Análisis de criterios y metodologías de extracción de ADN de piezas dentales en base a diferentes autores (9 artículos) (continuación)

Autor	Artículo	Indica o Sugiere
<p>Goncalves PF, Sallum EA, Sallum AW, Casati MZ, Toledo S, Nociti FH. (9)</p>	<p>Dental cementum reviewed: development, structure, composition, regeneration and potential functions</p>	<p>La pulpa dental y el cemento se destacan como los componentes más valiosos en cuanto a la obtención de ADN genómico en la estructura dental. Además, tanto la pulpa como el cemento, junto con la dentina, pueden servir como fuentes de ADN mitocondrial. Aunque el esmalte desempeña un papel crucial en la protección de la dentina y la pulpa, lamentablemente no contiene ADN. Es importante señalar que la cantidad total de ADN presente en los dientes puede variar significativamente de una persona a otra, así como también entre los diferentes dientes dentro de un mismo individuo. Esta variabilidad puede deberse a una combinación de factores genéticos, ambientales y de salud bucal.</p>
<p>Rubio L, Martinez LJ, Martinez E, Martin de las Heras S (10)</p>	<p>Study of short- and long-term storage of teeth and its influence on DNA</p>	<p>Investigaciones que han analizado la composición de ADN en diversos tipos de dientes han corroborado que los que poseen una mayor cantidad de pulpa son una fuente más abundante de material genético debido a la mayor presencia de células. Además, se ha constatado que se puede obtener una mayor cantidad de ADN de los dientes con múltiples raíces en comparación con aquellos que tienen una única raíz, posiblemente debido a la presencia de una superficie radicular más extensa y, por ende, una mayor cantidad de cemento. Estas observaciones resaltan la importancia de considerar las características anatómicas de los dientes al seleccionar la mejor fuente de ADN para diversos fines científicos o forenses.</p>
<p>Nanci A. (11)</p>	<p>Development, Structure, and Function</p>	<p>al elegir un diente para obtener una muestra, se debería dar preferencia a aquellos que presenten una mayor área de superficie radicular y un volumen significativo de tejido pulpar, siendo los molares los más indicados para este propósito. Sin embargo, en casos donde no estén disponibles los molares, los premolares podrían ser considerados como una alternativa viable. No obstante, es importante tener en cuenta que los caninos, a pesar de su menor frecuencia de selección, pueden ofrecer una cantidad potencialmente mayor de ADN debido al tamaño de su cámara pulpar, lo que los convierte en una opción a considerar en ciertos contextos. Estas consideraciones anatómicas pueden resultar cruciales para maximizar el rendimiento y la calidad de las muestras de ADN obtenidas a partir de los dientes en diversas aplicaciones científicas y forenses.</p>

Tabla 1. Análisis de criterios y metodologías de extracción de ADN de piezas dentales en base a diferentes autores (9 artículos) (continuación)

Autor	Artículo	Indica o Sugiere
UbelakerDH, ParraRC (12)	Radiocarbon analysis of dental enamel and bone to evaluate date of birth and death: perspective from the southern hemisphere	La caries dental, una enfermedad de origen microbiano, provoca la desmineralización y deterioro de los tejidos calcificados de los dientes. Este proceso facilita la penetración de bacterias en la pulpa dental, tanto de forma directa como a través de los túbulos dentinarios, lo que puede resultar en la inflamación y eventual muerte del tejido pulpar. La progresión no tratada de la caries puede llevar a una pérdida total de la pulpa o incluso a la pérdida del diente en su totalidad. Es importante tener en cuenta que esta afección puede afectar no solo la estructura dental, sino también el tejido celular que rodea y sostiene el diente.
Lee YL, Liu J, Clarkson BH, Lin CP, Godovikova V, Ritchie HH. (13)	Dentin-pulp complex responses to carious lesions	Otra afección común en la cavidad oral es la enfermedad periodontal. En etapas avanzadas de esta enfermedad, el cemento celular puede no sufrir daños, pero cuando se ve afectado, es probable que esto resulte en una disminución de la cantidad de ADN disponible debido a la pérdida física de cemento y a la destrucción de los cementocitos. Es importante tener en cuenta que las enfermedades dentales no solo reducen la cantidad de ADN disponible, sino que también aumentan el riesgo de contaminación. Por lo tanto, al seleccionar dientes para el análisis de ADN, es preferible elegir aquellos que estén intactos y libres de enfermedades. Sin embargo, incluso los dientes que presentan enfermedades o que han sido sometidos a tratamientos dentales aún pueden contener suficiente ADN para su extracción y amplificación posteriores. Por ejemplo, un molar restaurado que haya sido afectado por caries leve a moderada probablemente sea más valioso en términos de ADN que un diente del sector anterior, como un incisivo o un canino. Esto se debe a que los molares tienden a tener una mayor cantidad de tejido dental disponible, lo que aumenta las probabilidades de obtener una muestra de ADN de alta calidad. Es esencial considerar estos factores al seleccionar dientes para análisis genéticos o forenses, ya que la calidad y la cantidad de ADN extraído pueden influir significativamente en los resultados obtenidos.

Aquí se presentan algunos criterios generales:

1. Registro dental antemortem: La disponibilidad de registros dentales antemortem, que son registros dentales tomados antes de la muerte, puede influir en la elección de las piezas dentales para garantizar una comparación precisa. (14)

2. Minimización de contaminantes: Se deben evitar piezas dentales que estén expuestas a contaminantes externos, como saliva o suciedad, que puedan afectar la calidad de la muestra de ADN. (14)
3. Condiciones ambientales: Considerar las condiciones ambientales en las que se encontraron las piezas dentales, ya que aquellas expuestas a condiciones extremas pueden tener una preservación diferente del ADN. (14)
4. Tipo de diente: Algunos dientes, como los molares, tienden a tener una mayor cantidad de pulpa y, por lo tanto, son preferidos para la extracción de ADN. Sin embargo, en ausencia de molares, otros dientes también pueden ser seleccionados. (15)
5. Ubicación en la cavidad bucal: La posición de la pieza dental en la boca puede afectar su exposición a factores ambientales. Los dientes bien protegidos en la boca pueden tener una mejor preservación de la muestra de ADN. (15)
6. Historia dental y tratamientos previos: Conocer la historia dental del individuo, como tratamientos dentales previos, restauraciones o extracciones, puede ayudar a identificar piezas dentales que proporcionen información genética valiosa. (15)
7. Edad del individuo: En individuos más jóvenes, los dientes pueden tener una pulpa más grande y, por lo tanto, pueden ser preferibles para la extracción de ADN. (15)
8. Técnicas de extracción adecuadas: Se deben utilizar métodos de extracción de ADN específicos para piezas dentales, teniendo en cuenta la preservación de la estructura dental y minimizando la degradación del material genético. (16)
9. Preservación del contexto forense o arqueológico: En casos forenses o arqueológicos, es esencial documentar y preservar el contexto en el que se encuentra la pieza dental. Esto puede incluir detalles sobre la ubicación, asociaciones con otros restos y condiciones ambientales. (16)
10. Control de calidad: Se deben implementar protocolos de control de calidad para verificar la autenticidad y la integridad de las muestras de ADN extraídas. Esto puede incluir la realización de pruebas de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y secuenciación para confirmar la identidad y la calidad de la muestra. (16)
11. Estado de conservación: Se prefieren piezas dentales que estén en buen estado de conservación, sin fracturas significativas ni daños que puedan comprometer la integridad de la muestra. (16)

12. Presencia de pulpa dental: La pulpa dental, ubicada en el centro del diente, es rica en células con núcleos celulares que contienen ADN. Seleccionar piezas con pulpa presente aumenta las posibilidades de obtener muestras de ADN de alta calidad. (16)

La elección de piezas dentales para la extracción de ADN es un proceso cuidadoso que requiere una evaluación completa de las condiciones específicas del caso. La aplicación de estos criterios contribuye a la obtención de muestras de ADN de alta calidad y confiabilidad en el contexto forense.

Discusión

Kristanto (5) en su estudio denota que este método presenta un porcentaje alto de efectividad, aquí el autor habla sobre el reconocimiento mediante estudios de genotipo, para lo cual es necesaria obtener una muestra mayor de ADN. Según Inostroza C. (7) las piezas dentales que serán sometidas a extracción de material genético deben ser manipuladas de manera precisa para evitar la contaminación del tejido, aquí se hace un contraste entre el estudio del genotípico y la extracción de ADN a base de tejidos duros dentales, este sin embargo arroja que la mejor opción sería el estudio a base de tejidos pulpares por su eficacia y ya que no se necesita de costosas maquinarias para la extracción de muestras biológicas.

Se puede determinar que la mala manipulación de las piezas, así como una técnica poco prolija, llevara a una contaminación del material genético. Es importante considerar que no siempre se cuenta con piezas viables para la extracción de ADN, por las circunstancias en las que se halla el cuerpo, por tanto, el buen manejo de las muestras puede ser de vital importancia para poder determinar la identidad del cuerpo.

Starvrianos C. (8) Al hablar de una pieza dental podemos determinar las partes que confirman está, siendo el cemento, dentina y pulpa las fuentes principales de obtención de material genético en comparación a la corona dental. Sin embargo, la pulpa se ha destacado como la fuente principal para este estudio, al estar protegida dentro de la cámara, permaneciendo así lo menos contaminada posible. Por otra parte, Rocha M y colaboradores (6) denotan que la toma de ADN debe realizarse de piezas que mantengan su integridad estructural para que así la cámara pulpar no presente ningún tipo de contaminación y se pueda extraer la mayor cantidad de tejido pulpar.

Cuando hablamos de cuerpos que han sufrido algún tipo de desastre, se debe tener en cuenta que ha sido sometido a circunstancias extremas, en las cuales se pueden haber perdido o fracturado muchas estructuras a nivel oral. La integridad de una pieza dental será crucial para obtener una muestra viable de materia genético. En este caso al hablar de una toma de muestra en base a tejido pulpar, podemos contar con una muestra con

menor contaminación si no es que inexistente, ya que la pulpa se encuentra protegida dentro de la cámara pulpar conformada por las diversas estructuras de los tejidos duros.

Nanci A. (11) Al hablar de la selección de piezas dentales para la extracción de ADN los molares son la primera opción que el operador debe tener en consideración al presentar mayor cantidad de pulpa y cemento, sin embargo, existen casos en los que la presencia o integridad de estas piezas están comprometidas, a lo cual, los premolares o caninos serían la mejor alternativa en comparación a piezas unirradiculares.

Una pieza dental cuya estructura ha sido comprometida, que presente fracturas extensas y a nivel radicular, exposición de cámara pulpar, no puede ser empleada en la extracción de ADN ya que compromete la muestra al encontrarse contaminada. En base a esto se debe determinar que piezas están aptas y si su material genético es significativo para poder extraer una muestra.

Goncalves PF (12). En su estudio, destaca la importancia del esmalte en la protección de la dentina y la pulpa, mismas que contienen gran cantidad de material genético, el mismo que será crucial para la identificación del cuerpo en cuestión. Cabe destacar que los autores concluyeron que la cantidad de material genético extraído de cada pieza dental, variará en dependencia de cada individuo y de las piezas dentales que se utilizan siendo las multirradiculares las que contengan mayor cantidad de tejido pulpar. Por tanto, Rubio L. y colaboradores analizaron la composición de ADN en todas las piezas dentales existentes en la cavidad bucal. Este estudio pudo determinar que las piezas con mayor cantidad de material genético son las que presentan múltiples raíces, evidenciando una superficie radicular mucho más extensa.

Al hablar de estructuras dentales, se puede evidenciar que los molares en comparación a otras piezas, presentan una mayor superficie radicular, por ende mayor cantidad de tejido pulpar y de cemento, mismos que son ricos en ADN. Los molares considerados como las piezas dentales ideales para la extracción de material genético en comparación a piezas como incisivos.

Previamente se había mencionado la importancia de la integridad de la pieza dental y su relación con la contaminación del ADN, Ubelaker DH. (12) denota que la caries dental es una de las principales afecciones que la población mundial presenta. Al ser una enfermedad de origen microbiano, genera destrucción desmineralización en la estructura dental, deteriorando los tejidos dentales y en algunos casos pulpares, haciendo que los dientes no sean viables para la extracción de material genético. En el 2019 Lee YL. (13) habla de los criterios de selección ante piezas que tienen caries han sido previamente restauradas, se pudo hacer una comparación entre una pieza con caries leve o moderada que se ha sometido a restauración y dientes unirradiculares. Sin embargo, se pudo concluir que los molares restaurados eran mucho más valiosos que los dientes del

sector anterior, ya que presentan mayor cantidad de tejido pulpar y de estructura radicular que servirá para la extracción del material genético. Sin embargo, si existe la existencia de enfermedad periodontal, el tejido se encuentra comprometido debido a la pérdida de cemento que dicha patología presenta.

En la actualidad la caries se ha posicionado como una de las principales patologías que aquejan a la población a nivel mundial. Al hablar de caries estamos hablando de microorganismos patógenos que desmineralizan la estructura dental al punto de comprometer la integridad de las piezas. Si el cuerpo que se pretende identificar presenta múltiples caries o restauraciones en sus dientes, se debe emplear un criterio de selección entre piezas con estructuras integrales o piezas que han sido previamente restauradas, cuya caries no sobrepasaba un nivel medio a moderado, a pesar de dicho tratamiento y manipulación los molares restaurados pueden brindar una mayor cantidad de ADN que una pieza unirradicular del sector anterior.

Conclusiones

- El estudio del genoma humano ayuda a proporcionar datos sobre ancestros, nuestro desarrollo, linaje, género y características físicas, transformando así los métodos de identificación forense, teniendo como dato y fuente importante para la toma de ADN en las piezas dentales, por su resistencia a la degradación.
- Siendo esta situación crucial ya que en odontología forense se comprende la relevancia de seleccionar adecuadamente los dientes para la toma de muestras, así como de manejar su preservación y acondicionamiento adecuado con el fin de conservarlos en buen estado.
- La colaboración entre odontólogos, forenses y genetistas forenses, así como el uso de técnicas avanzadas de análisis de ADN, han mejorado significativamente la precisión y la eficacia en la identificación de individuos, ofreciendo un importante apoyo en investigaciones criminales y en la resolución de casos judiciales.

Conflicto de intereses

No se reporta un conflicto de interés ya que realizamos el estudio basándonos en una revisión bibliográfica

Declaración de contribución de los autores

- **Autor 1:** Guía del proceso metodológico y garantizarían de la información recolectada.
- **Autor 2:** Búsqueda esencial de información relevante al tema, teniendo en cuenta información y avances recientes dando como resultado una información precisa.

- **Autor 3:** Revisión exhaustiva y corrección del escrito y a la vez los autores colaboraron con la redacción de las conclusiones del trabajo.

Referencias bibliográficas

1. Rodriguez Inca P. Analisis de las técnicas de extracción de ADN en piezas dentales con fines identificativos forenses. [Proyecto de investigación, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador]. 3 jun 2023 [5 Mar 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9323>
2. De la Garza R, Rodriguez A, Garcia F. La importancia de la Odontología Forense en la identificación de individuos. Revista Mexicana de Estomatología [internet] 2019 Jun. [7 Marz 2024]; volumen (6): Pág 5 Disponible en: <https://www.remexesto.com/index.php/remexesto/article/view/270/471>
3. Torres R. La criminalística. Repositorio Internacional de la UNPL. [trabajo de investigación, Universidad de la Plata, Buenos Aires, Argentina]. 28 sept 202 [11 Mar 2024]. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/105528>
4. Guillen B. La identificación humana mediante análisis de ADN en pulpas dentales. [trabajo de investigación, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador]. 23 feb 2023 [8 Mar 2024]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0ec6302b-9bae-4947-813a-e6b147b5869f/content>
5. Kristanto R. Genetic Analysis of Genealogy from Dental Y-STR DNA with Raman Spectra Method: Literature Review. Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology [internet] 04 oct 2022 [22 Marzo 2024]; Vol (16): Pág 7 Disponible <https://medicopublication.com/index.php/ijfmt/article/view/18650/16225>
6. Rocha M, De Silva F, Machado B. Contributions of forensic dentistry regarding identification methods: literature review. Revista Brasileña de odontología ResearchGate. [internet]. 13 dic 2019 [9 de Marzo 2024]; Vol (76): Pág 6. Disponible. https://www.researchgate.net/publication/339848414_Contributions_of_forensic_dentistry_regarding_identification_methods_literature_review#read
7. Inostroza C, Carrasco P, Gatti G, Paulino B. Dental Forensic Kit (DFK®) and Quick Extract™ FFPE DNA extraction kit, a new workflow for obtaining dental DNA for human genetic identity, Journal of Forensic and Legal Medicine . [internet]. 2020 Jul [12 Mar 2024]; Vol (73): Pág 7. Disponible. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1752928X20300998?via>

%3Dihub

8. Stavrianos C, Kokkas A, Eliades A.N. The role of DNA in forensic odontology. Medwell Journals. [internet]. 2019 [21 Marzo 2024]; Vol (4): Pág 6. Disponible. https://www.researchgate.net/profile/An-Eliades/publication/0022865_The_role_of_DNA_in_forensic_odontology_Part_II/links/5980cb0f7e9b7b5245a02f/The-role-of-DNA-in-forensic-odontology.pdf
9. Furtado P, Sallum E, Salum A, Casati M, Toledo S, Nociti F, Dental cementum reviewed: development, structure, composition, regeneration and potential functions. Brazilian Journal of Oral Sciences. [internet] 2019. [10 Marzo 2024]; Vol (4): Pág 12. Disponible. <https://periodicos.sbu.unicap.br/ojs/ndex.php/bjos/article/view/8641790>
10. Rubio L, Martinez L, Martinez L, Heras S. Study of short- and long-term storage of teeth and its influence of DNA. Wiley Journal. [ineternet]. 2021 [3 Abril 2024]; Vol (54) : Pág 6. Disponible <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19804594/>
11. Nanci A. Ten Cate's Oral Histology. Editorial: Elsevier [internet]. 27 de Dic 2016. [28 Abril 2024]; 9º edición. Montreal Canada. Disponible <https://shop.elsevier.com/books/ten-cates-oral-histology/nanci/978-0-323-48524-1>
12. Ubelaker D, Parra R. Radiocarbon analysis of dental enamel and bone to evaluate date of birth and death: perspective from the southern hemisphere. PubMed. [internet]. 2018 [5 Abril 2024]. Vol (208) : Pág 1-3. Disponible <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/211676681/>
13. Lee Y, Clarkson L, Lin C, Godovikova V Ritchie H. Dentin-pulp complex responses to carious lesions. PubMed. [internet]. 2019 [5 Abril 2024]. Vol (40): Pág 3. Disponible <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17707876/>
14. Campohermoso O, López M, Silva W, Calizaya R. Odontología legal y forense. Editorial: Edición digital. [internet] 2020. [20 abril 2024]. Disponible : https://www.academia.edu/41707234/LIBRO_DE_ODONTOLOG%C3%8DA_LEGAL_Y_FORENSE
15. Lozano D. Degradación de ADN humano en muestras dentales sometidas a estrés térmico. [Tesis doctoral]. Universidad de Málaga, Málaga, España. [internet]. 2020 [14 abril 2024]. Disponible <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/19464>
16. Pellegrino J, Crespillo M. El genoma humano y el desarrollo de la genética forense. Revista de la asociación Médica Argentina [internet] 2021 [16 Abril

2024]. Vol (134). Disponible https://www.ama-med.org.ar/uploads_archivos/2195/Rev-2-2021_pag-21-25_Pellegrino.pdf



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.




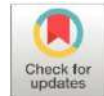
Indexaciones



Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano

Determination of substances subject to control in human hair

- ¹ Vanessa Marley Pogo Criollo  <https://orcid.org/0009-0001-1466-1286>
Lcda. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.
vmpogo.fslc@unach.edu.ec
- ² Karen Johanna Procel Hidalgo  <https://orcid.org/0000-0001-8568-7566>
Lcda. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.
kprocel8@gmail.com
- ³ María Fernanda Razo Romero  <https://orcid.org/0000-0003-4203-0235>
Lcda. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.
fernandarazor@gmail.com
- ⁴ José Luis Soto Gallardo  <https://orcid.org/0009-0000-3295-0279>
Odontólogo - Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES)
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.
jsdental30@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3053>

Cítese:

Pogo Criollo, V. M., Procel Hidalgo, K. J., Razo Romero, M. F., & Soto Gallardo, J. L. (2024). Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 39-53.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3053>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Sustancias sujetas a fiscalización, drogas, pruebas en cabello humano, interferentes, pruebas especiales.

Resumen

Introducción: Actualmente, la determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello es un método usado en los laboratorios de toxicología forense, por sus características específicas, que proporciona información que no se puede obtener del análisis de otras muestras biológicas, principalmente por el largo tiempo de detección que se logra con esta muestra, así como por la capacidad de establecer un perfil cronológico de consumo de drogas. Las drogas se depositan en el cabello humano a través de la circulación sanguínea mediante diferentes mecanismos posteriores a su ingesta o administración, siendo más estable por lo cual se puede detectar después de periodos prolongados de tiempo en comparación con otras muestras biológicas, estudios señalan que la droga varía a lo largo del tallo del cabello, lo cual se relaciona con el periodo de abuso. En el cabello humano se puede detectar un sin número de sustancias lícitas e ilícitas según sea el caso, la mayoría de los estudios centran su atención de drogas de uso común como son: opiáceos, anfetaminas estimulantes, marihuana, cocaína y heroína. **Objetivo:** El objetivo de la presente fue determinar que sustancias sujetas a fiscalización y métodos de análisis se emplean en el laboratorio utilizando como material biológico el cabello humano, enfocándose en una revisión bibliográfica de artículos actualizados de alto impacto. **Metodología:** El estudio empleó una revisión bibliográfica con enfoque de tipo descriptivo, diseño documental, no experimental, de corte transversal con cronología retrospectiva. **Resultados.** Después del análisis se determinó que las sustancias tóxicas llegan al cabello humano gracias a la circulación sanguínea almacenándose en estos durante tiempos prolongados, para determinarlo se requiere un mínimo de 1 cm de crecimiento, y se somete a un tratamiento el cual varía según el protocolo que emplee cada laboratorio donde se pretenda realizarlo. Después del análisis se determinó que las sustancias tóxicas llegan al cabello humano gracias a la circulación sanguínea almacenándose en estos durante tiempos prolongados, para determinarlo se requiere un mínimo de 1 cm de crecimiento, y se somete a un tratamiento el cual varía según el protocolo de que emplee cada laboratorio donde se pretenda realizarlo. La realización de dicho análisis, la mayoría de los laboratorios tiene como método de elección la Cromatografía de

Gases/Espectrometría de Masas tiene como método de elección. La búsqueda permitió la consulta de artículos científicos y tesis obtenidos de quince bases de datos en línea, publicados entre 2020-2024. **Conclusión.** La determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano mediante diversos métodos de detección es un proceso forense crucial que ofrece una ventana única para evaluar el historial de consumo de drogas de un individuo a lo largo del tiempo. La combinación de técnicas analíticas avanzadas permite identificar y cuantificar sustancias específicas. **Área de estudio general:** Criminalística/ Forense. **Área de estudio específica:** Derecho- Criminalística. **Tipo de estudio:** Artículos originales/ Original articles

Keywords:

Substances subject to control, drugs, tests on human hair, interferents, special tests.

Abstract

Introduction: Currently, the determination of controlled substances in hair is a method used in forensic toxicology laboratories, due to its specific characteristics, which provide information that cannot be obtained from the analysis of other biological samples, mainly because of the long detection time achieved with this sample, as well as the ability to establish a chronological profile of drug consumption. Drugs are deposited in human hair through blood circulation by different mechanisms after ingestion or administration, being more stable and therefore can be detected after prolonged periods of time compared to other biological samples, studies indicate that the drug varies along the hair shaft, which is related to the period of abuse. A number of licit and illicit substances can be detected in human hair, depending on the case, most studies focus their attention on commonly used drugs such as opiates, amphetamines, stimulants, marijuana, cocaine and heroin. **Objective:** The objective of this study was to determine which controlled substances and methods of analysis are used in the laboratory using human hair as biological material, focusing on a bibliographic review of updated high impact articles. **Methodology:** The study used a literature review with a descriptive approach, documentary design, non-experimental, cross-sectional with retrospective chronology. **Results:** After the analysis it was determined that the toxic substances reach the human hair thanks to the blood circulation being stored in these for long periods of time, to determine a minimum of 1 cm of growth is required, and it is subjected to a treatment which varies according to the protocol used

by each laboratory where it is intended to perform it. After the analysis it was determined that the toxic substances reach the human hair thanks to the blood circulation and are stored in them for long periods of time. To determine this, a minimum of 1 cm of growth is required, and it is subjected to a treatment which varies according to the protocol used by each laboratory where it is intended to be performed. To perform this analysis, most laboratories have Gas Chromatography/Mass Spectrometry as the method of choice. The search allowed the consultation of scientific articles and theses obtained from fifteen online databases, published between 2020-2024. **Conclusion:** The determination of controlled substances in human hair by various detection methods is a crucial forensic process that provides a unique window to assess an individual's drug use history over time. The combination of advanced analytical techniques allows the identification and quantification of specific substances.

Introducción

Las sustancias sujetas a fiscalización son aquellas que están controladas y reguladas debido a su potencial impacto en la salud pública y la seguridad (1). Estas sustancias incluyen estupefacientes, psicotrópicos, precursores químicos y otras sustancias químicas específicas destinadas a la elaboración ilícita de estas sustancias (2). El tráfico ilícito atenta contra la salud pública y puede causar daños en el organismo humano, la familia y la sociedad en general.

Las drogas se depositan en el cabello humano a través de la circulación sanguínea mediante diferentes mecanismos posteriores a su ingesta o administración, siendo más estable por lo cual se puede detectar después de periodos prolongados de tiempo en comparación con otras muestras biológicas, estudios señalan que la droga varía a lo largo del tallo del cabello, lo cual se relaciona con el periodo de abuso (3, 4).

La principal ventaja de las pruebas de detección de drogas en el cabello sobre las pruebas en sangre y orina radica en un mayor tiempo de determinación en comparación a las otras. Los análisis de sangre y de orina brindan información a corto plazo relacionada con la adicción a las drogas, mientras que el historial de drogas a largo plazo se puede rastrear mediante el análisis del cabello (5).

En el cabello humano se puede detectar un sin número de sustancias lícitas e ilícitas según sea el caso, la mayoría de los estudios centran su atención de drogas de uso común como

son: opiáceos, anfetaminas estimulantes, marihuana, cocaína y heroína (6). Teniendo como método de detección la cromatografía líquida/espectrometría de masas de tándem (6, 7), también se han empleado métodos como: pruebas de Inmunoensayo Competitivo Rápido (ICR), Espectrofotometría de Luz Ultravioleta (ELUv) y Cromatografía en Capa Fina (CCF) (8).

El objetivo de la presente fue determinar que sustancias sujetas a fiscalización y métodos de análisis se emplean en el laboratorio utilizando como material biológico el cabello humano, enfocándose en una revisión bibliográfica de artículos actualizados de alto impacto.

Metodología

El presente trabajo de investigación es una revisión bibliográfica, con un enfoque tipo descriptivo, un diseño documental y no experimental, de cohorte transversal con cronología retrospectivo.

Población:

La población está establecida por 20 referencias bibliográficas relacionadas al tema de estudio, obtenidas de plataformas académicas digitales como: Google académico, Dominio de las ciencias, Skopein, Egyptian Journal of Forensic Sciences, Journal of analytical toxicology, Journal of analytical science and technology, Scielo, Gaceta internacional de ciencias forenses, Ciencia digital, Europe PMC y Tópicos de investigación en las ciencias de la tierra y materiales

Muestra:

La muestra de la investigación se conformó por las revisiones bibliográficas de 15 artículos de acuerdo con el tema “Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano” para ello, se tomaron en cuenta los artículos científicos con una vigencia de seis (6) años de publicación en inglés y español, las mismas que están disponibles en: Dominio de las ciencias (1), Skopein (1), Egyptian Journal of Forensic Sciences (1), Journal of analytical toxicology (4), Journal of analytical science and technology (1), Scielo (3), Gaceta internacional de ciencias forenses (1), Ciencia digital (1), Europe PMC (1) y Tópicos de investigación en las ciencias de la tierra y materiales (1).

Criterios de selección

Criterios de Inclusión:

Artículos publicados entre el 2019 al 2024 para el análisis y discusión de resultados, artículos con contenido Toxicológico publicados en revistas indexadas.

Criterios de exclusión

Artículos con fechas publicadas mayor a siete (7) años, artículos incompletos. artículos con datos que no contienen información concerniente al tema de estudio. Y páginas web no verificadas.

Discusión

El consumo de drogas pone en peligro la salud general y mental, especialmente perjudica durante las primeras etapas de la adolescencia. En el 2020, se calculó que 284 millones de personas en el mundo de entre 15 y 64 años, en su mayoría hombres, habían consumido alguna droga en los últimos 12 meses. Lo que equivale aproximadamente el 5,6 %, y representa un aumento del 26 % respecto a 2010, año en que el número estimado de personas que consumían drogas ascendía a 226 millones y la prevalencia era del 5 %. Esto obedece en parte al crecimiento de la población mundial (9).

Las drogas ilegales son los principales contribuyentes al aumento de los asesinatos. En el artículo *Violencias, territorios y tráfico de drogas en América Latina* señala que los mercados ilegales de drogas surgen inevitablemente en el mercado formal y son alimentados por actores convencionales en posiciones clave. Los jóvenes son los eslabones más expuestos de la cadena del tráfico de drogas. Es importante destacar que el consumo de drogas es un problema complejo que está influenciado por una variedad de factores, incluidos los sociales, económicos y culturales. Además, las políticas gubernamentales y las acciones de las fuerzas del orden también tienen un impacto significativo en los patrones de consumo de drogas en la región (10).

Al analizar la información cualitativa, queda claro que en 2020 se produjo un aumento general del consumo de cannabis, que sigue siendo la droga más consumida a nivel mundial, así como un aumento general del consumo de anfetaminas. El consumo de opioides se mantuvo estable en la mayoría de los países. De los 68 países con datos disponibles, las drogas de cannabis son el grupo de drogas que más comúnmente causa el mayor número de trastornos por consumo de drogas en el país, seguido de cerca por los opioides, principalmente la heroína (9).

El análisis del cabello se basa en un esforzado procedimiento que consta de pasos importantes como la purificación y la extracción. En el artículo: *Determination of Drugs of Abuse in Hair by LC-MS-MS: Application to Suicide Attempts Investigation*, señala que para analizar las sustancias sujetas a fiscalización en el cabello se requieren técnicas analíticas sensibles, ya que las concentraciones de estas sustancias son bajas y dependen principalmente de la cantidad de sustancia consumida y el metabolismo del analito. Las técnicas cromatográficas, junto con la espectrometría de masas, representan las

principales herramientas instrumentales para la identificación y cuantificación de sustancias en el cabello, ya que combinan una alta sensibilidad y especificidad (6).

Dicho análisis aporta información sobre la exposición crónica a sustancias lícitas e ilícitas, se obtiene de manera no invasiva, existe menor riesgo de adulteración, mejor almacenamiento, transporte y contribuye a investigaciones forenses ya que aporta con valiosos datos periciales. Considerándose como la principal desventaja los elevados costos y la complejidad de la técnica (5, 6).

Las primeras investigaciones donde se empleó el cabello humano como matriz biológica o toxicológica se remontan a 1858, cuando se determinó la presencia de arsénico en cabellos exhumados 11 años después de su muerte, y hace más de 40 años comenzó a despertar especial interés por el cabello como matriz toxicológica. como alternativa a las tradicionales muestras biológicas en la detección de drogas, sirviendo como complemento a las investigaciones forenses (5).

Al compararse con muestras biológicas tradicionales como sangre, saliva y orina, el cabello humano aporta con una detección larga además es la única muestra que proporciona una información cronológica sobre el consumo de drogas, pudiendo así valorar el periodo de abstinencia de un individuo (6, 11).

El cabello retiene las drogas debido a su capacidad de absorber y retener sustancias tóxicas que se consume o se exponen. Cuando una persona consume drogas las moléculas de estas sustancias ingresan al torrente sanguíneo y son transportadas a los folículos pilosos que nutren el cabello. Allí, las sustancias se depositan en el interior del cabello, específicamente en el córtex, y quedan atrapadas en su estructura.

Una vez la droga se incorpora, permanece invariable durante un tiempo, siempre y cuando ese tipo de cabello no presente algún tipo de tratamiento cosmetológico ya que este hecho altera la matriz queratínica provocando que la concentración de droga varíe, la concentración está relacionada al efecto de la melanina, ya que, las drogas establecen un enlace con esta y se posibilita su retención en el cabello, encontrándose concentraciones mayores en pelos pigmentados (5).

Esparza (12) menciona que las drogas se incorporan en el cabello en diferente medida las anfetaminas y cocaína en mayor medida y con concentraciones más altas; a diferencia de las drogas neutras o ácidas como lo son las benzodiazepinas y cannabinoides. Al ser el cabello un medio biológico de fácil acceso y de difícil alteración lo hace óptimo para determinar sustancias ilícitas, ayudando a la indagación de si la persona tuvo consumos anteriores a la prueba.

La zona óptima para recoger una muestra de cabello es la parte posterior de la cabeza porque tiene una tasa de crecimiento más rápida que el resto y aproximadamente el 85%

de los folículos pilosos se encuentran en fase anágena, estudios señalan que existe mayor concentración de sustancias tóxicas en el vello púbico debido a su crecimiento lento, en comparación al vello presente en las axilas donde la concentración es menor al estar expuestas al sudor constante (5).

Para que el análisis de esta matriz sea correcto es necesario que el cabello tenga una longitud mínima de 1 centímetro, correspondiente a un mes de consumo, pues en el caso de una longitud menor se puede cambiar el análisis. Estudios han demostrado que la cantidad a usar varía desde 20 mg (6), 25 mg (10), 40 mg (12), 50 mg (13) hasta 100 mg (5), todo depende de las técnicas aplicadas y de la cantidad de sustancias tóxicas a determinar, se extraen en metanol.

Para el análisis toxicológico se utilizan segmentos proximales de 0 a 3 cm. Si la longitud del cabello es inferior a 3 cm, se utiliza todo el cabello para el análisis. Las muestras de cabello se lavan dos veces con agua y dos veces con acetona. Después se secan al aire, las muestras de cabello lavado se cortan finamente en trozos de 2 a 3 mm con tijeras. Posteriormente se pesa el cabello en tubos de 2 mL. Se agregan perlas de cerámica (1 mm) antes de agregar 1 mL de disolvente metanol mezclado con los estándares internos. Luego, las muestras se muelen. Posteriormente se centrifugan y se inyecta 5 µL del sobrenadante en el sistema LC-MS/MS (14), todo el procedimiento variará dependiendo de la técnica que se emplee.

En el artículo titulado *Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense* menciona que sustancias sujetas a fiscalización como es el caso de las drogas, el análisis de cabello es un procedimiento de rutina en el ámbito de toxicología forense siendo de gran ayuda ya que tiene una ventaja que es la detección de drogas en el cabello de varias semanas a años (15,16).

Aproximadamente 1 800 muestras de cabello son estudiadas anualmente por el Departamento de drogas del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses de Madrid con la finalidad de probar o descartar el uso de drogas como son: cannabis, cocaína, heroína, anfetamina y derivados; ketamina o fármacos sustitutorios como la (metadona). Su estudio data que más del 88 % de las muestras estudiadas eran de hombres; con una prevalencia de cannabis como la droga que fue, la más consumida con un 54 % seguida de la cocaína con el 49 %, el 17 % y el 14 % la anfetamina y la MDMA; por consiguiente la heroína y metadona con un 10 % y 11 %; concluyendo con ketamina y metanfetamina con menos del 1 %; teniendo en cuenta que de MDEA no se detectó ningún caso en los exámenes realizados en detección de drogas en cabello (15).

Al ser la droga una sustancia nociva para la salud, en el transcurso del tiempo se ha utilizado nuevos métodos para su detección como es el cabello, no muy utilizada tal vez ni conocida por la sociedad debido a que se pensó que solo se puede conocer si una

persona consumió mediante pruebas de orina y sangre. Actualmente diferentes artículos de revistas publican mediante estudios cuales son las que se detectan con mayor prevalencia y los métodos que utilizan para su detección; y las interferencias pueden existir.

Wang y colaboradores, en su artículo, *A Retrospective of Prevalence of Drugs of Abuse by Hair Analysis in Shanghai using LC-MS-MS*, indican que la orina y la sangre son las muestras más usadas pero que su tiempo de detección es más corto y delimitado que las muestras de cabello; siendo este último el método más popular que se utiliza para identificar a personas consumidoras. Su estudio se basó en un total de 5 610 casos en un año en donde realizaron exámenes en cabello para detectar drogas por lo cual la Academia de Ciencias Forenses (AFS) en Shanghái en su investigación descartó 3 897 casos, en cambio 1 713 (30,5 %) de los casos fueron positivos para una o más de las sustancias (14).

El estudio dio como resultado que la metanfetamina (MA) obtuvo un 48 % con un total de 894 casos, el informe dado de la Comisión Nacional de Control de Estupefacientes de China (NNCC) de igual manera dio a conocer que la heroína ha sido reemplazada por la MA con un 56 % siendo la droga de abuso más común en China. El THC con el 14 % fue la segunda droga detectada con mayor incidencia, con menos frecuencia los consumidores de opiáceos representando el 4 %. Las drogas ilícitas conocidas son las más consumidas. En Shanghái se ha popularizado el flunitrazepam y las nuevas sustancias psicoactivas (NPS), complicando la epidemia que ya existía de drogas. La mayor cantidad de muestras positivas en cabello procedían de varones (75 %) (14).

Según los autores (13,14), concuerdan que el método de detección que utilizan para conocer el tipo de droga que consumen es en muestras de cabello debido a su eficacia y largo tiempo de duración cronológico, el consumo de sustancias ilícitas por países cambia y por nivel socioeconómico. El mundo vive una epidemia del uso de sustancias sujetas a fiscalización, su fácil acceso hace posible su uso. El género juega un papel importante para conocer quienes lo consumen; siendo en los hombres mayor la incidencia que en las mujeres.

Manteniendo la misma línea Ji y colaboradores, en su estudio denominado *LC-MS-MS Determination of 88 Psychotropic Drugs in 1 865 Hair Samples from Addicts in Drug Abstinence*, dio a conocer que en el análisis de cabello se puede determinar si el individuo dejó de consumir la droga días anteriores a realizarse el examen en orina. Teniendo como objetivo diferentes fines uno de ellos el monitoreo de abstinencia, ámbito laboral, judicial entre otros. Del total de 1 865 muestras, 129 fueron positivos y gran parte de esta fueron varones con un 78,29 %. Las metanfetaminas y opioides fueron las que tuvieron mayor cantidad de positivos (11).

La determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano es un método forense utilizado para identificar el uso de drogas o sustancias controladas a lo largo del tiempo. Este proceso se basa en el análisis de muestras de cabello, ya que estas pueden retener información sobre las sustancias ingeridas o absorbidas por el cuerpo a lo largo de un periodo extendido. Existen distintos métodos utilizados para la detección de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano (15).

La espectrometría de masas en tándem es sensible y selectividad en la identificación de sustancias, como menciona López Castillo y col. (17) en su artículo, implica la fragmentación y análisis de moléculas en el cabello para identificar compuestos específicos (17).

Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GC-MS) separa los componentes de la muestra y luego los identifica mediante la espectrometría de masas. Es especialmente útil para la detección de drogas como cannabinoides, anfetaminas y opiáceos. En comparación con la espectrometría de Absorción Atómica (AAS) que se utiliza para la detección de elementos metálicos como plomo, cadmio y mercurio que pueden estar presentes en sustancias ilegales. es decir, este estudio puede proporcionar información sobre la contaminación por metales pesados en drogas (17, 18, 19).

Tabatabaei MS, Ahmed M en su estudio menciona que los ensayos inmunológicos, como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), son utilizados para la detección de sustancias específicas. Pueden ser rápidos y sensibles, pero a veces pueden dar falsos positivos debido a la similitud estructural con otras sustancias. El método es una técnica inmunológica ampliamente utilizada para la detección y cuantificación de diversas sustancias, incluidas aquellas sujetas a fiscalización, en muestras biológicas como el cabello humano (20).

Aunque ELISA es una técnica útil, en algunos casos se pueden requerir métodos adicionales de confirmación, como cromatografía de gases o espectrometría de masas, para aumentar la especificidad y la confianza en los resultados, especialmente en situaciones legales o forenses.

Conclusiones

Posterior a la revisión bibliográfica y documental con respecto a Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano., se puede concluir que:

- Sintetizando el estudio de los diferentes autores la muestra idónea actualmente para la detección de sustancias ilícitas es el cabello, ya que se conservan mejor en cada hebra, pudiendo determinar cualquier sustancia toxica en años posteriores a su exposición, siempre que se conserve el cabello, es decir, que no sea cortado o sometido a un tratamiento cosmetológico que altere su estructura. Es importante

destacar que este proceso debe llevarse a cabo en laboratorios especializados por personal capacitado. Además, la interpretación de los resultados debe considerar factores como la posible contaminación ambiental, el uso de productos capilares, y la variabilidad en la tasa de crecimiento del cabello. Este tipo de análisis se utiliza comúnmente en contextos legales, como pruebas de drogas en el ámbito forense.

- Por consiguiente, su alto costo a diferencia de otros métodos de detección con diferentes muestras hace que no sea usado como las demás pruebas. Su consumo no mira clases sociales, género o edad; dependiendo el país donde se encuentre cada persona/ sujeto; obtendrá la sustancia de acuerdo con su ubicación geográfica, el cannabis tiene mayor incidencia en algunos países eso no quiere decir que no se consuma otras drogas conocidas. La mayor población que consume es joven y de género masculino, se estima que 284 millones de personas tienen problemas de drogadicción a nivel mundial
- Para finalizar la determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano mediante diversos métodos de detección es un proceso forense crucial que ofrece una ventana única para evaluar el historial de consumo de drogas de un individuo a lo largo del tiempo. La combinación de técnicas analíticas avanzadas permite identificar y cuantificar sustancias específicas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

1. Ávila R, Ramírez J. Análisis de los factores relacionados con el tráfico de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización. Dominio Las Cienc [Internet]. 26 de enero de 2022 [citado el 7 de marzo de 2024];8(1):610-33. Disponible en: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2515>
2. Ley orgánica de prevención integral. Fenómeno socio económico drogas. Quito; Reforma 13 de agosto de 2020. [citado 7 de marzo de 2024] Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Ley-Organica-de-Prevencion-Integral-del-Fenomeno-Socio-Economico-de-las-drogas-y-de-regulacion-y-control-del-uso-de-sustancias-catalogadas-sujetas-a-fiscalizacion_Ley-0.pdf

3. Hidalgo P. Ingeniería química aplicada en Laboratorio de Criminalística. Revista Skopein [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [citado 7 de marzo de 2024];(22). Disponible en: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/152>
4. Usman M, Naseer A, Baig Y, Jamshaid T, Shahwar M, Khurshuid S. Forensic toxicological analysis of hair: a review. Egypt J Forensic Sci [Internet]. 27 de abril de 2019 [citado 7 de marzo de 2024];9(1):17. Disponible en: <https://ejfs.springeropen.com/articles/10.1186/s41935-019-0119-5>
5. Muñoz G, M A. Análisis de tóxicos en el pelo asociados a adicción en la Región de Murcia. Proyecto de investigación. España: Universidad de Murcia [Internet]. 6 de septiembre de 2021 [citado 7 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/111588>
6. Cardoso M, Lanaro R, Dolores R, Morais D, Arantes A, Oliveira K, et al. Determination of Drugs of Abuse in Hair by LC-MS-MS: Application to Suicide Attempts Investigation. J Anal Toxicol [Internet]. 20 de mayo de 2022 [citado 7 de marzo de 2024]; 46(5):577-81. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/46/5/577/6288373?searchresult=1>
7. Shin D, Kim S, Suh S, Kim J. Simultaneous determination of ethyl glucuronide, cocaine, cocaethylene, and benzoylecgonine in hair by using LC-MS/MS. J Anal Sci Technol [Internet]. 1 de marzo de 2024 [citado 7 de marzo de 2024];15(1):8. <https://jast-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s40543-023-00412-2>
8. Cáceres V, Vázquez C, Lucena M, Sánchez F. Tricología Forense. Primera edición. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021. [citado 7 de marzo de 2024]. Disponible en: http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/obsrepositorio/libros/portadas/71/TRICOLOGIA_FORENSE.pdf
9. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito UNODC. Informe mundial sobre las drogas. Nueva York: León Addie; 2022 [citado 7 de marzo de 2024] Disponible en: https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22_Booklet_2_spanish.pdf
10. Viscardi N, Tenenbaum Gabriel. Violencias, territorios y tráfico de drogas en América Latina. Scielo [Internet]. 01 de diciembre de 2023 [citado 10 de marzo de 2024]; 36(53), 7-14. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0797-55382023000200007

11. Ji J jiao, Xu D, Yan H, Xiang P, Shen M. LC–MS-MS Determination of 88 Psychotropic Drugs in 1,865 Hair Samples from Addicts in Drug Abstinence. *J Anal Toxicol* [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 10 de marzo de 2024]; 47(1):52-8. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/47/1/52/6571670?searchresult=1>
12. Esparza J. El pelo como matriz toxicologica. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses* [Internet]. 2019 [citado 10 de marzo de 2024]; (30),11. Disponible en: https://www.uv.es/gicf/3R1_Esparza_GICF_30.pdf
13. Matey JM, López-Fernández A, García-Ruiz C, Montalvo G, Moreno MD, Martínez MA. Potential of High-Resolution Mass Spectrometry for the Detection of Drugs and Metabolites in Hair: Methoxetamine in a Real Forensic Case. *J Anal Toxicol* [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 10 de marzo de 2024]; 46(1):e1-10. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/46/1/e1/5940493?searchresult=1>
14. Wang X, Cui J, Zhuo Y, Shen B, Zhang S, Liu W, et al. A Retrospective of Prevalence of Drugs of Abuse by Hair Analysis in Shanghai using LC–MS-MS. *J Anal Toxicol* [Internet]. 7 de junio de 2020 [citado 10 de marzo de 2024]; 44(5):482-9. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/44/5/482/5722306?searchresult=1>
15. Burgueño M, Sánchez S, Castro M, Mateos-CR. Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense. *Scielo* [Internet]. 2019 [citado 10 de marzo de 2024];93. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272019000100027
16. Collaguazo E, Lucena M. Matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso con fines de investigación toxicológica forense. *Ciencia Digital* [Internet]. 5 de julio de 2023 [citado 10 de marzo de 2024];7(3):25-37. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2585>
17. López Castillo D, Martínez Brito D, Correa Vidal T, Montes de Oca Porto R. Implementación de una técnica de Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas Triple Cuadruplo para detectar compuestos xenobióticos en muestras de orina para el control del dopaje. *Rev CENIC Cienc Quím* [Internet]. 2020 [citado el 11 de marzo de 2024];51(1):35–48. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24422020000100035&lng=es&tlng=es

18. Miranda L, Alejandra K. Caracterización y análisis de evidencias forenses mediante técnicas no destructivas y análisis multivariado. Chile: Universidad de Chile. 2020 [citado el 11 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185748>
19. Ruiz Salgado S, Rodriguez Lugo V. Arqueología Forense, Quimiometría y el Método Científico. *Tópicos De Investigación En Ciencias De La Tierra Y Materiales* [Internet]. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024];10(10):53–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29057/aactm.v10i10.11311>
20. Tabatabaei MS, Ahmed M. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). *Methods Mol Biol* [Internet]. 2022 [citado el 11 de marzo de 2024];2508:115-134. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/35737237>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones



Identificación humana en cadáveres del Ecuador: avances y desafíos en técnicas forenses

*Human identification in cadavers from Ecuador: advances and challenges
in forensic techniques*

- 1 José Luis Caiza Coello  <https://orcid.org/0009-0006-8032-8963>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo,
Riobamba, Ecuador.
jose.caiza@unach.edu.ec
- 2 Robin David Castillo Parra  <https://orcid.org/0009-0000-9659-7881>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo,
Riobamba, Ecuador.
rdcastillo.fso@unach.edu.ec
- 3 José Gualberto López Pino  <https://orcid.org/0009-0000-0732-0902>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo,
Riobamba, Ecuador.
gualberto.lopez@unach.edu.ec
- 4 Jonathan Estuardo Moncayo Cevallos  <https://orcid.org/0009-0004-4655-6087>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo,
Riobamba, Ecuador.
jonathan.moncayo@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3054>

Cítese:

Caiza Coello, J. L., Castillo Parra, R. D., López Pino, J. G., & Moncayo Cevallos, J. E. (2024). Identificación humana en cadáveres del Ecuador: avances y desafíos en técnicas forenses. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 54-75. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3054>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Identificación Humana, criminalística, ciencias forenses, papiloscopía, odontología forense, genética forense, antropología forense.

Resumen

Introducción. La identificación es un proceso comparativo que tiene como finalidad localizar a la persona desconocida en el universo biosocial conocido. Establecer la identidad de las personas intervinientes en un hecho delictivo, suele ser el detonante de una investigación exitosa, por ende, se requiere de la colaboración de diversas disciplinas forenses y la utilización de tecnologías y métodos actualizados. En el Ecuador, la delimitación de la identidad humana en cadáveres ha dependido de métodos convencionales como la dactiloscopia, la odontología forense y la antropología física; no obstante, la eficacia de estas técnicas se ve comprometida cuando los restos presentan alteraciones post-mortem significativas o cuando los registros comparativos son inexistentes o incompletos. En consonancia con lo expuesto, el problema científico radica en la necesidad de superar las limitaciones de los métodos tradicionales mediante la integración de tecnologías avanzadas y la estandarización de protocolos forenses que sean de acceso general y que den respuesta inmediata al avance social. **Objetivo.** Elaborar una revisión sistemática bibliográfica de las técnicas forenses que se utilizan en la identificación humana de cadáveres en el Ecuador, a fin de establecer los avances y desafíos de estos métodos. **Metodología.** Es cualitativo narrativo, con un tipo o modalidad de investigación según la fuente “documental”, esto por cuanto para el desarrollo de este artículo se recopiló y seleccionó información actualizada de bases de datos científicas, textos y cuerpos normativos relativa a la materia. **Resultados.** Mediante la revisión teórica bibliográfica realizada de varios artículos científicos, libros y cuerpos normativos se pudo obtener en un primer momento, información actual de los métodos de identificación humana en cadáveres que se aplican por parte de los entes encargados en el Ecuador; indagación con la que se pudo realizar precisiones sobre los avances y principales desafíos que atraviesan hoy en día estas disciplinas de la criminalística. **Conclusión.** Los métodos de identificación de cadáveres que se utilizan en el país en la actualidad son variados y dependen en parte de varios factores -estado del cadáver, fragmentaciones o amputaciones de extremidades, entre otras- mas, el que con mayor frecuencia se aplica es “la identificación técnica dactilar”; entendiéndose que también puede utilizarse la genética, la

antropología o la odontología forense, siempre y cuando la primera -método rutinario- no permita la identificación categórica, indubitable e infalible del cadáver. Concerniente a los avances y desafíos de estos métodos, hay que precisar que la mayoría han evolucionado desde sus inicios, incluso están apostando a mejoras desde el enfoque técnico personal, metodológico y tecnológico; pese a lo cual los desafíos deben orientarse a la optimización y celeridad de la mano de la tecnología en relación con el desarrollo social. **Área de estudio general:** Criminalística y Ciencias Forenses. **Área de estudio específica:** Identidad Humana. **Tipo de estudio:** Revisión Bibliográfica.

Keywords:

Human Identification, criminology, forensic sciences, papilloscopy, forensic odontology, forensic genetics, forensic anthropology.

Abstract

Introduction. Identification is a comparative process that aims to locate the unknown person in the known biosocial universe. Establishing the identity of the people involved in a criminal act is usually the trigger for a successful investigation, therefore, the collaboration of various forensic disciplines and the use of updated technologies and methods is required. In Ecuador, the delimitation of human identity in corpses has depended on conventional methods such as fingerprinting, forensic odontology and physical anthropology; however, the effectiveness of these techniques is compromised when the remains present significant post-mortem alterations or when comparative records are non-existent or incomplete. In line with the above, the scientific problem lies in the need to overcome the limitations of traditional methods through the integration of advanced technologies and the standardization of forensic protocols that are generally accessible and that provide an immediate response to social progress. **Objective.** Prepare a systematic bibliographic review of the forensic techniques used in the human identification of corpses in Ecuador, in order to establish the advances and challenges of these methods. **Methodology.** It is qualitative narrative, with a type or modality of research depending on the “documentary” source, this is because for the development of this article, updated information was collected and selected from scientific databases, texts and regulatory bodies related to the subject. **Results.** Through the theoretical bibliographic review carried out of several scientific articles, books and regulatory bodies,

it was possible to obtain, at first, current information on the methods of human identification in corpses that are applied by the entities in charge in Ecuador; investigation with which it was possible to make details about the advances and main challenges that these disciplines of criminology are going through today. **Conclusion.** The methods for identifying corpses that are currently used in the country are varied and depend in part on several factors - the state of the corpse, fragmentation or amputations of limbs, among others - but the one that is most frequently applied is “the technical fingerprint identification”; It is understood that genetics, anthropology or forensic odontology can also be used, as long as the first - routine method - does not allow the categorical, indubitable and infallible identification of the corpse. Regarding the advances and challenges of these methods, it must be noted that most have evolved since their beginnings, they are even betting on improvements from the personal, methodological and technological technical approach; Despite which the challenges must be aimed at optimization and speed with technology in relation to social development.

Introducción

La identificación es un proceso comparativo y reconstructivo que tiene como finalidad localizar a la persona desconocida en el universo biosocial conocido. Este universo es simplemente una colección de individuos que comparten una región, un origen común y características morfométricas y genéticas similares. Este contexto biosocial o población de referencia es la base del proceso de identificación. Una población de referencia está formada por varios individuos que representan ambos sexos, diferentes edades, diferentes orígenes poblacionales, diferentes alturas y una combinación de características individuales (1).

Establecer la identidad de las personas intervinientes en un hecho delictivo, suele ser el detonante de una investigación exitosa, empero, a la inversa, muchos delitos que quedan impunes son aquellos en los que no se puede establecerse la identidad de la víctima o victimario; esto lo sabe bien el delincuente, que logra eludir la justicia, a veces indefinidamente, ocultando deliberadamente el cuerpo, arrojándolo al agua, quemándolo o incinerándolo y enterrándolo en fosas ilegales en lugares poco transitados y de difícil acceso. (2)

Por la razón constante en líneas anteriores, resulta imperioso precisar el significado del término “identidad”, así pues, podemos decir que es el conjunto de cualidades que hacen

que una persona sea quien es y no otra; cada individuo se distingue de los demás por rasgos faciales, rasgos morfológicos, tamaño, sexo racial, sexo, edad, estructura, historia clínica, patologías, etc., que permiten identificarlo inequívocamente.

En la práctica, los Estados jurídicos reconocen la existencia de una persona en el momento en que tiene un nombre legalmente reconocido mediante procesos que deben realizarse durante toda la vida (registro, toma de huellas dactilares, cédulas de identidad). Hoy en día, la cuestión de la identidad es objeto de investigación en las ciencias medico legales, ya sea en relación con la identificación de restos humanos o de individuos vivos. (3)

En el Ecuador, la determinación de la identidad humana en cadáveres no evidencia avances significativos en la implementación de técnicas forenses innovadoras; sin embargo, al presentarse casos de muertes violentas, existen avances que no están exentos de desafíos para poder obtener información o la identificación precisa de cadáveres, especialmente cuando se enfrentan a casos de alta complejidad que involucran cuerpos en estado avanzado de descomposición o restos fragmentados que no son de rápida identificación.

Para ello se puede tomar en cuenta que criminalística conlleva un accionar multidisciplinario, encargado de actuar ante los diferentes casos con las técnicas que corresponde a cada área. En este contexto, se tomaría a la inspección ocular técnica que se encarga de la recolección de indicios y de la toma de huellas obtenidas en una escena, que sirve para cotejar a través del posterior análisis, implementando las técnicas del área de identidad humana. (4)

Históricamente, la práctica forense en Ecuador ha dependido de métodos convencionales como la dactiloscopia, la odontología forense y la antropología física. Estos métodos han proporcionado las bases para la identificación de individuos en contextos tanto legales como arqueológicos; no obstante, la eficacia de estas técnicas se ve comprometida cuando los restos presentan alteraciones post-mortem significativas o cuando los registros comparativos son inexistentes o incompletos. (5)

En consonancia con lo expuesto, el problema científico radica en la necesidad de superar las limitaciones de los métodos tradicionales mediante la integración de tecnologías avanzadas y la estandarización de protocolos forenses que sean de acceso general. Otro aspecto para tener presente es la variabilidad en las condiciones de preservación de los restos humanos y la diversidad genética de la población ecuatoriana que han sido observados como obstáculos adicionales que requieren una atención meticulosa y un enfoque multidisciplinario para su superación.

Por ello, la justificación para la realización de este estudio se centra en la imperiosa necesidad de conocer y proporcionar a la comunidad académica los métodos más

utilizados en el territorio ecuatoriano para obtener una identidad precisa de cadáveres, garantizando así varios derechos humanos y reflejando el compromiso y eficacia del sistema judicial; teniendo presente que el desarrollo de las tecnologías también incide en el ámbito de la criminalística de manera general y en la identidad humana de manera particular, como efecto de lo expuesto, desarrollar técnicas forenses más avanzadas y precisas tiene el potencial de colocar a Ecuador a la vanguardia de la ciencia forense en América Latina.

Finalmente, el objetivo principal de este estudio es realizar una evaluación de los avances y desafíos en las técnicas forenses aplicadas en Ecuador para la identificación de restos humanos, tratando de establecer las mejoras que podría aplicarse en cada método con el objeto de que sean más eficientes, precisos y adaptados a las condiciones y necesidades específicas del contexto ecuatoriano.

Metodología

La metodología utilizada con relación al diseño es cualitativo narrativo, puesto que solamente se realizó un análisis doctrinal del tema; con referencia al tipo o modalidad de investigación, el mismo según su alcance es descriptivo y explicativo -niveles de investigación-, según su tiempo es transversal, según su fuente de datos es documental, según su finalidad es aplicada o práctica y según su enfoque es cualitativa.

El método utilizado es el científico de manera general, y el método deductivo de manera particular, comprendiendo que del tema general se podrán explicar objetivamente las diversas ramas de la ciencia que se utilizan en la identificación humana de cadáveres en el Ecuador.

El Procedimiento a realizarse inicio con la búsqueda y selección de información actualizada de bases de datos científicas, textos y cuerpos normativos relativa a la materia; para en lo posterior recopilarla, analizarla, discutirla, contrastarla y generar así síntesis del conocimiento requerido para el desarrollo de este tema de investigación.

La técnica de investigación empleada es la recolección, examinación y análisis de fuentes documentales bibliográficas de tinte científico, con énfasis en artículos, libros, instructivos, protocolos que desarrollan la temática de este texto -convirtiéndose también en nuestro grupo o población de estudio-; destacando que, en la actualidad, estos temas de las ciencias criminales no han sido muy estudiados en nuestro país.

Los criterios de inclusión fueron documentos de carácter científico publicados en revistas académicas en idioma español, en el periodo 2019-2024, relativos al tema in examine; por otro lado, los criterios de exclusión y eliminación fueron aquellos instrumentos bibliográficos no relevantes, publicados en bases no confiables, con escaso aporte o con información incompleta o repetitiva y sin sustento científico que la respalde.

Identificación primaria.

Esta identificación es presunta u orientativa, pues con la realización de esta, podrá solamente el perito obtener una identidad genérica que está sujeta a comprobación; esto por cuanto, se basa en un reconocimiento que realizan los deudos o familiares directos, o de documentos que portaba el fallecido -cédulas de ciudadanía o identidad, licencias, credenciales, carnets, tarjetas, entre otros- (6).

Importante y trascendental el reconocimiento que deben realizar los familiares, pues son ellos quienes suministrarán información morfológica y fisonómica del cadáver -cirugías, cicatrices, prótesis, piercings, tatuajes, lesiones, heridas- e incluso en algunos casos de la vestimenta y pertenencias que llevaba el occiso la última vez que fue visto por estas personas; ya que estos datos proporcionados se confrontarán con el examen exterior del cuerpo que realice el perito, empero un aspecto fundamental para que prospere este reconocimiento, dependerá en gran parte del estado en el que se encuentre el cadáver, pues si se encuentra en proceso de descomposición -hinchazón, descomposición, putrefacción o esqueletización- o se logra encontrar restos óseos fragmentados, muy difícilmente se podrá llevar a cabo la identificación in examine.

Por ello, en ambos casos -reconocimiento por información de deudos o por documentos personales- la identidad proporcionada debe ser verificada efectuando procedimientos técnico-científicos -métodos rutinarios o no rutinarios, mismos que más adelante se desarrollan a profundidad- que determinen indubitable y categóricamente la identidad específica que le corresponde a un cadáver, pues solamente con estos resultados y con el respectivo hit o mach positivo, se comprende que se ha dado con la identidad del occiso, lo cual contribuirá significativamente en la investigación del caso.

Técnicas forenses en identificación humana en cadáveres a nivel maso, meso y micro.

La identificación humana en cadáveres es una especialidad forense de esencial importancia, que involucra distintos ámbitos de análisis, en donde se pueden asociar con la finalidad de generar avances científicos en correlación a las técnicas de identificación humana en cadáveres, de esta forma se centra en un enfoque macro, meso y micro.

A nivel macro, se toman en cuenta prácticas y protocolos internacionales con mayor empleo como técnica forense, por lo cual se tendrá como referencia países como Estados Unidos, Australia y Reino Unido; por otra parte, a nivel meso se realizará un estudio de las técnicas de mayor actividad en Latinoamérica teniendo como mención a Argentina y México, y desenlazando a nivel micro se dará alusión de manera rauda a las técnicas forenses de Ecuador.

Referente a un enfoque macro, Estados Unidos en cuanto a la identificación humana en cadáveres tiene presente diversas entidades con métodos de avance científico, que en su

investigación realiza una triada entre la recuperación de restos, el análisis en laboratorio y la avenencia de datos. Por ello, las principales entidades son la Federal Bureau of Investigation (FBI), el Laboratorio Forense de ICE HSI y la Oficina de Ciencias forenses de la DEA, acotando que el principal método utilizado por estas entidades - particularmente por el FBI- es la técnica de Dactiloscopia y CODIS. El sistema de índice combinado de ADN es una técnica fundamental para cohesionar las bases de datos de ADN de justicia criminal y el software idóneo para operarlas, lo que permite que los laboratorios forenses comparen perfiles que ya existan en la base de datos nacional para que de esta forma alcanzar la identificación de delincuentes y de diferentes delitos. El proceso inicia cuando se toma un indicio de una escena del crimen, se compara con los perfiles de delincuentes condenados -que se visualicen en la base de datos estatal-, posterior se realiza el proceso de confirmación y una vez que el match comparativo de un resultado positivo se revela la identidad del sospechoso o de la víctima, lo que ayuda a generar detección de pistas ante un crimen. (7)

Por parte de dactiloscopia -que es la ciencia de identificación humana por medio de huellas dactilares- los métodos mayormente utilizados son la comparación de huellas dactilares y análisis en el sistema AFIS; en donde es fundamental mencionar que llega a tener sus limitantes debido a que no se encuentran todos los ciudadanos de Estados Unidos asociados al mismo, por lo que es fundamental el análisis de levantamiento de huellas dactilares, huellas latentes y análisis de marcas en la zona palmar. (8)

Otro método utilizado en Estados Unidos que la consideran una técnica efectiva es la odontología forense. Los especialistas emplean análisis de características dentales únicas, como morfologías, restauraciones y alineación dentales, de esta forma realizan una comparación con una ficha pre-mortem con hallazgos post-mortem. El proceso es determinante en cuanto a durabilidad de los dientes referente a las condiciones ambientales como el calor al igual que la descomposición, esto a su vez permite fijar la hora y tiempo de descomposición del cadáver. De esta manera en referencia a sus avances científicos los odontólogos de Estados Unidos utilizan la bioquímica dentaria conjunto a la biología molecular con la finalidad de determinar la edad del cadáver y su identidad mediante el análisis de ADN pulpar. El proceso de identificación de cadáveres por medio de la odontología forense llega a ser compleja y meticulosa, pues necesita una comparación detallada de registros dentales (9).

Por otra parte, referente a Australia en cuanto a identificación humana en cadáveres una de sus técnicas primordiales es la técnica de Dactiloscopia e isótopos estables. Este método se centra en el principio de que los isótopos de ciertos elementos químicos presentes en los tejidos humanos -como el carbono, el oxígeno y el nitrógeno- pueda generar información fructífera sobre la dieta, la geografía y movimientos que mantenía el individuo durante su vida, lo que permite determinar rasgos del cadáver con la finalidad

de tener indicios de identificación. Este análisis se realiza mediante la composición química de las osamentas y dientes los cuales son tejidos que se forman y remodelan a lo largo de la vida de un ser humano.

Los isótopos de estroncio, se anexiona en el esmalte dental y el hueso a partir de la dieta y el agua que consume una persona, y allí aporta una firma isotópica del entorno social, por lo que esta técnica adoptada en Australia es de vital importancia específicamente en casos en donde no hay registros dentales o de ADN disponibles para la comparación. Este método en Australia es realizado bajo un equipo interdisciplinario que se complementa con antropólogos forenses y arqueólogos, de igual modo, han generado base de datos con la finalidad de realizar comparaciones de firmas isotópicas de diferentes regiones geográficas, lo que permite al especialista identificar a la región origen del occiso e identificarlo. Por ende, este método ha generado una evolución importante en la identificación humana, acoplándose a las nuevas tecnologías con la finalidad de resolver casos de identificación humana complejos (10).

Por último, en Reino Unido las principales técnicas son la dactiloscopia y la genética forense, mediante el análisis de ADN; este país cuenta en sus entidades forenses con el principio del Forensic Science Service el cual fue una agencia gubernamental del Reino Unido dedicada a los servicios forenses en donde se presentaba la recolección y análisis de evidencias para identificación de cadáveres y resolución de casos criminales. Sin embargo, en 2012, el gobierno británico decidió cerrar el FSS debido a contrariedades financieras, pero en la actualidad las entidades como Fuerzas Policiales, Agencia Nacional de Delitos de Gran Bretaña (NCA), laboratorios e instituciones forenses se manejan con este principio, por lo que en una investigación relacionada a identificación lo principal que realizan es el análisis de ADN el cual se enfoca, en la toma de tejidos biológicos, como osamentas, piezas dentales, cabello, uñas y tejido muscular, posteriormente las muestras son comparadas con muestras referenciales de familiares de personas desaparecidas o de igual manera en base de datos que contengan un perfil forense de ADN.

El tratamiento de análisis de ADN para la identificación de cadáveres se centra en varias etapas. Como primer punto, se extraen muestras de tejido del cadáver y se purifica el ADN presente en esas muestras, después se amplifica y se analiza el ADN utilizando técnicas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la electroforesis en gel. Los resultados se comparan con muestras de referencia para determinar si hay una coincidencia genética. Importante, en casos donde no se disponga de muestras referenciales de ADN, el país utiliza técnicas forenses como la dactiloscopia, odontología forense y la antropología forense. Reino Unido busca la innovación tecnológica elevando los estándares de calidad y precisión en cuanto a identificación y conllevar a solucionar casos desafiantes (11).

En cuanto al enfoque meso que en la presente pesquita se vincula con Latinoamérica el principal aporte se centra en Argentina con el estudio de la identidad humana en cadáveres que representa un desafío científico específicamente en casos mediáticos, como por ejemplo en ámbitos relacionados a violaciones de los derechos humanos y desapariciones forzadas. Bajo esta directriz, el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) surge como pieza clave en la identificación de víctimas con la finalidad de conllevarlo a la justicia; se caracteriza por un enfoque interdisciplinario que cohesiona la antropología forense y la genética forense, lo que le permite realizar un análisis integral en la identificación de osamentas humanas, esto a través de técnicas de análisis y procesamiento de muestras, en donde los especialistas se dedican a la restauración de la identidad de los individuos, cuya filiación no se pueda identificar. Además, el laboratorio del EAAF es participe en proyectos internacionales como el Plan Proyecto Humanitario Malvinas y es una de las entidades con mayor confiabilidad en identificación humana en cadáveres con técnicas de antropología forense y genética forense (12).

Aportando una continuidad, México cuenta con varios métodos principales de identidad humana en cadáveres los que se centran en técnicas métricas y antropométricas. Este procedimiento se basa en la medición de dimensiones corporales, como el largo del fémur, la tibia, la circunferencia del cráneo y las extremidades, la recopilación de datos antropométricos permite estimar la estatura del individuo, su edad y su sexo con un alto nivel de fiabilidad, posterior se realiza la aplicación de métodos estadísticos y de comparación con base de datos antropométricos ante-mortem, las cuales contienen información demográfica variada en donde permite una comparación y análisis en identificación forense. Otra técnica que se llega a utilizar en gran magnitud es la odontología forense que emplean técnicas de superposición de imágenes ante-mortem y post-mortem, al igual que en países a nivel macro se toma ADN pulpar del tejido dental blando.

La Dactiloscopia es otra técnica manejada en este país, misma que se apoya en algoritmos de reconocimiento de patrones, centrándose en registros dactilares y su relación en bases de datos forenses, permitiendo una identificación y búsqueda con una mayor ponderación en ser agilizada y confiable.

Asimismo, se toma en cuenta en México, a la radiología mediante la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) con la finalidad de detallar estructuras craneales y dentales, permitiendo la evaluación precisa de características anatómicas y patológicas, y así generar una comparación con registros médicos ante-mortem logrando realizar análisis y comparaciones de identidad humana en cadáveres (13).

Como punto final a nivel micro Ecuador ha ido evolucionando de manera paulatina en temas de identificación humana; asociando distintas disciplinas y métodos. En cuanto a

la cronología histórica desde la época precolombina, las culturas indígenas ya habituaban métodos de preservación en cadáveres, a pesar de ello, con la conquista española se encajaron nuevos métodos y prácticas funerarias hasta el siglo XX, en donde la identidad humana en Ecuador tomo una dinámica con ideales de ciencia. De esta forma en los años 1900s se centra al inicio de técnicas modernas para identificar occisos y así en los años 2000s se adentra la dactiloscopia como método principal de identificación humana, por ende en el siglo XXI desde el 2005 al 2013 se genera una sinergia en cuanto a los métodos de identificación que en base a revisión bibliográfica se toma menciona que la dactiloscopia se utiliza hasta la actualidad relacionada con el sistema AFIS, siendo de gran importancia para identificar cadáveres, como por ejemplo en víctimas de desastres naturales, masacres carcelarias, accidentes, casos de violencia y desapariciones forzadas (14).

Principales métodos de identificación humana en cadáveres del ecuador.

Métodos rutinarios

Un método rutinario es un acervo de pasos o acciones que se ejecutan de manera regularizada y sistémica con la finalidad de resolver un objetivo específico. En donde se llevan procesos en base a protocolos de investigación científica generando estructura y orden permitiendo determinar metas en base a eficiencia y confiabilidad. En referencia a identidad humana en cadáveres el proceso de método rutinario es fundamental desde la inspección ocular técnica recabando información que se pueda apreciar visualmente hasta el método rutinario de mayor enfoque a nivel nacional el cual es la dactiloscopia (15).

Dactiloscopia

La papiloscopia es la ciencia que estudia las huellas dactilares con fines de identificación en donde se ha desempeñado como un método principal en Ecuador. Dentro de esta rama se encuentra la dactiloscopia, que en cuanto a cronología se remonta a mediados del siglo XX en donde se comenzaron a generar identificaciones dactilares en la Policía y sistemas de justicia en el país, hasta la actualidad que ya se han creado laboratorios especializados en el desarrollo de este método complementario en Ecuador, como avance en la integración de sistemas de identificación dactilar como el sistema AFIS, lo que permite una asociación y precisión de las huellas dactilares descifrando delitos e identificando cadáveres.

La relevancia en este país se centra de una manera más extensa que solo a la esfera penal, sino también en otras ramas judiciales como en la civil, que en la actualidad es de gran importancia, por ejemplo, cuando se encuentra un cadáver sin identidad o documentos que permitan identificar al ciudadano se realiza esta técnica, buscando analizar si existe un perfil con esas características en el sistema AFIS, empero, si no se encuentra en este

sistema se procede a la investigación en conjunto al registro civil con la finalidad de cumplir el principio de identidad humana (16).

De la misma manera con respecto a la toma de impresiones dactilares al cadáver que se denomina necrodactilia; los especialistas deben regirse al instrumental básico para la toma de impresiones, y de igual manera deben tener en cuenta materiales tales como: equipo de protección personal, tinta tipográfica negra la cual debe tener una consistencia pastosa y no debe diluirse, rodillo de goma, soporte rectangular de 10x20 cm ya que permite la colocación, expansión de la tinta y el entintado de los dedos, cuchara acanalada, desinfectante, extensor digita, soportes de papel, toallas de papel en z, lupa cuenta hilos y un maletín de polipropileno.

En consecuencia, en función al procedimiento y los requisitos para la obtención de necrodactilia, llevado a cabo por parte de miembros de la Policía Nacional del grupo especialista en papiloscopia y necro identidad, bajo esta consigna los profesionales siguen rigurosamente los siguientes pasos: La verificación sobre la recolección y preservación de indicios asociativos, los cuales deben ser lofoscópicos como no lofoscópicos, en las manos del cadáver esto se realiza por parte de los peritos de Inspección Ocular Técnica, posterior se comprueba la preservación de las evidencias físicas en las manos del cadáver, el cadáver debe colocarse en una posición en decúbito cubito dorsal, se verifican las cualidades del dactilograma natural, consiguiente el experto realiza la asepsia de los diez pulpejos para asegurar la calidad del dactilograma artificial, en donde debe evitar la interferencia con la sangre, humedad y otros elementos externos. Si en el caso se da por utilizar un soporte como una planchuela el profesional deberá emitir tinta centrándose en una reseña dactilar, en donde debe asegurar un entintado uniforme y sin excesos, posterior se prepara la ficha de manera en que estén cinco casilleros, en donde los pulpejos de los dedos en las falanges distales de las dos manos del cadáver serán entintadas, y de esta forma se verifica que el entintado en los dedos sea el correcto, analizando y corrigiendo defectos que se puedan encontrar, bajo la premisa se toman las impresiones uno a uno en el orden que el profesional las entinto, aplicando una leve presión que asegura una transferencia idónea del dibujo, referente al proceso de rodada el profesional utiliza un soporte o cuchara acanalada, asegurándose que cada dedo rueda de extremo a extremo y con esto tener detalladas las crestas papilares.

Referente al procedimiento de toma de impresiones dactilares en los fenómenos cadavéricos, se debe tener en cuenta datos como la causa de muerte, tiempo transcurrido y el estado de descomposición del cadáver. En cadáveres recientes donde no existe un estado de putrefacción se deberá tomar como referencia el procedimiento normal mencionado con anterioridad, por otra parte, si los cadáveres presentan rigidez cadavérica se deberá hacer un proceso para erradicar esta rigidez y que permita la manipulación del cadáver, esto implica realizar fracturas mediante la fuerza en articulaciones como

muñeca, hombro, codo y falanges, mediante movimientos de extensión enérgica en los dedos de manera inalienable, los especialistas manipulan el brazo y el antebrazo del cadáver, estirando los tendones y presionando sobre el dorso de la mano y así los dedos se extenderán. Permitiendo la manipulación eficaz y creando un proceso eficaz de papiloscopia.

Consiguiente en cadáveres que se encuentran en un estado de descomposición cadavérica, se aprecia cambios significativos en el relieve papilar dactiloscópico debido a los fenómenos cadavéricos naturales, los profesionales emplean técnicas para mejorar dicho relieve y de esta forma obtener impresiones dactilares adecuadas. En casos de cadáveres con arrugas epidérmicas, que son parte inicial de la putrefacción, los especialistas sujetan firmemente el dedo por los costados para abultar el tejido, posterior los expertos realizan una incisión subcutánea combinándola con hidróxido de sodio, hidróxido de potasio (1 al 3%), agua destilada, evitando la expulsión y regresión de fluidos. Y al retirar la aguja el pulpejo estará listo para ser digitalizado.

En cadáveres en avanzado estado de descomposición, los expertos realizan una inspección visual de dígitos determinantes que son asociados al desprendimiento de la epidermis, la cual puede ser parcial o total, en casos en donde el desprendimiento es parcial, el profesional busca despegar completamente la epidermis utilizando estilete o bisturí y se abomba la yema del dedo mediante la inyección de líquidos. De esta forma si la epidermis se adhiere al dorso del dedo, el experto recorta tejido epidérmico el cual ha sido preservado en el dactilograma natural, si esta adherido a la uña procederá a desprender con movimientos oscilatorios. Y así se crea la técnica del guanteleto epidérmico esta técnica consiste en limpiar, secar y fijar el tejido dérmico con etanol, luego se coloca el guante epidérmico en la mano del especialista, entintándolo y tomando las debidas impresiones dactilares para registrarlos en la tarjeta decadactilar. De igual manera se pueden emplear otras técnicas como el dedal epidérmico, en donde el especialista extirpa la segunda falange y se desprende de igual manera la tercera falange, posterior se sumerge los dedos en agua hirviendo con la finalidad de invertirlos antes de tomar impresiones, cuando existen casos en donde la epidermis este desgastada o perjudicada se provoca su desprendimiento con la finalidad de aprovechar la cara interna epidérmica (17).

Así pues, en cadáveres momificados o petrificados los especialistas policiales del grupo de papiloscopía y necro identidad aplicarán métodos específicos, el método utilizado es la rehidratación de tejidos el cual se enfoca en la colocación de una pieza anatómica en un contenedor acrílico con agua bidestilada o tridestilada, agregan hidróxido de amonio, bicarbonato de sodio y glicerina esto con la finalidad de suavizar y desinfectar tejidos orgánicos, posterior se retira la pieza y se higieniza con sablón, el proceso se repite hasta conseguir una idónea rehidratación de tejidos dérmicos. (18)

Métodos no rutinarios

Un método no rutinario hace alusión a un enfoque poco convencional que se complementa y también genera soluciones como un método rutinario. Estos métodos se centran en el planteamiento de técnicas fuera de lo común, el pensamiento lateral, la experimentación y la creatividad para alcanzar resultados y resolver problemas planteados, en la identidad humana de cadáveres del Ecuador el método rutinario es la dactiloscopia, pero como complemento o método no rutinario en Ecuador se encuentra la genética forense, odontología forense y la antropología forense (19).

Genética forense

La genética forense en Ecuador es una herramienta no rutinaria crucial ante la identificación de cadáveres, esta técnica se basa en la extracción de ADN, el incremento mediante PCR y el análisis de STR con la finalidad de establecer una identidad genética. El proceso en Ecuador inicia con la convalecencia y documentación de los restos, el siguiente paso es la extracción de ADN de tejidos resistentes a la degradación, como osamentas o capilares. Posterior a la cuantificación y amplificación del ADN, se procede al análisis de los STRs de esta manera el especialista genera una perfilación genética, que funciona en comparación con muestras referenciales en bases de datos nacionales.

La presente técnica de igual manera permite en la investigación criminal, en donde el ADN recolectado en una escena del crimen puede vincular o exonerar a un sospechoso, he ahí la relevancia en la resolución de casos de individuos desaparecidos y determinaciones de relación familiar ante imputaciones legales. La fiabilidad de la genética forense se centra en la cantidad de muestra y del mantenimiento de cadena de custodia, lo que conlleva al seguimiento de protocolos estrictos por parte del equipo forense ecuatoriano (20).

Antropología forense

En Ecuador la antropología forense es una disciplina científica interdisciplinaria que cumple factores en identificación y análisis de osamentas humanas, en donde su importancia se enfoca en la capacidad de proporcionar datos y respuestas en casos de individuos desaparecidos, de crímenes y desastres masivos. De este modo esta técnica contempla la búsqueda de justicia y respeto de los derechos humanos.

Al pasar de las generaciones, la antropología forense ha generado gran impacto en el contexto ecuatoriano, debido a convenios internacionales, organizaciones como la EAAF han colaborado con la finalidad de aportar conocimientos, tecnología y métodos idóneos para conllevar un caso.

Una técnica empleada en el país es la osteología que es un análisis detallado de osamentas que determina características como la edad, sexo, estatura y el ancestro del individuo, permitiendo verificar además la estimación de tiempo de muerte, mediante los signos en los restos, como por ejemplo la descomposición ósea y tisular. Posterior similar a la técnica de genética forense se realizan perfiles genéticos comparándolos con base de datos para confirmar la identidad del individuo.

Por último, los expertos realizan la reconstrucción facial, y se crea un trabajo interdisciplinario combinando técnicas artísticas y científicas para crear una apariencia física a base de osamentas del occiso. De manera puntual a pesar de los avances conllevados en Ecuador con relación a la antropología forense existen aún deficiencias como la falta de profesionales en el área, por lo que el país pasa por desafíos vinculados a esta ciencia. (21)

Odontología forense.

La odontología forense en Ecuador desencadena aspectos relevantes en compromiso a la identidad humana vinculadas a otras disciplinas de la criminalística asociándose con la radiología humana, genética forense y antropología forense; con la finalidad de identificar cadáveres.

La odontología forense es un método no rutinario que ha beneficiado en casos como individuos incinerados, desastres masivos, masacres carcelarias y criterios en donde exista un alto grado de descomposición de los tejidos; los métodos de odontología forense se centran en la comparación de registros ante-mortem con hallazgos post-mortem, la ortodometría que ayuda a medir estructuras dentales, evaluando prótesis dentales personalizadas, en conjunto a radiología forense y necropsias bucales detalladas aportan información valiosa para la identificación humana en cadáveres.

El procedimiento de identificación se enfoca en la dentición y características dentales distintivas, posterior se realiza un match comparativo, en casos en donde los restos se hallen en condiciones extremas, como quemaduras graves o descomposición avanzada, la labor del odontólogo forense es la toma de ADN de la pulpa dental, aportando una identificación detallada y fiable. Al igual que la antropología forense la odontología forense enfrenta varios desafíos como la falta de registros dentarios actualizados ante-mortem. (22)

Discusión

En el ámbito judicial ecuatoriano, la Fiscalía General del Estado dirige el Sistema Integral de Investigación, Medicina Legal y Ciencias Forenses, conformado por dos subsistemas: uno orientado a la investigación operativa de delitos de acción pública y otro dedicado a la investigación técnica y científica en medicina legal y ciencias forenses. El segundo

subsistema, compuesto por el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y la Dirección Nacional de Investigación Técnico-Científica de la Policía Nacional, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de procesos judiciales al proporcionar experticia técnica y científica. Para garantizar la calidad de sus actividades, es imperativo que sus intervenciones cumplan con estándares de calidad definidos. (23)

De esta manera la calidad, en este contexto, se entiende según la Norma ISO 8402 como el conjunto de propiedades y características de un servicio que le confiere su capacidad para satisfacer necesidades expresadas o implícitas. Por lo tanto, es esencial que la práctica pericial cumpla con ciertos requisitos esenciales para alcanzar estándares de calidad. Estos requisitos incluyen: la disponibilidad de personal técnico y calificado a nivel nacional, la provisión de equipos y materiales técnicos adecuados para cada área, el desarrollo de herramientas metodológicas que estandaricen el trabajo forense y la implementación de soluciones tecnológicas que optimicen la gestión de datos y la búsqueda de coincidencias.

En relación con el método dactiloscópico, se cuenta con personal policial distribuido a nivel nacional y equipamiento adecuado para cubrir los requerimientos judiciales. En cuanto al método odontológico, se está incorporando personal especializado y se están adquiriendo los equipos necesarios para su implementación. Los métodos antropológico y genético, por otro lado, han sido desarrollados durante varios años y cuentan con el equipo y material necesario en los laboratorios de Quito y Guayaquil. (24)

Para alcanzar estándares de calidad, se han establecido herramientas metodológicas específicas, como instructivos y protocolos, que guían el trabajo pericial. Sin embargo, el requisito más costoso y desafiante implica el desarrollo de soluciones tecnológicas para gestionar datos de manera eficiente y automatizar procesos de búsqueda.

En este contexto, el método dactiloscópico cuenta con un sistema AFIS "Criminal" que necesita integrarse con el sistema "Civil" del Registro Civil, Identificación y Cedulación para mejorar su eficacia. El método genético cuenta con una base de datos de perfiles genéticos que está siendo mejorada con un nuevo software en colaboración con la Fiscalía General del Estado. (25)

Por último, es fundamental que los métodos utilizados en Ecuador en el ámbito forense cumplan con estándares de calidad para garantizar la solidez técnica de los resultados. Mientras que algunos métodos, como el dactiloscópico, el antropológico y el genético, muestran un progreso significativo en este sentido, el método odontológico aún está en proceso de implementación en el país.

Conclusiones

- La identidad es el conjunto de características -morfológicas, fisionómicas- que hacen que una persona sea distinta y se diferencie de las demás de su especie, pero siendo solo igual a sí misma. Por consiguiente, a fin de establecer la individualidad de una persona, se utiliza a la identificación, entendida como la acción de reconocer a una persona a través de la imagen que llevamos estereotipada en nuestra memoria, o por medio de métodos técnico-científicos.
- Los métodos de identificación de cadáveres que se utilizan a nivel maso y meso son variados y dependen en parte de varios factores para su aplicabilidad en los distintos espacios territoriales. Pese a lo cual, a nivel micro, los principales métodos que se utilizan en el Ecuador de conformidad con la investigación documental realizada se han dividido en rutinarios y no rutinario -esto tomando en cuenta el uso cotidiano de una determinada o determinadas ramas de la criminalística-, siendo el más aplicado “la identificación técnica dactilar”; no obstante, sustancial tener presente que la aplicación de este método dependerá del estado en el que se encuentre el cadáver y no siempre va a ser la regla, existirán supuestos fácticos en los que se prescindiera de este método y sea necesario utilizar la genética, la antropología o la odontología forense.
- Las técnicas de identificación humana de cadáveres más utilizadas en el Ecuador poseen ciertas limitantes que se traducen en desafíos a la hora de ejecutarlos, por ello, se han generado ciertas consideraciones desde el enfoque de personal técnico, provisión de equipos, materiales y de herramientas metodológicas que podrían entenderse como los avances que facilitarían la identificación de cadáveres. Debido a lo manifestado, la dactiloscopia, antropología y genética evidencian un progreso considerable, por otro lado, la odontología forense, se encuentra en desarrollo; pese a aquello, los desafíos de estos métodos deben apuntalar al ámbito tecnológico a fin de optimizar la gestión y búsqueda de datos de identificación con la aplicación de conocimientos de la nueva era digital.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado, que pueda repercutir en la transparencia, calidad, integridad y objetividad de la información entregada, esto por cuanto, fue obtenida de documentos bibliográficos de acceso libre en la web.

Declaración de contribución de los autores

Los autores contribuyeron en partes iguales en el desarrollo del presente artículo, es decir formularon el tema, delimitaron el problema, realizaron la recolección inicial de

información, la analizaron, desarrollaron la redacción del marco teórico plasmando los datos de trascendencia para el tema en estudio, presentaron los resultados y las conclusiones de conformidad con el enfoque que buscaban dar a la investigación, así mismo, realizaron las correcciones necesarias a fin de proceder con la publicación.

Referencias bibliográficas

1. Maza LM de la. Reconocimiento e identidad de género. Veritas (Valpso, Impresa) [Internet]. 2021 [citado el 11 de 1marzo de 2024];(48):103–20. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-92732021000100103&script=sci_arttext&tlng=en
2. Navarro A. ¿Qué es la identificación humana en el ámbito forense? [Internet]. Centro de Especialistas Forenses Aníbal Navarro. 2019 [citado el 11 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://centrodeespecialistasforenses.com/que-es-la-identificacion-humana-en-el-ambito-forense/>
3. Valera-Hurtado EE. Alcances de la Antropología Forense en el Contexto del Derecho Internacional. Artículo de Revisión. Forenses [Internet]. 2022 [citado 2024 mayo 27]; 6:77-106. Disponible en: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/mforenses/article/view/1244>
4. Suárez Llanos ML. La identidad y el género del Derecho frente al derecho a la identidad de género. An Cátedra Fr Suárez [Internet]. 2020 [citado 2024 mayo 27]; 54:175-202. Disponible en: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/acfs/article/view/9498>
5. Arregui Reyes RJ, Bazantes Poveda MY, Corral Calderón GX. La Criminalística como ciencia y su importancia en la legislación penal ecuatoriana: Criminalistics as a science and its importance in Ecuadorian criminal legislation. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades [Internet]. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024];4(6):1393–407. Disponible en: <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1531>
6. Ramirez Duran J. Identificación de Cadáveres y Aplicaciones en Radiología Forense. 2021 [citado el 11 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44958>
7. Palacios C. La identificación chilena: vanguardia y divulgadores de la dactiloscopia en América Latina, 1918-1953. 2022 [citado el 11 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/195245>
8. Triverio SC, Márquez MC. La necesidad del intercambio transfronterizo de datos genéticos con fines de investigación criminal en América Latina: retos

- para su implementación. Rev Esp Med Leg [Internet]. 2022;48(4):158–65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.reml.2022.03.001>
9. Cardenas P, Victoria M. Odontología forense una propuesta para Colombia desde el sistema odontológico de datos de estados unidos. 2021 [citado el 11 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/20940>
 10. Sandoval Ramos BP, Tessone A, de Zela PM. El uso de isótopos estables como herramienta en la identificación de restos humanos sin identidad: una propuesta de trabajo para el período de 1983 al presente. Publicar Antropol Cienc Soc [Internet]. 2022 [citado el 11 de marzo de 2024];32:7. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/219440>
 11. Catoggio MS. Nombrar a los desaparecidos: verdad, justicia y sentido histórico en el trabajo del Equipo Argentino de Antropología Forense. Av Cesor [Internet]. 2021 [citado el 11 de marzo de 2024];18(25):13–4. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S2422-65802021000200013&script=sci_arttext
 12. Giannotti PS, Mansegosa D, Marchiori J, Fernández Aisa C. Desarrollo de estándares metodológicos regionales para la investigación antropológica forense: primera colección osteológica documentada contemporánea del Centro-Oeste del país (Mendoza, Argentina). Intersecc Antropol [Internet]. 2022 [citado 2024 mayo 27];(Especial 1):81-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179575351008>
 13. Page H, Horsman G, Sarna A, Foster J. A review of quality procedures in the UK forensic sciences: What can the field of digital forensics learn? Sci Justice [Internet]. 2019;59(1):83–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2018.09.006>
 14. Eche Salvatierra RA, Martinez Chavez RE, Cedeño Cedeño MA. Importancia de la medicina legal y forense en la investigación de hechos violentos. RECIAMUC [Internet]. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024];7(2):544–56. Disponible en: <https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1140>
 15. Estrella AEB. Método experimental para la obtención de polvo magnético a partir de arenas ferruginosas para el revelado de impresiones papilares latentes. INNOVACIÓN & SABER [Internet]. 2021 [citado el 11 de marzo de 2024];3(3):76–82. Disponible en: <https://innovacionysaber.isupol.edu.ec/index.php/innovacion/article/view/98>

16. Pico PEE, Lema BJC, Zurita DFG. Elementos de criminalística en la formación de profesionales del derecho: un ejemplo de análisis crítico para estudiantes. Conrado [Internet]. 2023 [citado 2024 mayo 27];19(92):510-9. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3073>
17. Gutierrez Sánchez PL, López Camarena LM, Rodríguez Sánchez E, Iñiguez Basulto AK, Rodriguez Martinez MI. Método de Rehidratación de Tejidos Blandos Presentes en Cadáveres Momificados y Procesos de Reversión de Putrefacción. Ciencia Latina [Internet]. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024];7(5):6609–22. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8247>
18. Veloza A, Jose D. Importancia de la dactiloscopia en la identificación de cadáveres. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54148>
19. Castillo-Páez JA, Villasmil-Suárez LG, Guada-Melet NV. Rasgos antropométricos craneofaciales de interés odontológico forense en la estimación de sexo, grupo étnico y edad. Revisión de la literatura. Rev Cient Odontol [Internet]. 2021 [citado el 11 de marzo de 2024];9(1):e047. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/view/830>
20. Penacino G, Penacino A, De la Luz Martínez I. Resultados del ejercicio de control de calidad externo 2023 de la Sociedad Latinoamericana de Genética Forense. Rev Cienc Forenses Honduras [Internet]. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024];9(2):25–30. Disponible en: <https://camjol.info/index.php/RCFH/article/view/17033>
21. Almeida JF, Burbano GE. La obligatoriedad del peritaje antropológico en todos los casos penales que involucren nacionalidades indígenas en el Ecuador. Rev Skopein [Internet]. 2019 [citado el 11 de marzo de 2024];0(20). Disponible en: <https://www.skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/132>
22. Itamar TCV, Pastillo FR. La odontología forense como aporte en el proceso de identificación humana en Ecuador. INNOVACIÓN & SABER [Internet]. 2022 [citado el 11 de marzo de 2024];5(1):47–52. Disponible en: <https://innovacionsaber.isupol.edu.ec/index.php/innovacion/article/view/133>
23. Ceballos Toala LA, García Marín VV, Cortez Jalca GA, Espinoza Barreiro SG. Medicina general y medicinal legal. Anál comport las líneas crédito través corp financ nac su aporte al desarro las PYMES Guayaquil 2011-2015 [Internet]. 2023 [citado el 12 de marzo de 2024];7(1):629–39. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/2000>

24. Ministerio de Gobierno – Responsable de velar por la gobernabilidad de la nación, la paz y seguridad ciudadana, el mantenimiento del régimen democrático y el irrestricto respeto a la Constitución y a los Derechos Humanos [Internet]. Gob.ec. [citado el 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/>
25. Cabrerizo Medina EM, Irurita Olivares J, Martos Fernández R, Alemán Aguilera I. Need for a Consensus of Best Practices for the Identification of people dead at sea, at our border. Cuad Med Forense [Internet]. 2023 [citado el 27 de mayo de 2024];26(2):81-5. Disponible en: https://cuadernosdemedicinaforense.com/wp-content/uploads/2023/2602/pdf/cm2602_org02.pdf

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.






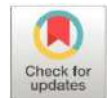
Indexaciones



El uso de la dactiloscopia como técnica forense para la identificación y sanción de delitos relacionados con la delincuencia organizada

The use of fingerprinting as a forensic technique for the identification and punishment of crimes related to organized crime.

- ¹ Lady Fernanda Arias Garofalo  <https://orcid.org/0009-0004-7560-7445>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
fer.arias94@gmail.com
- ² Erika Azucena Chucad Paca  <https://orcid.org/0009-0006-6621-0555>
Maestría en Salud, Universidad Regional Autónoma de los Andes, Riobamba, Ecuador.
erikaazucenachucadpaca@gmail.com
- ³ Janneth Estefania Parra Corro  <https://orcid.org/0009-0007-5979-1272>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
parraj.estefania@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3055>

Cítese:

Arias Garofalo, L. F., Chucad Paca, E. A., & Parra Corro, J. E. (2024). El uso de la dactiloscopia como técnica forense para la identificación y sanción de delitos relacionados con la delincuencia organizada. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 76-90. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3055>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Medicina legal o forense, dactiloscopia, crimen organizado, identificación, delincuencia

Resumen

Introducción. Los grupos de delincuencia organizada, algunos con ramificaciones internacionales, se han convertido en un problema de Estado, tanto en Ecuador, como en otros países. Ello exige a los cuerpos de seguridad y de policía utilizar los conocimientos propios de la medicina legal o forense para maximizar la eficacia en la identificación de los culpables de los delitos y así permitir a la justicia sancionarlos. Entre los principales recursos de la medicina forense se encuentra la dactiloscopia como disciplina de gran efectividad. **Objetivo.** Elaborar un estado de la cuestión del uso de la dactiloscopia como técnica forense para la identificación y consecuente acción de la justicia en la sanción de delitos relacionados con el crimen organizado. **Metodología.** Investigación básica, cualitativa, de alcance exploratorio, mediante una revisión documental y bibliográfica de artículos científicos, tesis académica y otras publicaciones sobre el tema. **Resultados.** La delincuencia organizada es una realidad que se ha extendido por todo el continente americano, con ramificaciones en todo el mundo. Sus raíces se hunden en complejas situaciones sociales en los países, así como su desarrollo abarca una gran variedad de actividades, entre las cuales destacan las situaciones de sicariato, secuestro, tráfico de personas, narcotráfico, extorsión y otros. En ese contexto, el uso de las disciplinas auxiliares de la medicina forense, especialmente de la dactiloscopia, se ha convertido en un instrumento de alta eficacia para la identificación de los infractores y en la sustanciación de los expedientes ante la justicia penal. **Conclusión.** La identificación de los responsables de los delitos atribuidos al crimen organizado es una tarea central en la sustanciación de los expedientes para la justicia penal. Para ello, los especialistas en medicina forense poseen las poderosas herramientas que aporta la dactiloscopia, que ha sido clave en el esclarecimiento de muchas situaciones delictivas. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Medicina legal o forense

Keywords:

Legal or forensic medicine, fingerprinting,

Abstract

Introduction. Organized crime groups, some with international ramifications, have become a State problem, both in Ecuador and in other countries. This requires the security and police forces to use

organized crime,
identification,
delinquency

the knowledge of legal or forensic medicine to maximize the effectiveness of identifying the perpetrators of crimes and thus enable the justice system to punish them. Among the main resources of forensic medicine is dactyloscopy as a highly effective discipline. **Objective.** To elaborate a state of the issue of the use of fingerprint as a forensic technique for the identification and consequent action of the justice system in the punishment of crimes related to organized crime. **Methodology.** Basic, qualitative, exploratory research, through a documentary and bibliographic review of scientific articles, academic these and other publications on the subject. **Results.** Organized crime is a reality that has spread throughout the Americas, with ramifications around the world. Its roots sink into complex social situations in the countries, and its development covers a wide variety of activities, among which the situations of sicariato, kidnapping, human trafficking, drug trafficking, extortion and others stand out. In this context, the use of the auxiliary disciplines of forensic medicine, especially dactyloscopy, has become a highly effective tool for the identification of offenders and for the substantiation of criminal justice records. **Conclusion.** The identification of those responsible for crimes attributed to organized crime is a central task in the preparation of criminal justice files. To do this, forensic medicine specialists have the powerful tools provided by dactyloscopy, which has been key in clarifying many criminal situations.

Introducción

El proceso conocido como “globalización” ha significado la tendencia a la apertura de los mercados y la flexibilización de las fronteras nacionales para lograr, en lo posible, el libre flujo de capitales, mercancías y mano de obra. Lamentablemente, ha permitido también la extensión multinacional de la delincuencia organizada que, aun cuando ya era una realidad que afectaba a muchos países desde antes de la Guerra Mundial, hoy tiene desarrollos nuevos en regiones determinadas, como es el caso de América Latina, donde ha ocasionado situaciones muy problemáticas que han sido atendidas con diversas políticas, incluida la obligación de imponer en ocasiones los estados de excepción.

Las transformaciones económicas y geopolíticas traídas por el proceso de globalización o mundialización han llevado a nuevas turbulencias, riesgos y amenazas. Estos cambios se observan también en la delincuencia que ha entrado, desde hace años, en una nueva

evolución en cuanto a organización, utilización de las nuevas tecnologías y modalidades de delito que involucran, muchas veces, funcionarios de los Estados, para adaptarse al cambiante entorno actual y así profundizar sus actividades ilícitas, para evitar la pérdida de competitividad y eficacia. Es preciso entonces atajar tempranamente esas amenazas, cuya peligrosidad tiende a ir en un aumento vertiginoso. El riesgo de proliferación crece constantemente, multiplicando su capacidad de acción y, por ende, el daño desestabilizador, más aún cuando se hace efectiva la tendencia a disolver las fronteras (1).

Estas nuevas realidades exigen la capacitación actualizada de los funcionarios de la justicia y el perfeccionamiento de sus conocimientos e instrumentos para realizar tareas propias del combate con el crimen, entre las cuales se cuentan las disciplinas que se engloban en el término de medicina legal o forense. Esta disciplina comprende todos aquellos conocimientos médicos y biológicos que puedan aplicarse en el esclarecimiento de los crímenes y la sustanciación de expedientes para la acción de la justicia en la sanción de los responsables. Esto abarca tareas como la identificación de sujetos (cadáveres o no), detalles fisiológicos o anatómicos pertinentes, autopsias y necropsias, entre muchas otras.

Existen divergencias en relación a si la medicina legal es equivalente de la medicina forense, o esta última está incluida en aquella. Hay propuestas de que una definición amplia de medicina legal guíe la confección de los planes de formación profesional de los médicos, abarcando esta materia aspectos como la naturaleza de la relación médico-paciente (consentimiento informado, confidencialidad); regulaciones nacionales o locales de la práctica de la Medicina; financiamiento y expedición de servicios de salud; responsabilidad por los actos de personas que no son médicos y de los compañeros y empleados de los hospitales; así como problemas como la definición de la muerte, trasplantes de órganos, tratamiento de menores, servicios de emergencia, asesoramiento genético, preparación y presentación de evidencia médica, uso de nuevas medicinas y procedimientos y reacciones secundarias a medicamentos o tratamientos que requieren de principios legales. Así, la Medicina Legal debe conocer, analizar, interpretar y enseñar correctamente las guías y normas técnicas que rigen el ejercicio de la medicina en el ámbito médico-asistencial, las normas jurídicas en las que se establecen conceptos o razonamientos que delimitan ese ejercicio y los principios éticos (2). Se puede asumir la definición de Medicina según la cual, esta es la aplicación de las ciencias médicas a la ilustración de los hechos investigados por la justicia (3).

La medicina forense, por su parte, sería aquella parte de la Medicina Legal que apoya específicamente la labor criminalística en la identificación, determinación de aspectos médicos o biológicos pertinentes a la sustanciación de los expedientes criminales y el esclarecimiento de los hechos delictivos, y otras cuestiones relativas. En otras palabras, la medicina forense es un área multidisciplinaria cuyo objetivo es buscar, detectar y analizar evidencias, las cuales sustentarán la validez probatoria de los dictámenes

periciales realizados, para aportar la suficiente solidez como para que la autoridad respalde una acusación y/o pruebe un hecho delictivo, con demostraciones científicas de las circunstancias de tiempo o forma. De esa manera, la Medicina Forense ejerce su máxima influencia en el ámbito del derecho penal (4).

La medicina forense, a su vez, agrupa varias subdisciplinas como la tanatología, o estudio médico y legal de la muerte, la toxicología, o saberes sobre sustancias que afectan al cuerpo humano, y herramientas, como la dactiloscopia, fundamental para la identificación de los cuerpos, sean vivos o muertos. Según el programa de estudios de la Universidad Complutense de Madrid (5), las destrezas profesionales que debe incorporar el médico forense se encuentran: la práctica de autopsias, interpretación de hallazgos y correlaciones de causas y mecanismos de muerte, las técnicas propias de policía sanitario-mortuoria, el manejo de la instrumentación científica y principales técnicas de toxicología y policía científica, así como el afrontamiento y resolución eficaz de la prueba pericial en el sujeto vivo y la sistemática de gestión de servicios de Medicina Legal. Los contenidos incluyen a) Derecho Médico y Legislación Sanitaria, b) Deontología Profesional Médica y Ética Clínica, c) Tanatología, d) Patología Forense, e) Medicina Legal del Trabajo, f) Psiquiatría Forense, g) Sexología Forense y Medicina Legal de la Familia, h) Criminalística, i) Toxicología y j) Medicina Legal de los Seguros.

En ese contexto, la dactiloscopia es un método de identificación de personas, auxiliar de la criminalística, basado en estudios y clasificaciones de las huellas presentes en los pulpejos de los dedos de las manos. El conocimiento que fundamenta esta herramienta de la medicina forense es que esas huellas dactilares son exclusivamente individuales, con características únicas e irrepetibles (6).

Objetivo

Valorar la utilidad de la dactiloscopia en la identificación de los sujetos en el marco de la investigación criminalística, propia de la medicina forense, es importante para su utilización sistemática y eficiente por parte de los profesionales multidisciplinarios que combaten el crimen organizado. Por eso, el objetivo del presente artículo es elaborar un estado de la cuestión que brinde elementos de consulta y ampliación de conocimientos para la aplicación en la investigación penal.

Metodología

Esta investigación fue de enfoque cualitativo y alcance explorativo, de tipo básico, usando una revisión documental y bibliográfica que consideró artículos en revistas científicas, informaciones de en medios de comunicación de amplia credibilidad, tesis académicas de nivel de postgrados y libros acerca de la materia general de la Medicina Legal o Forense.

Se organizó la información, datos, conceptos y explicaciones, de acuerdo a un orden deductivo, es decir, de lo general a lo particular, partiendo de consideraciones disciplinarias generales, para ir acotando el foco de atención hacia la problemática específica del uso de la dactiloscopia en la investigación criminal en el marco del combate de la delincuencia organizada global y en Ecuador.

Resultados

Ecuador ha sufrido en los últimos tres años, un incremento significativo de las actividades de la delincuencia organizada, notable en el aumento de muertes violentas por sicariato en provincias tales como Guayas, Manabí y Esmeraldas. Algunos analistas señalan como factores que explican esta problemática la ubicación geográfica del país, por su acceso directo al mar Pacífico, así como su cercanía con centros productores (Colombia) y consumidores (Estados Unidos) de drogas. También se señala como aspectos importantes el crecimiento de las organizaciones criminales en los propios centros penitenciarios, la migración indiscriminada y hasta la emergencia sanitaria del COVID 19 (7).

Como una fecha importante en esta lamentable historia, hay que recordar que el 9 de enero de 2024, a raíz de una declaración que solo se podía interpretar como de guerra de parte de voceros del crimen organizado, una fuga importantes de los centros penitenciarios y la toma de un canal de televisión, además de hechos violentos en las calles de las principales ciudades del país, el presidente de Ecuador, Daniel Noboa, declaró la existencia de un estado de conflicto armado interno y ordenó a la Policía y las Fuerzas Armadas a contener las agresiones de los delincuentes.

Especialistas, como el doctor Fernando Carrión (8), han investigado lo que caracterizan como “la red global del crimen”, y explican que el proceso de transnacionalización de la delincuencia organizada tiene como hito importante la aplicación del “Plan Colombia” en 1999, el cual contribuyó a la cancelación de los carteles tradicionales del narcotráfico, y el surgimiento y extensión de las llamadas “bandas criminales” que se desplazaron entonces a los países cercanos de los Andes suramericanos: Ecuador, Venezuela, Panamá e incluso Perú y Chile. El siglo XXI trajo consigo otros factores: la agudización del flujo migratorio en el cual crecen las organizaciones de tráfico de personas, la emergencia de los carteles mexicanos y lo que Carrión (8) denomina “división internacional del trabajo criminal” en la producción y distribución de drogas diversas, así como el incremento de las inversiones con dinero lavado, lo cual convierte en un gran holding multinacional a estas organizaciones delincuenciales. Para el especialista Carrión, 2017 (8) es un momento importante en esta evolución porque esa red global entra en contacto con grupos locales y se producen cuatro condiciones nuevas: la mejora de las estructuras organizativas nacionales para lograr monetizar la droga, el incremento del consumo nacional de esas sustancias, el lavado de dinero se dispara en grandes inversiones y el

crecimiento de los conflictos armados entre las organizaciones criminales por territorios y mercados, lo cual naturalmente incrementa la violencia generalizada.

El lavado de dinero se realiza de múltiples maneras, pero destacan actividades como el turismo, los sectores inmobiliarios y financieros, y el intercambio y minado monedas electrónicas virtuales. Se estima en unos 3500 millones dólares el monto de estas operaciones (8). Los montos en dinero, así como la cantidad de personas que se estima relacionadas con estas prácticas, implica el involucramiento del empresariado privado, así como de funcionarios del Estado a diversos niveles; el más evidente: los relacionados con la custodia de los centros penitenciarios que tienden a convertirse en grandes fortalezas para las estructuras mejoradas del crimen. Las dimensiones de los negocios ilícitos y la desintegración ocasionada por la violencia criminal son tal, que, para especialistas como Carrión, solo es posible enfrentar esto con esfuerzos internacionales y de integración latinoamericana, aunque esos canales estén problematizados en la actualidad también.

El crimen organizado ha exigido actualización de las formulaciones del Derecho Penal. Así, el Código Orgánico Integral Penal de Ecuador conceptualiza el crimen organizado como el resultado de la colaboración de un grupo de personas con habilidades y destrezas específicas, que trabajan juntas en una estructura jerárquica que se diferencia por los niveles de acción y su intervención en las economías ilícitas (9). Este grupo lleva a cabo actividades ilícitas de manera permanente o repetida, financiando y dirigiendo la planificación y ejecución de estas actividades con el objetivo de obtener beneficios económicos u otros. La Convención de las Naciones Unidas contra la Delincuencia Organizada Transnacional define a la delincuencia organizada como un grupo estructurado de al menos tres personas que actúan concertadamente para cometer delitos graves o tipificados por la Convención, con el objetivo de obtener beneficios económicos o materiales (Hita, 2010). Estos grupos adoptan decisiones empresariales basadas en los principios económicos de oferta y demanda, y regulan los precios de los bienes ilícitos en función del impacto de la acción punitiva del Estado en su área de operación. Al igual que los negocios internacionales legítimos, la delincuencia organizada genera ganancias millonarias y utiliza modelos de operación, jerarquías y coaliciones estratégicas para maximizar beneficios y minimizar riesgos, así como la división del trabajo y la especialización de la mano de obra. La delincuencia organizada se caracteriza por tener una organización interna bien definida, con una jerarquía clara y roles específicos para cada uno de sus miembros. Los miembros conocen su lugar dentro de la organización, y la información se comparte de manera controlada para prevenir infiltraciones o traiciones (10).

Entre las organizaciones delincuenciales en Ecuador, se mencionan: 1) Los Choneros: Con un aproximado de 20.000 integrantes siendo la más grande del país, realizando

delitos como narcotráfico, sicariato, secuestro y extorsión con presencia en Manabí, Guayas, Los Ríos, El Oro, Azuay, Cotopaxi y Santo Domingo de los Tsáchilas. La organización delictiva original se ha fragmentado en dos facciones conocidas como Águilas y Fatales. 2) Los Lobos: se estima que cuenta con alrededor de 8.000 miembros y opera principalmente en las ciudades andinas de Latacunga y Cuenca, así como en la provincia amazónica de Pastaza y en Machala, en la costa. 3) Los Tiguerones: tiene alrededor de 1.200 miembros. Tiene presencia en Esmeraldas, Guayas y Los Ríos y han fortalecido sus operaciones gracias a negocios ilícitos relacionados con el narcotráfico. En las cárceles, compiten por el control con otros grupos como Los Lagartos, los Chone Killers y Los Lobos. 4) Los Latin Kings: organización dedicada al narcotráfico. Activa en las zonas centrales y meridionales de Durán. Además, en este cantón de la provincia de Guayas, hay una disputa territorial en curso con los Chone Killers por el control de la venta de droga. Hay otras organizaciones que disputan territorio a las mencionadas (10). Los principales delitos cometidos por estas organizaciones criminales son secuestro y extorsión, tráfico, distribución y venta de drogas, violencia y disputa de territorios en penales y zonas urbanas, y delitos contra la flora y la fauna (pesca ilegal, tráfico ilegal y aletas de tiburón, tala ilegal, entre otros delitos).

Frente a la amenaza de grandes dimensiones que significa la irrupción de la delincuencia organizada globalizada, es necesario recurrir a las herramientas científicas que aportan distintas disciplinas, entre las cuales destaca la Medicina Legal o Forense. La historia de esta disciplina se remonta al siglo XVII, con la incorporación de la opinión de los médicos en la resolución de asuntos judiciales relacionados con el crimen. Todos los países de América, incluida por supuesto Latinoamérica, la han incluido como materia dentro de los programas de las facultades de Medicina o creando institutos oficiales. Un hito en esta evolución es la creación del Instituto de Criminología de la Universidad Central del Ecuador “Dr. Julio Endara”, en 1936. En 1941, el Dr. Agustín Cueva Tamariz médico cuencano, inició la enseñanza de Medicina Legal y Psiquiatría Forense en la Universidad de Cuenca, y en el año de 1945 publica su obra “Programas de Medicina Legal y Psiquiatría Forense” (10). En 1946, se crea el Servicio Médico Legal, cuyas sedes se ubicaron en las principales ciudades del país. En 1959, se crea el Departamento Médico Legal de Quito y el Departamento Médico Legal de Guayaquil, adscritos al Departamento de Sanidad de la Policía Nacional. En el año de 1992, en la Universidad Central del Ecuador, se empiezan a dar clases de Medicina Legal en la Facultad de Medicina, y en 2000, la Dirección Nacional de Policía Judicial e Investigaciones, incorpora la Subdirección Técnico-Científica, con laboratorios y peritos en toxicología, tanatología y dactiloscopia. La Subdirección Técnico-Científica, estará al mando de un oficial Superior de policía en servicio activo, con formación académica en Criminalística, Criminología o Ciencias Forenses; la Subdirección contará con los Departamentos de Criminalística, Medicina Legal y Archivo Central Nacional. En el año 2001, se firma un convenio tripartito interinstitucional entre la Universidad Central del Ecuador, la Policía Nacional

y la Fiscalía por medio del cual se crea el Primer Curso de Postgrado en Medicina Legal en el país. En 2020, se abre la Maestría de Medicina Forense. El Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) nace como entidad operativa especializada para la prestación de servicios periciales en materia de Medicina Legal y Ciencias Forenses, conformado por ocho Centros de Investigación en Ciencias Forenses, en las provincias de: Esmeraldas, Santo Domingo, Nueva Loja, Ambato, Machala, Manta, Loja, y Cuenca, que disponen de los laboratorios de Histopatología, Química y Biología, los que han permitido que las autopsias y exámenes forenses se realicen en las mejores condiciones posibles, tanto para los profesionales implicados como para las víctimas y sus allegados. En los últimos años se han creado universidades públicas y privadas en distintas provincias del país que cuentan con la materia de medicina legal como parte de su pensum de estudios (11).

Una de las herramientas más útiles en la labor de identificación, tanto de cadáveres como de los sujetos involucrados en los diferentes delitos, es la dactiloscopia. La dactiloscopia es el estudio científico de las huellas dactilares, las crestas papilares bien agrupadas formando sistemas para definir los tipos, las bifurcaciones ojales, interrupciones que en ellas se observan cuando se trata de establecer la identificación de una huella con el dactilograma del dedo y, su aplicación, a la criminalística, y se ha ido formando dicha disciplina con la ayuda de numerosos investigadores, tales como: médicos, antropólogos, juristas, funcionarios y agentes de la autoridad. Las huellas dactilares se forman a los 120 días de vida intrauterina y desaparecen con la desintegración de los tejidos. Son inalterables incluso por enfermedad o voluntariamente, permanecen siempre idénticas, son únicas e irreplicable (12).

La evidencia de la dactiloscópica en relación a las huellas digitales es de las más importantes. Forman parte de las evidencias patrón que permite la individualización y la posterior identificación de las personas. Está científicamente comprobado que las crestas papilares dérmicas poseen cuatro propiedades perennes, diversiformes y originales, con características intrínsecas cualitativas de especificidad de nivel macroscópico que establecen unicidad y de nivel microscópico características intrínsecas cualitativas de especificidad y de imperceptibilidad que determinan su originalidad.

La comunidad forense liderada por la Interpol ha determinado que el estudio dactiloscópico debe comprender tres niveles, bajo el método de análisis, comparación, evaluación y verificación, para establecer fehacientemente la identidad humana:

- Características de nivel I, corresponden al tipo o patrón dactilar.
- Características de nivel II, puntos característicos o minucias.

- Características de nivel III, análisis de Poroscopia (forma de los poros) y la Crestoscopia (forma de las crestas) como medio de identificación. La microscopia en la lofoscopia (13).

Las huellas dactilares poseen diferentes formas las cuales se pueden clasificar en las siguientes categorías: a) Los arcos: los dibujos están constituidos por crestas más o menos curvas, en forma de arcos superpuestos que van de un borde al otro del dedo. En general, en los arcos, no hay deltas, la curvatura de las crestas estas más o menos acentuadas, siendo axial o lateral el punto máximo de la curvatura. B) Las presillas: las crestas papilares afectan la forma de asas o presillas internas o externas, vale decir, abiertas o cerradas a derecha o izquierda y de posición variable (oblicua, vertical, horizontal). C) Las volutas: están constituidas por círculos, óvalos, espiras, brotes, alforjas, etcétera. La forma evoluciona entre dos deltas, las más de las veces laterales (14).

Las huellas también se pueden clasificar en visibles o no perceptibles a simple vista. Las latentes son dibujos generalmente invisibles dejados de forma involuntaria por contacto de las palmas de las manos, dedos o pies sobre una superficie idónea. Para el revelado de las huellas latentes, es necesario utilizar reactivos físicos o químicos, los cuales permiten visualizar la huella dejada accidentalmente por una persona en el lugar de los hechos, (los polvos físicos se adhieren a los contaminantes depositados al tocar una superficie. De acuerdo a lo anterior los polvos se dividen en: Óxidos, Metálicos, y Magnéticos, para el manejo de la escena del crimen a cargo del perito de policía judicial. El revelado de una huella latente siempre dependerá de las circunstancias de tiempo, modo y lugar en los que ocurrieron los hechos para implementar la mejor técnica. Los polvos Óxidos de gama HI-FI se adhieren a los residuos grasos de una huella latente dentro de los cuales encontramos negro (101L), (102L), blanco (103L) y rojo (104L) Es recomendado utilizar el pincel de fibra de vidrio, y para trasplantar las huellas se puede utilizar una cinta marca Tritech Forensics. Las ventajas de este tipo de polvo es que es sensible a las secreciones, tiene cualidades adherentes y dispone de capacidades de reproducción.

En la investigación de un homicidio con arma corto punzante, la dactiloscopia como ciencia auxiliar de la justicia, puede ayudar a identificar con veracidad la identidad de un posible infractor, mediante el revelado de huellas latentes en la escena del crimen, objetos y posibles rutas de escape, ya que los dibujos o huellas latentes se producen gracias al sudor y materia sebácea secretada en la transpiración cutánea, así como también de las sustancias transportadas de otras partes del cuerpo y del medio ambiente en una escena se pueden encontrar tres tipos de huellas como: huellas visibles contaminadas con sangre u otra sustancia, huellas no visibles que requieren de un reactivo para visualizarlas y huellas moldeadas en sustancias maleables como: arena, tierra o lodo, plastilina, goma de mascar y mantequilla. Desde el punto de vista técnico un dactilograma o impresión digital bien tomada debe registrar tanto el núcleo de la huella dactilograma como sus áreas circundantes, a los efectos de permitir una clasificación de tipo y subtipo, debe haberse

producido la impresión digital con un dispositivo que solamente entintara las crestas papilares para que sean identificados por lo menos unos cinco puntos característicos de los diez que la doctrina en Dactiloscopia tradicionalmente ha requerido para una identificación plena. Aunque en dactiloscopia es igualmente válida la identificación por la ubicación de menos puntos característicos, por cuanto en la escena del crimen salvo en situaciones muy particulares el delincuente deja su huella o huellas parciales (15).

Es preciso notar que las huellas digitales son muy delicadas y si no se pone una atención inmediata a esto, es muy posible que el manejo descuidado de los objetos acabe con prueba tan importante logrando con ello primeramente que no se halle al responsable tratándose de la escena del delito y, en segundo lugar, que no hallemos la verdad real de determinada situación, aunque si se determine una verdad legal. Lo anteriormente expuesto sirve para constituir unos razonamientos flexibles, debiéndose aplicar el siguiente procedimiento a efectos de verificar las huellas para la solicitud del proceso. La legibilidad de una huella dactilar depende no solamente de la calidad con que se haya tomado sino de la experiencia capacitación de quien la confronta o verifica (14).

Los nuevos avances en técnicas de investigación de huellas dactilares de tipo policial, entre otros, son los siguientes. En 1954 los investigadores policiales mojan el papel en una solución de alcohol y un compuesto químico llamado ninhidrina, que mancha los dibujos impresos en sudor que han sido absorbidos y los hace visible. Otra técnica moderna policial es la descubierta, en 1982, en la cual los expertos echan humo caliente de superpegamento sobre la superficie a investigar. En la década de los 90, en Estados Unidos de América, el FBI instaura un potente ordenador capaz de almacenar las huellas dactilares de 65 millones de personas. Además, los enormes avances en tecnología facilitan la identificación rápida en base de datos gigantescas. Las nuevas tecnologías químicas posibilitan la extracción de huellas de cualquier superficie, desde bolsas de plástico a piel humana (12).

Las mejores policías del mundo disponen hoy de archivos o registros electrónicos de huellas digitales, que permiten contrastar e identificar las evidencias dactilares de las más diversas superficies, en cuestión de segundos. A esto ha contribuido la técnica de la máquina capta-huellas, que también sirve a otros fines, diferentes de las criminalísticas, incluyendo los procedimientos electorales en algunos países. Las nuevas tecnologías han permitido la grabación de la fotografía y la ficha decadactilar de los detenidos. Con ello se realiza un nuevo sistema de reseña digital de detenidos para lo cual se dota a las unidades de cámaras fotográficas digitales, ordenador y scanner. Debido al elevado volumen de información de huellas dactilares ha sido necesario la implantación de Sistemas Automáticos de Identificación Dactilar, que cuentan con tres bases de datos: a) Decadactilar (huellas de personas previamente fichadas), b) Monodactilar (huellas de

personas previamente fichadas), c) Huellas anónimas (recoge huellas no identificadas en Inspecciones Oculares) (12).

Conclusión:

- La expansión del crimen organizado por toda América Latina, con sus nuevas formas internacionalizadas de poderosos “holdings”, es un desafío que exige echar mano a todos los avances de las ciencias auxiliares de la criminología y la medicina legal o forense, para poder realizar las tareas propias de ese combate por la ley: captar y procesar las pistas y evidencias de los diferentes hechos delictivos, identificar sus agentes y sus víctimas, establecer las características de los delitos para su debida tipificación jurídica y apoyar las decisiones de la justicia. Por eso, es importante actualizar los conocimientos acerca de las diversas herramientas científicas al servicio del combate del crimen.
- La medicina legal y forense ha desarrollado diversas subdisciplinas y campos de conocimiento que han tomado un nuevo impulso con las innovaciones tecnológicas y el mejoramiento de las técnicas y herramientas que permiten maximizar los resultados de la investigación científica de la criminalidad.
- Los avances científicos de la medicina legal y forense, específicamente en el área de la dactiloscopia, son especialmente pertinentes en una situación de incremento de la violencia criminal y crecimiento de las organizaciones delictivas.
- La dactiloscopia es una de las principales metodologías al servicio de la identificación que puede utilizarse con resultados efectivos para el avance del combate de la delincuencia organizada.
- Es fundamental expandir la formación de nuevos profesionales en los campos auxiliares de la medicina legal o forense, así como el desarrollo de centros de investigación que perfeccionen los métodos y la producción de conocimientos en estos campos, que sirven de apoyo imprescindible en el logro de las tareas implicadas en el desafío del crecimiento e internacionalización del crimen organizado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

1. Sansó D. La internacionalización de la delincuencia organizada: análisis del fenómeno. UNISCI Discussion Papers [Internet]. 2005 octubre [20/05/2024]; 9(1). Disponible en: www.ucm.es/UNISCI9Sanso

2. García I. Importancia de la Medicina Legal en la práctica médica. Revista de la Facultad de Medicina UNAM. [Internet] 2014 Septiembre-Octubre; Disponible en: www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext=soo26-17422014000500020
3. Núñez J. La autopsia Sucre, Bolivia: GTZ; 2005.
4. Alva M. Compendio de Medicina forense. cuarta ed. México: Méndez editores; [Internet] 2020.
5. Universidad Complutense de Madrid. Programa Nacional Medicina Legal y Forense. Programa de estudios postgrado. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina; 2010. Disponible en: www.ucm.es/contenido/documentos/Medicina-legal-y-forense
6. Arévalo NF. Dactiloscopia: Importancia en la identificación de un cadáver en Quito- Ecuador en el año 2022. [Riobamba, Ecuador.]: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO; 2023.
7. Baños L. Inseguridad y aumento de la delincuencia organizada en Ecuador: una aproximación. ISUPOL. Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y Orden Público. [Internet] 2023 Junio; 6(1). Disponible en: www.revistasflacso.edu.ec/revistadeinvestigacionenseguridadciudadanayordenpublico/Baños/Inseguridad-y-aumento-de-la-delincuencia-organizada-en-Ecuador
8. Carrión F. Ecuador en la red global del crimen. Revista Nueva Sociedad. [Internet] 2024 Enero. Disponible en: www.nuso.org/edicion-digital/carrion/ECuador-en-la-red-global-del-crimen
9. República del Ecuador. Código Orgánico Integral Penal. Quito;; 2014.
10. Villacrés SEC, Moreira MMP, Sela HHC, Villacrés IAC. La evolución y consecuencias de la delincuencia organizada y el narcotráfico en el Ecuador [Internet]. Zenodo; 2023. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.8238981>
11. Choez E. Evolución histórica de la medicina legal y forense en el Ecuador. Recimundo. [Internet] 2020 Noviembre; 4(9). Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/928>

12. Pardo P. Orígenes históricos de la dactiloscopia. Guía de estudios. Madrid: Universidad Autonoma de Madrid; 2008.
13. Murcia M, Camacho W, et al. Técnica de dactiloscopia para el desarrollo de Investigaciones. Tesis de postgrado. Bogotá: Universidad la Gran Colombia, Facultad de Postgrado; [Internet] 2014. Disponible en: <https://repositiory.ugc.edu.co/handle/11396/3205>
14. Molina R, Oviedo E, Riaño R. La dactiloscopia en la investigación criminal. Tesis de postgrado. Bogotá: Universidad la Gran Colombia, Facultad de Postgrado; [Internet] 2016. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/4799>
15. Espinoza H. Dactiloscopia: métodos de revelado de huellas latentes. Tesis de Postgrado. Bogotá: Universidad La Gran Colombia, Facultad de Postgrado; [Internet] 2016. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/4880>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones



Fenómeno del diente rosado en medicina y odontología forense

Pink tooth phenomenon in forensic medicine and odontology

- ¹ Caterine Nataly Orozco Orozco  <https://orcid.org/0000-0002-0024-2689>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
kathi_2815@hotmail.com
- ² Daniela Lisseth González Pazmiño  <https://orcid.org/0009-0009-9169-8160>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
liss20th@gmail.com
- ³ Jaime Enrique Daqui Sanaguano  <https://orcid.org/0009-0001-9096-0800>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
daqui.enrique06@gmail.com
- ⁴ Darwin Marcelo Ruiz Fiallos  <https://orcid.org/0000-0002-8013-0985>
Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
darwin-20000@hotmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3056>

Cítese:

Orozco Orozco, C. N., González Pazmiño, D. L., Daqui Sanaguano, J. E., & Ruiz Fiallos, D. M. (2024). Fenómeno del diente rosado en medicina y odontología forense. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 91-99.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3056>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Diente rosado,
odontología
forense, medicina
forense,
postmortem,
ahogamiento,
ahorcamiento

Keywords:

Pink tooth,
forensic
odontology,
forensic
medicine,
postmortem,
drowning,
hanging

Resumen

Introducción: La aparición de diente rosado postmortem es un fenómeno que puede ser observado como consecuencia de un aumento venoso y a una presión en la pulpa dental. **Objetivo:** Analizar la evidencia científica sobre el Fenómeno del diente rosado en Medicina y Odontología Forense. **Metodología:** Revisión bibliográfica para la búsqueda de publicaciones de alto impacto, fueron utilizadas las bases de datos ResearchGate, Google scholar, Scopus, Pubmed, Scielo desde el año 2013 al año 2023 en idioma español, inglés y portugués. **Resultados:** El fenómeno del diente rosado en la medicina y odontología forense sigue siendo aún estudiado, se presenta como consecuencia del aumento de la presión intrapulpal, la coloración rojiza se debe a una liberación de la hemoglobina soluble alrededor de la pulpa dentaria a partir del proceso de autólisis. **Conclusión:** El fenómeno del diente rosado postmortem su aparición no se encuentra totalmente esclarecida y no existe evidencia confirmada de su relación directa con ciertas causas de muerte. **Área de estudio general:** Medicina y Odontología. **Área de estudio específica:** Medicina y Odontología forense. **Tipo de estudio:** Artículo de revisión sistemática.

Abstract

Introduction: The appearance of postmortem pink teeth is a phenomenon that can be observed as a consequence of venous increase and pressure in the dental pulp. **Objective:** Analyze the scientific evidence on the pink tooth phenomenon in Forensic Medicine and Dentistry. **Methodology:** Bibliographic review to search for high-impact publications, the ResearchGate, Google scholar, Scopus, Pubmed, Scielo databases were used from 2013 to 2023 in Spanish, English and Portuguese. **Results:** The pink tooth phenomenon in forensic medicine and odontology continues to be studied, it occurs as a consequence of the increase in intrapulpal pressure, the reddish color is due to a release of soluble hemoglobin around the dental pulp from the process. of autolysis. **Conclusion:** The phenomenon of postmortem pink tooth, its appearance is not fully clarified and there is no confirmed evidence of its direct relationship with certain causes of death. **General area of study:** Medicine and Dentistry. **Specific area of study:**

Forensic Medicine and Dentistry. **Type of study:** Systematic review article.

Introducción

El odontólogo forense al realizar la autopsia bucodental debe evaluar, registrar y documentar las características morfológicas halladas en las piezas dentales, cuando se trata de identificación de víctimas se debe documentar todo lo relacionado a lesiones con el objetivo de determinar la causa de las lesiones y si se presentaron antes o después de la muerte, este procedimiento ayuda a estimar la edad del individuo, el sexo, la raza, tiempo de muerte (1)

La odontología forense es fundamental en los casos medicolegales en la identificación de víctimas y etiología de la muerte, conlleva el correcto levantamiento y evaluación de evidencia odontológica. La evidencia odontológica en las ciencias forenses tiene numerosos antecedentes, su primera referencia se remite al año 1829, Thomas Bell fue de las primeras personas en describir este fenómeno en cadáveres cuya muerte había sido causada por ahogamiento o ahorcamiento este fenómeno se relaciona con muerte no natural y luego en 1897 en Paris, Francia, 126 víctimas fueron identificadas por el odontólogo cubano Oscar Amoedo y Valdez (2).

En años posteriores se desarrollan estudios que concluyen que el color rosado de los dientes se presenta con mayor frecuencia en cuerpos que por tiempo prolongado se encuentran sumergidos en el agua o almacenados en ambientes húmedos y en casos de estrangulación (3).

Las piezas dentales se mantienen a pesar de las condiciones en las que se produzca la muerte, la odontología forense, permite obtener información relevante, que no puede ser obtenida a través de otros medios de identificación, de allí su importancia en ampliar su aplicabilidad en el campo forense, como medio principal de identificación de cuerpos (4).

Esta rama de la odontología, se ha desarrollado en función de las necesidades de investigación y al origen de herramientas tecnológicas de observación, cabe indicar que en un inicio sus funciones se limitaban a la identificación de víctimas, no obstante la gran cantidad de casos resueltos a través de esta ciencia, donde se incluyen numerosos casos de valor histórico, ha ampliado su participación en reconstrucción de los hechos por medio de la descripción y análisis de lesiones, procedimientos dentales, prótesis y otros elementos propios de la odontología que permiten identificar al individuo, en muchos casos de manera más rápida que con otros métodos de identificación (5).

El denominado post mortem Pink teeth por lo general se le asocia a los casos de muerte accidental y homicidios, no se evidencia en muerte natural. El fenómeno post mortem del diente rosado se ha estudiado como un fenómeno tanatológico cuya alteración se caracteriza por tener una tonalidad rosa, rojiza e inclusive hasta púrpura del tejido pulpar, todo ello ocurre a través del proceso biológico de autólisis (6).

El fenómeno de diente rosado post-mortem principalmente se visualiza a nivel de los incisivos, caninos y premolares. Este fenómeno se observa claramente en los más jóvenes debido a los cambios relacionados con la edad de la cámara radicular, que es menos penetrable por el pigmento responsable de la tinción rosa post-mortem (7).

La evidencia obtenida mediante estudios de espectro y enfoque isoelectrico ha permitido observar hemoglobina además de la degradación de los productos en las piezas dentales que por lo general se acumula en la dentina (8).

Este fenómeno también se ha relacionado con pacientes tratados endodónticamente, lesiones traumáticas, reabsorción interna, así como muerte por asfixia y envenenamiento por monóxido de carbono, por tal razón es necesario estudiar las causas que rodean la aparición del diente rosado en las víctimas (7).

Este fenómeno sucede en la dentina por aumento de la presión arterial intracraneal, dando lugar a una hemorragia en la cámara pulpar, esta coloración se relaciona a muerte no natural, específicamente a asfixia, también a muerte súbita, sobredosis de barbitúricos, personas baleadas con un importante trauma craneoencefálico o traumatismo dental (9).

Las condiciones ácidas favorecen el mantenimiento de la pigmentación rosada en las piezas dentales, también se ha observado que la coloración se presenta al nivel de la raíz del diente (10).

En virtud de las diferentes apreciaciones de este fenómeno y con el propósito de realizar una investigación más profunda se plantea como objetivo general analizar la evidencia científica sobre el Fenómeno del diente rosado en Medicina y Odontología Forense.

Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica de referencias basadas en artículos de investigación con alto factor de impacto relacionados al fenómeno del diente rosado en medicina y odontología forense. Entre las bases de datos de alto impacto seleccionadas se encuentran ResearchGate, Google scholar, Scopus, Pubmed, Scielo, se incluyeron artículos en inglés español y portugués publicados desde el año 2013 al año 2023.

Criterios de inclusión y exclusión.***Criterios de inclusión***

Los criterios de inclusión para tener en cuenta serán todas aquellas publicaciones científicas comprendidas desde el año 2013 al año 2023 y de alto factor de impacto, los artículos seleccionados tienen una antigüedad de 10 años debido a que el fenómeno del diente rosado no ha sido ampliamente estudiado en la época actual, motivo por el cual se considerarán los trabajos publicados en esta década. Los trabajos incluidos deben cumplir con las siguientes características: deben ser trabajos originales nacionales e internacionales en idioma inglés, español y portugués.

Los trabajos investigativos deben pertenecer a las ramas de las ciencias forenses como medicina legal, odontología forense y criminalística, además deben incluir temas acerca de evidencias veraces sobre el fenómeno del diente rosado. Se hará énfasis en la revisión de los resultados, conclusiones y recomendaciones indicando semejanzas entre los trabajos revisados.

Discusión

En la actualidad la odontología es de gran aporte para la medicina forense, las evidencias tanto ante mortem como post mortem son desencadenadas por diferentes circunstancias, pero ambas pueden dar pistas en el ámbito forense (11).

Los dientes se consideran el tejido más resistente del organismo, la acumulación de sangre en la pulpa es seguida de hemólisis de los glóbulos rojos y filtración de la hemoglobina, después de lo cual tiene lugar la difusión en la dentina (12).

En varios estudios la principal explicación para la coloración rojiza se debe a la hemoglobina, pues el oxígeno de la hemoglobina presente en las células sanguíneas comienza a descomponerse y se produce la desoxihemoglobina que se manifiesta en el cuerpo como un color rojo a púrpura (13).

Algunos autores asocian una mayor incidencia de diente rosado a casos de asfixia por sumersión o cuerpos recuperados en el agua en relación con aspectos como un efecto posicional de la cabeza por debajo del torso, lo que permitiría a la sangre filtrarse pasivamente en la cabeza; así como la privación de oxígeno que aumenta la actividad fibrinolítica y las catecolaminas en sangre que se producen en las muertes por deficiencia de oxígeno podrían favorecer asimismo la aparición del diente rosado (14). Sin embargo, autores como Spencer señalan que los factores dependen únicamente de las condiciones del sitio y que no resulta pertinente conferir la responsabilidad a un solo parámetro del ambiente (15).

Por otro lado, autores como Canella (3) y Brites (10) señalan que el desarrollo del diente rosado es multicausal dentro de las cuales se encuentran la asfixia, asfixia por ahorcamiento, estrangulamiento, lesiones con armas de fuego, intoxicaciones e hipotermia, traumatismos craneoencefálicos.

Se ha observado además una mayor frecuencia de este fenómeno en cadáveres de adultos jóvenes, debido a que sus cavidades pulpares son más amplias y vascularizadas ya que en dientes jóvenes hay menor presencia de dentina secundaria en la cual no se acumula la protoporfirina (16).

Mientras que autores como Arias (6) y Montenegro (17) refieren que el diente rosado post mortem es un fenómeno dependiente del tiempo, que se desarrolla a partir de los 6 días de ocurrido el hecho violento y que alcanza su punto máximo de coloración a los 18 días.

Con respecto a la robustez del estudio se revisaron artículos con una elevada calidad de contenido científico, es decir la información considerada en la presente revisión no solo está fundamentada por artículos de alto impacto investigativo sino también es una revisión sólida con datos verídicos.

Conclusiones

- El estudio concluyó en que el origen del fenómeno del diente rosado post mortem no se comprende completamente y no hay evidencia convincente de que esté directamente relacionado con ciertas causas de muerte, pero el fenómeno es importante para determinar el momento de la muerte y hallazgos de importancia ambiental.
- En algunos casos, los ambientes húmedos y los traumatismos físicos juegan un papel importante en la apariencia rosada de los dientes debido a la lisis de los glóbulos rojos y sus productos; otros estudios han enfatizado la descomposición post mortem en ambientes húmedos.
- Esto nos permitió identificar la importancia forense del fenómeno del diente rosado, que forma parte de la experiencia que los expertos forenses odontólogos tengan sobre el diente rosado, para complementar el esclarecimiento de casos postmortem y ser de gran aporte a la medicina forense.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyen por partes iguales en la investigación

Referencias bibliográficas

1. Franco A, Mendes SDS, Picoli FF, Rodrigues LG, Silva RF. Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental autopsies - Case series. PubMed. [Internet] 2018 [Acceso Aug 18];291 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30193746/>
2. Stamm ADB, Palmieri JE. Diente Rosado Postmortem y Odontología Forense: Relato de Caso Pericial. Rev Skopein. [Internet] 2015 [Acceso Dec 10];10:11. Available from: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/73>
3. Danini CA, Flores MAG. Presencia De Diente Rosado Postmórtem En Asfixia Mecánica Y Herida Por Proyectoil De Arma De Fuego. Estudios Forenses. [Internet] 2024 [Acceso May 22] ;1:12. Available from: Estudios Forenses Núm. 1 RESERVA 04-2019-032017280800-203
4. Dueñas CA, Matamoros M, Díaz R, Villanueva SJ. Use of nonspecific signs in the diagnosis of asphyxia by submersion. Case and Bibliographic review. Rev Cienc Forenses Honduras. [Internet] 2018 [Acceso Sep 29] ;4(1):11. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/153/153686004/153686004.pdf>
5. Nigam H. Pink Tooth Phenomenon - A Mystery in Forensic Science. Acta Sci Clin Case Rep. [Internet] 2021 [Acceso Apr 4]; 2:2. Available from: ASCR-02-0114.pdf (actascientific.com)
6. Arias CG, Iriarte MAF, Outes MS, Zemborain CR, Rannelucci LR, Casadoumecq AC, et al. Clinical and Forensic Aspects of the Pink Color of the Teeth. Case Report. Rev Fac Odontol Univ Buenos Aires. [Internet] 2023 [Acceso Jun 14];38(88):8. Available from: <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/158/243>
7. Quiroz OMH, Mendoza MRA. Fenómeno de diente rosa o Pink teeth. Odontol Actual. [Internet] 2016 [Acceso Oct];13(162):28-30. Available from: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=108370>
8. Valenzuela-Garach A. La odontología en la identificación de sucesos con víctimas múltiples. Rev Esp Med Leg [Internet]. 2023;49(2):47–54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.reml.2022.11.005>
9. Franco A, Mendes SDS, Picoli FF, Rodrigues LG, Silva RF. Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental

- autopsies - Case series. PubMed. 2018 Aug 18;10.1016. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30193746/>
10. Brites AN, Machado ALR, Franco A, Alves da Silva RH. Revisiting autopsies of death by mechanical asphyxia in the search for post-mortem pink teeth. PubMed. [Internet] 2020 [Acceso May 15];38(1):34-3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32420911/>
 11. Kirkham WR, Andrews EE, Snow CC, Grape PM, Snyder L. Postmortem pink teeth. PubMed. [Internet] 2015 [Acceso Jan];22(1):119-31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/263930/>
 12. Valarezo IC, Pastillo FR. La odontología forense como aporte en el proceso de identificación humana en Ecuador. Innovacion Saber. [Internet] 2022 [Acceso Mar 12];5(1):1. Available from: <https://innovacionysaber.isupol.edu.ec/index.php/innovacion/article/view/133>
 13. Haro PH, Alvarado JA, Sañay MC, Moreno AR. Abordaje médico forense para determinar signos cadavéricos característicos de una anoxemia por sumersión. Dialnet. [Internet] 2023 [Acceso Jul] ;8(7):400-417. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9234517>
 14. Palmieri JE, Diribarne C. Dientes Rosas: Estallido del Paquete Vásculonervioso en la Cámara Pulpal Dental. Rev Spoken. [Internet] 2015;7:1. Available from: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/50>
 15. Spencer JR. Defining Postmortem Changes in Western Montana: The Effects of Climate and Environment on the Rate and Sequence of Decomposition Using Pig (*Sus scrofa*) Cadavers [dissertation]. University of Montana. [Internet] 2013 [Acceso May]. Available from: <https://scholarworks.umt.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1316&context=etd>
 16. Villalobos León K, Fernández Chaves JM. Fenómeno De Diente Rosado En Asfixia Por Sumersión. Med Legal Costa Rica. [Internet] 2016 [Acceso Sep];33(2):5. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v33n2/2215-5287-mlcr-33-02-133.pdf>
 17. Montenegro EB, Queiroz EGL, Moreno BLG, De Souza EHA, De Carvalho MVD, Soriano EP. Dentes Rosados Observados Quatro Meses Após A Morte. Antropol Forense Odontol Legal Forense. [Internet] 2013 [Acceso Jan 1]. Available from: https://www.academia.edu/87696344/Dentes_Rosados_Observados_Quatro_Meses_Ap%C3%B3s_a_Morte?uc-sb-sw=45518320

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones



La entomología forense como una importante herramienta para la resolución de casos criminales

Forensic entomology as an important tool for solving criminal cases

- ¹ Joselyn Tatiana Carrasco Tierra  <https://orcid.org/0009-0001-3678-4180>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
Joselyn.carrasco@unach.edu.ec
- ² Verónica Fernanda Fuentes Saez  <https://orcid.org/0009-0003-8841-4020>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
veronica.fuentes@unach.edu.ec
- ³ Janeth Patricia Moyón Llamuca  <https://orcid.org/0009-0004-2764-5973>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
Janemoyon559@gmail.com
- ⁴ Doris Viviana Pusay Pomatoca  <https://orcid.org/0009-0003-5136-9238>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
doris.pusay@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3057>

Cítese:

Carrasco Tierra, J. T., Fuentes Saez, V. F., Moyón Llamuca, J. P., & Pusay Pomatoca, D. V. (2024). La entomología forense como una importante herramienta para la resolución de casos criminales . Anatomía Digital, 7(2.2), 100-110. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3057>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Entomología forense, insectos, artrópodos, postmortem, cadáver, descomposición

Keywords:

Forensic entomology, insects, arthropods, postmortem, corpse, decomposition

Resumen

Introducción. La Entomología Forense sirve de gran apoyo en el desarrollo de investigaciones de hechos criminales al contribuir con el intervalo postmortem, constatar si existió el traslado del cadáver, obtención de ADN de las larvas para obtener ADN humano y toxicología, siendo aplicable durante las etapas de descomposición del cadáver donde es de importancia la determinación del número e identificación de especies de insectos y artrópodos en sus etapas de desarrollo; por ende, este trabajo de investigación tiene por **objetivo** demostrar la importancia de aplicar esta ciencia que en la actualidad representa una herramienta útil cuando existen casos cuyos métodos tradicionales no ayudan con el esclarecimiento de las investigaciones, aplicando una **metodología** de investigación de tipo bibliográfico. Como **resultado** se obtuvo que cada ecosistema es diferente y variable por lo que la descomposición de un cadáver no se dará en el mismo tiempo, al igual que los insectos que se presenten y se vayan desarrollado a lo largo del proceso de descomposición y como **conclusión** se dedujo que la fauna cadavérica que se desarrolla en un cadáver constituye un elemento importante en el estudio entomológico forense que permite determinar no solo el tiempo sino también las posibles causas de muerte de un individuo. **Área de estudio general:** Criminalística y Ciencias Forenses. **Área de estudio específica:** Entomología Forense. **Tipo de estudio:** Artículo original

Abstract

Introduction. Forensic Entomology serves as a great support in the development of investigations of criminal acts by contributing to the postmortem interval, verifying whether the corpse was transferred, obtaining DNA from the larvae to obtain human DNA and toxicology, being applicable during the stages of decomposition of the corpse where it is important to determine the number and identification of insect and arthropod species in their stages of development; Therefore, this research work **objectives** to demonstrate the importance of applying this science that currently represents a useful tool when there are cases whose traditional methods do not help with the clarification of the investigations, applying a bibliographic research **methodology**. As a **result**, it was obtained that each ecosystem is different and variable, so the

decomposition of a corpse will not occur at the same time, as will the insects that appear and develop throughout the decomposition process and as a **conclusion**, deduced that the cadaveric fauna that develops in a corpse constitutes an important element in the forensic entomological study that allows determining not only the time but also the possible causes of death of an individual.

Introducción

En la ciencia forense encaja la entomología forense, que se basa en el uso de artrópodos, en su mayoría insectos, para determinar el intervalo post mortem y las características de la zona de procedencia.

Es muy útil cuando el período de muerte ha excedido más de 72 horas, entonces el tiempo entomológico forense se convierte en parte integral de las investigaciones de muerte y ahora con los avances en las técnicas de laboratorio es posible determinar el ADN mitocondrial.

Sharma y Singh en 2017 (1), declararon que las diferentes especies de insectos tienen ADN y diferentes composiciones cuyas expresiones de genes son únicas, este hecho puede ayudar a la identificación de especies y determinar la autopsia en intervalos más precisos.

Estos insectos pasan cuatro etapas en su ciclo de vida: huevo, larva, pupa y adulto, tienen una metamorfosis completa conocida como holometábola, donde los jóvenes difieren de los adultos por los lugares que habitan, el tipo de alimentación y las alas si las tienen, en el estado inmaduro de latencia o inactividad que se da antes del surgimiento del adulto, se desarrollan interiormente. La duración del ciclo vital varía de una especie a otra, pero generalmente la etapa de más duración es la de larva, que puede durar algunos años (2).

Conocer el ciclo detallado de las especies necrófagas puede ayudar a determinar cuánto tiempo lleva de muerta una víctima pues desde que ésta fallece van llegando a su cuerpo una serie de organismos que varían según la etapa de descomposición y los cambios ambientales como temperatura y humedad.

Existen dos métodos para establecer el tiempo transcurrido de la muerte o intervalo postmortem, el primero utiliza la edad de las larvas y el segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo, en las primeras fases de la descomposición se observa el crecimiento de dípteros, mientras que en las fases más avanzadas se utiliza la composición y nivel de crecimiento de artrópodos encontrados en

el cuerpo, además, con el estudio de los dípteros y coleópteros se puede establecer si el cuerpo en descomposición contenía sustancias venenosas o tóxicos de abuso (3).

El presente trabajo tiene por objetivo demostrar la utilidad de la Entomología Forense en la actualidad como referente del intervalo postmortem, conociendo los cambios que ocurren en un cuerpo al morir, sus fases de descomposición y la fauna asociada a dicho proceso.

Metodología

Nuestra investigación tiene un diseño de tipo documental-bibliográfico y no experimental utilizando un compendio de toda la información más relevante obtenido de la base datos, tiene un enfoque cualitativo y de nivel descriptivo explicando y detallando información relacionada con el tema con el que se pudo establecer conclusiones por método inductivo, es de cohorte transversal, en un periodo establecido y en un solo bloque de información recolectada y analizada.

Dicho trabajo investigativo es de tipo retrospectivo con bibliografías utilizadas de los últimos 5 años para revistas y 10 años para los libros. La población está constituida por 20 textos científicos obtenidos mediante bases de los datos digitales como: PubMed, Scopus, Elsevier, Google Scholar, Scielo, Science Direct, Redalyc, etc, y siendo 15 la muestra con la que trabajó, los mismos que cumplieron con los criterios de inclusión, es decir, la información fue tomada de fuentes primarias y secundarias. Se excluyeron documentos sin autoría, páginas web no confiables y cuyas publicaciones no estén dentro del rango establecido de publicación.

Resultados

Entre la fauna asociada a un cadáver, los colonizadores más abundantes se encuentran en los órdenes Diptera y Coleoptera, ambos con una importante función en el proceso de descomposición y, por tanto, de importancia forense. En Diptera, las familias más comunes asociadas a los cadáveres son Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae y Fannidae.

Por lo general, los Calliphoridae (moscardones) son los primeros en llegar a un cadáver. Llegan poco después de la muerte, atraídas por los olores que emanan del cuerpo; se encuentran entre los insectos más comunes y pueden encontrarse en muchos entornos diversos. Aunque la ubicación y la fuente de alimento pueden variar, la mayoría de los moscardones se desarrollan en materia orgánica en descomposición, incluida la carroña.

Los dos grupos más significativos en relación con sus asociaciones con los humanos son las moscas azules (*Calliphora* sp.) y las moscas verdes (*Lucilia* sp.):

- Los moscardones azules (*Calliphora* sp.) se distinguen por su abdomen azul brillante y su gran tamaño. Estos moscardones son robustos y pueden estar presentes en un cadáver en descomposición durante la sombra o el sol y se sabe que frecuentan cuerpos al aire libre y en interiores, tanto con temperaturas cálidas como frías.
- Los moscardones verdes (*Lucilia* sp.) se reconocen por su abdomen verde metálico. Estos moscardones en particular suelen ser de menor tamaño y prefieren la luz del sol y el clima cálido. Suelen estar presentes en los cuerpos que se encuentran en los interiores y es mucho menos probable que estén activos en tiempo fresco (4).

Calliphoridae

Las larvas son vermiformes, con 0.3–1.9 mm de longitud y 0.05–0.5 mm de ancho, sin cápsula cefálica visible, con el extremo anterior subcónico; el extremo posterior es contraído y tiene forma semi-circular, alrededor tiene seis pares de tubérculos posteriores. Durante el tercer estadio larval en cada segmento hay una banda de espinas cuticulares, la cual se prolonga desde el tórax hasta la zona espiráculo, formando una banda completa o incompleta. Los adultos son de tamaño mediano, 8-10 mm de longitud. La coloración varía entre verde o azul metálico.

Sarcophagidae

Las larvas son grandes, tienen 0.4 a 2.4 mm de longitud y 0.1 a 1 mm de ancho, son vermiformes con una coloración crema amarillento. En el primer instar larval la cápsula cefálica es semi-visible, el extremo posterior es contraído y tiene forma semi-circular, alrededor tiene seis pares de tubérculos posteriores. Durante el tercer estadio larval en cada segmento hay una banda de espinas cuticulares, la cual se prolonga desde el tórax hasta la zona espiracular, formando una banda completa o incompleta. Los adultos son de tamaño grande, 11-16 mm de longitud. La coloración es gris pardo con tres bandas negras con fondo gris en el tórax.

Muscidae

Las larvas son pequeñas tienen 0.2 a 1 mm de longitud y 0.02 a 1 mm de ancho, son vermiformes con una coloración rosada. En el primer instar larval la cápsula cefálica no es visible, el extremo posterior es contraído y tiene forma semi-circular, alrededor tiene seis pares de tubérculos posteriores. Durante el tercer estadio larval en cada segmento hay una banda de espinas cuticulares, la cual se prolonga desde el tórax hasta la zona espiracular, formando una banda completa. Los adultos pueden ser pequeñas o medianas, 5-7 mm de longitud. La coloración es gris o negra con tres bandas negras con fondo gris en el tórax (5).

Tabla 1. *Etapa del ciclo de vida de los Calliphoridae (moscardones)*

Etapa del ciclo de vida	Cronología	Descripción	Observación
Huevos	1 día	1-2mm	Localizado especialmente alrededor de los orificios naturales del cuerpo, como la nariz, los ojos, los oídos, el ano, el pene, la vagina y en cualquier herida.
Larvas (1er estadio)	1-8 días	2-5mm	
Larvas (2 do estadio)	2-5 días	10-11mm	
Larvas (3ro estadio)	4-5 días	14-17 mm	
Pre pupas	8-12 días	11-12mm	Las larvas se vuelven inquietas y comienzan a alejarse del cuerpo, el órgano de cultivo se vacía gradualmente de sangre, y las características internas se oscurecen gradualmente por el cuerpo agrandado de la larva
Pupas	14-18 días	14-18 mm Se oscurece con la edad	La presencia de puparios vacíos indica que la persona en cuestión lleva muerta aproximadamente 20 días.
Moscas adultas	Emerge de los capullos de pupa después de 4-7 días (21 días)	Nueva generación	Pequeñas moscas adultas, se encuentran en cuerpos en avanzado estado de descomposición.

Fuente: Adaptado de Castro M, Centeno N, González-Vainer P. An initial study of insect succession on pig carcasses in open pastures in the northwest of Uruguay. Forensic Science International. 2019

Discusión

El estudio de insectos y otros artrópodos, su taxonomía, distribución geográfica y ecología ha resultado útil en las ciencias forenses. Con esta orientación, ha surgido en las últimas décadas el campo de la entomología forense, que estudia el uso de insectos involucrados en la descomposición de la materia orgánica para apoyar las investigaciones forenses (1).



Figura 1. *Se observan algunos coleópteros en la fauna cadavérica*

El uso más conocido de los insectos en investigaciones criminales (principalmente relacionadas con muertes violentas), es la estimación exacta del intervalo postmortem (IPM), que en muchos casos puede aportar pistas importantes a los detectives que actúan en la resolución legal de los crímenes. Con base en la aplicación de métodos de diagnóstico utilizados en diferentes estudios, se puede señalar que, por medio de la fauna cadavérica se pueden estimar las datas (6).

Tabla 2. Estimaciones de data de muerte por Entomología y por Patología forense con respecto a la fauna cadavérica.

Data por entomología	Data por patología	Número de casos
34 horas	36 horas	2
2 días	2 días	1
entre 2 a 5 días	entre 2 y 4 días	1
de 3 a 4 días	de 3 a 4 días	1
5 días	4 días	3
5 días	7 días	2
15 días	de 12 a 15 días	1
de 15 a 21 días	de 15 a 21 días	1
entre 3 y 4 semanas	4 semanas	9
1 mes, 26 días	1 mes, 26 días	1
1 mes, 25 días	2 meses	1
2 meses, 30 días	2 meses, 30 días	2
3 meses	3 meses	5
Total		30

Fuente: Benalcázar N, Salazar N, Julio-Agosto, 2023

Todas las datas estimadas por entomología forense están basadas en el ciclo biológico de cada artrópodo. De acuerdo con la información obtenida de las investigaciones demuestran la aplicabilidad de la entomología forense como un método de datación para la antropología forense como disciplina. Además, destaca su utilidad como un método de datación forense complementario al cronotanodiagnóstico; ya que, si bien el antropólogo físico y en este caso forense no es el encargado de estimar la data de muerte, puede complementar la data asignada por éste con la obtenida a través del estudio entomológico, a fin de minimizar el margen de error y aportar un dato más al peritaje antropológico forense. También permite observar el comportamiento de la fauna cadavérica en cadáveres humanos de ambos sexos, cuya causa de muerte, edad, somatotipo corporal, condiciones de putrefacción o conservación del cuerpo y lugar de hallazgo de este fueron diferentes y únicos en cada uno (2).

En Latinoamérica la entomología forense no es ejecutada en todos los territorios, como es el caso de Guatemala y México, cuyos avances son pocos y su aplicación es prácticamente nula. Sin embargo, en países como Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela si existen estudios relacionados, pero estos van estrechamente de la mano con instituciones universitarias para dar soporte a sus bases teóricas (7).

Se puede observar en la Gráfica 1, el número de publicaciones sobre entomología forense en España fue escaso desde la aparición de esta disciplina en la segunda mitad del siglo

XIX. Desde las dos últimas décadas del siglo XX el número de trabajos experimentales, y con ello el número de publicaciones, se ha incrementado considerablemente, una tendencia que continúa y que coincide con el auge de esta disciplina en otros países europeos y americanos (3).

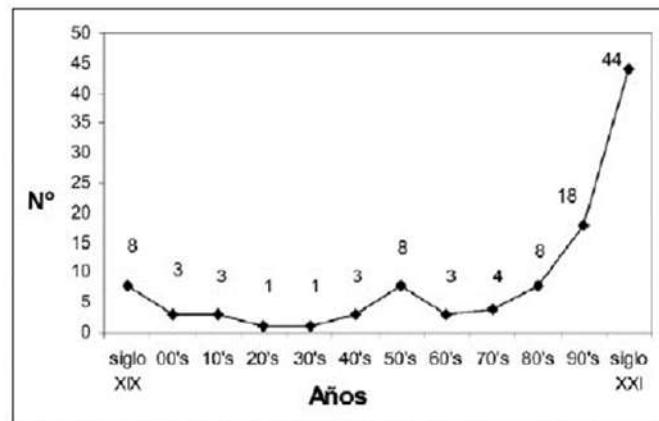


Figura 2. Publicaciones sobre Entomología Forense en España a lo largo de la historia.

En algunos países, existen problemas fundamentales para la adopción de los métodos y conocimientos ya desarrollados en países de Norteamérica y Europa, debido a que la fauna entomológica de las regiones templadas es muy distinta a la de las zonas tropicales y muchos de los ciclos de vida de sus insectos necrófagos son todavía desconocidos.

En el Ecuador, el número de muertes sin resolver relacionados con actos violentos es considerado alto. La Entomología Forense puede servir como un componente de las ciencias forenses debido a que los restos cadavéricos constituyen un microhábitat con características definidas, estos ofrecen una fuente de alimento a una gran variedad de insectos. Las particularidades del proceso de descomposición hacen que la Entomología Forense sea más útil en casos donde la víctima se encuentra tres o más días luego del deceso.

En la base de datos (que registra decesos en el Ecuador en un lapso de 7 meses) pudieron encontrar 12 casos. Aunque este número solo representa el 1.5% de los casos del país en ese período, es muy probable que sean justamente estos casos los más difíciles de resolver. La enorme cantidad de larvas y pupas encontradas por los médicos forenses y reportadas en las encuestas, pero que no fueron procesadas correctamente, sugieren que se debe poner énfasis en; desarrollar una colección de referencia para almacenar e identificar este material, generar estudios de desarrollo de larvas en diferentes ambientes para determinar el intervalo postmortem. Estas medidas pueden ayudar con los principales inconvenientes a los cuales se enfrentaron los médicos legistas, que incluye la falta de conocimiento confiable para estudiar los diferentes estadios de las larvas e identificar la fauna entomológica encontrada (8).

Conclusiones

- La Entomología Forense se ha convertido en una importante disciplina científica que utiliza el estudio de los insectos para auxiliar en la resolución de casos criminales, particularmente en la estimación del intervalo postmortem (IPM), la identificación de restos humanos y la determinación de la ubicación de la muerte. A lo largo de las décadas, ha demostrado ser una herramienta invaluable en la investigación criminal debido a su capacidad para proporcionar información objetiva y científica que complementa otros métodos forenses tradicionales.
- La importancia de la Entomología Forense radica en la estimación del intervalo postmortem debido a que los insectos cadavéricos tienen ciclos de vida predecibles y dependen de las condiciones ambientales, lo que los convierte en indicadores confiables del tiempo transcurrido desde la muerte. Al estudiar la sucesión de insectos que colonizan un cadáver, los entomólogos forenses pueden calcular con precisión el momento de la muerte, lo que es fundamental para establecer una línea de tiempo en investigaciones criminales.
- Los insectos presentes en un cuerpo pueden dar información valiosa sobre la ubicación y las circunstancias de la muerte. Además, la presencia de ciertas especies de insectos en una escena del crimen puede indicar si un cuerpo ha sido movido o alterado después de la muerte, lo que puede ser crucial para reconstruir los eventos que llevaron al fallecimiento.

Conflicto de intereses

No existió ningún conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Agradecemos el aporte que hizo cada uno durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Referencias bibliográficas

1. Espinoza Diaz C, Verdugo Guilcaso A, Saquipay Ortega H, Velásquez Zambrano C, Ganan Perrazo J, Falconez Cobeña K, et al. La entomología forense en Latinoamérica. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica [Internet]. Febrero 16 de 2020 [Citado marzo 12 de 2024]; 39(1):1-6. Disponible en: https://www.revistaavft.com/images/revistas/2020/avft_1_2020/8_entoma.pdf
2. Infante JC, Soria FJ. Entomología forense. Boletín de la SAE [Internet]. Octubre 2020 [Citado marzo 12 de 2024]; 30(1):133–46. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344897874_Entomologia_forense

3. Martínez D, Ríos JC, Bermúdez YA. La Entomología como ciencia forense y su importancia en la investigación criminal para determinar el tiempo de muerte. Repositorio Universidad La Gran Colombia [Internet]. Septiembre 2014 [Citado marzo 12 de 2024]; 10(2):9-27. Disponible en: https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/2914/Entomologia_ciencia_forense.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Mosquera A. Desarrollo larval de Entomofauna de importancia forense en un bosque seco de la costa ecuatoriana. Revista científica de Ciencias Naturales y Ambientales [Internet]. Junio 2020 [Citado marzo 12 de 2024]; 14(1):137-150. Disponible en: <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/cna/article/view/1287/1322>
5. Diana Carolina Altamirano Condemaita. Transformaciones cadavéricas y cronotanodiagnóstico en Ecuador y Latinoamérica. Repositorio Universidad Técnica de Machala [Internet]. Octubre 2022 [Citado marzo 13 de 2024]; 15(3):5-15. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19278/1/E-12036_ALTAMIRANO%20CONDEMAITA%20DIANA%20CAROLINA.pdf
6. González R. Revisión sobre la Entomología Forense en Panamá. Revista de Derecho y Ciencias Forenses [Internet]. Octubre 30 de 2022 [Citado marzo 14 de 2024]; 6(18):1-9. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/325/3253718004/html/>
7. Díaz C, Verdugo A, Saquipay H. La entomología forense en Latinoamérica. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica [Internet]. Febrero 16 de 2020 [Citado marzo 14 de 2024]; 39(1):29-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/559/55969798023/html/>
8. Ana Belén García-Ruilova, David A Donoso. Casos sin resolver y la entomología forense en Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina Y Ciencias Biológicas [Internet]. Junio 20 de 2015 [Citado marzo 14 de 2024]; 36(1): 61-65. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/David-Donoso-4/publication/278785573_Casos_sin_resolver_y_la_Entomologia_Forense_en_Ecuador/links/5585df0f08aef58c039eea27/Casos-sin-resolver-y-la-Entomologia-Forense-en-Ecuador.pdf
9. Benalcázar N, Salazar N. Estimación del Tiempo De Muerte en Cadáveres no Sepultados. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. Agosto 2023 [Citado mayo 22 de 2024]; 7(4): 1-18. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6903>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones



La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas

The importance of forensic chemistry in the detection of illicit substances in biological samples

- 1 Jasmin Rocio Moncayo Hurtado  <https://orcid.org/0009-0005-3142-8573>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
jasminmoncayo@gmail.com
- 2 Ángela Del Rocío Huacho Chalán  <https://orcid.org/0009-0009-6790-4788>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
angie_huacho@yahoo.es
- 3 José Luis Núñez León.  <https://orcid.org/0009-0005-2035-8119>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
josemago2005@hotmail.com
- 4 Sandra Elizabeth Satán De Secaira.  <https://orcid.org/0009-0003-3604-2675>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
sacarlady@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3058>

Cítese:

Moncayo Hurtado, J. R., Huacho Chalán, Ángela D. R., Núñez León, J. L., & Satán De Secaira, S. E. (2024). La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 111-124. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3058>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Química Forense,
Muestras Biológicas,
Sustancias Ilícitas.

Resumen

Introducción: La detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas es fundamental en el ámbito forense, con implicaciones significativas en investigaciones criminales, procesos judiciales. La química forense desempeña un papel crucial en este contexto, al brindar técnicas analíticas avanzadas para la identificación y cuantificación de estas sustancias. **Objetivo:** El presente estudio tiene como objetivo resaltar el papel crucial que desempeña la química forense en la identificación y cuantificación de drogas en muestras biológicas. Se informará al lector sobre las técnicas y herramientas analíticas que utiliza la química forense para detectar sustancias en muestras biológicas como sangre, orina, órganos y tejido. **Metodología:** Se utilizó el método de investigación cualitativa de revisión bibliográfica que promovió la interacción entre los participantes del proceso, permitiendo el intercambio de experiencias. Se realizó la revisión y recolección de datos en la Biblioteca Científica Electrónica entre ellos la búsqueda de artículos científicos en Google académico, Redalyc, PubMed y Elsevier se siguió un orden de lectura de los resúmenes y palabras clave. **Resultados:** En una búsqueda de 30 artículos y 1 libro. Se desarrolló el análisis de la importancia, las técnicas actualizadas para el análisis y las muestras biológicas a considerarse. **Conclusiones:** Finalmente podemos concluir el amplio alcance que tiene la química forense en todas las áreas de la investigación criminal. **Área de estudio general:** Criminalística y Ciencias forenses. **Área de estudio específica:** Técnicas Forenses. **Tipo de estudio:** Artículo original

Keywords:

Forensic chemistry,
biological samples,
illicit substances.

Abstract

Introduction: The detection of illicit substances in biological samples is fundamental in the forensic field, with significant implications in criminal investigations and judicial processes. Forensic chemistry plays a crucial role in this context, providing advanced analytical techniques for the identification and quantification of these substances. **Objectives:** The present study aims to highlight the crucial role that forensic chemistry plays in the identification and

quantification of drugs in biological samples. The reader will be informed about the techniques and analytical tools that forensic chemistry uses to detect substances in biological samples such as blood, urine, organs, and tissue. **Methodology:** The qualitative research method of bibliographic review was used, which promoted interaction between the participants of the process, allowing the exchange of experiences. The review and collection of data was carried out in the Electronic Scientific Library, including the search for scientific articles in Google academic, Redalyc, PubMed and Elzevir, a reading order of the summaries and keywords was followed. In a search of 30 articles and 1 book. **Result:** The analysis of the importance, the updated techniques for the analysis and the biological samples to be considered were developed. **Conclusions:** Finally, we can conclude the wide scope that forensic chemistry has in all areas of criminal investigation. **General study area:** Criminalistics and Forensic Sciences. **Specific area of study:** Forensic Chemistry. **Type of study:** Bibliographic Review.

Introducción

Los inicios de la química forense se remontan a principios del siglo XIX, cuando los científicos comenzaron a desarrollar métodos para identificar venenos y otras sustancias nocivas en el cuerpo humano. A lo largo de la historia, la química forense ha ido evolucionando junto con el desarrollo de nuevos métodos analíticos y la aparición de nuevos fármacos. En el Siglo XIX: Los primeros métodos de análisis químico de muestras biológicas se basaron en pruebas colorimétricas y reacciones químicas específicas; se utilizan métodos como la prueba de Marsh para arsénico y la prueba de Marquis para morfina. En el siglo XX surge la cromatografía en columna y en papel revolucionó el análisis de mezclas complejas al permitir el aislamiento y la identificación de compuestos individuales a su vez se introdujeron la espectrometría de absorción atómica y la espectrometría de emisión de llama para la determinación de elementos metálicos en muestras biológicas. Mientras que el siglo XXI la cromatografía de gases (GC) y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) se han convertido en importantes técnicas analíticas para la separación e identificación de diversas sustancias, la espectrometría de masas (MS) se ha convertido

en una poderosa herramienta para la identificación y caracterización de compuestos, incluidos fármacos y sus metabolitos. Por otra parte, avances en tecnologías como la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y la espectrometría de masas en tándem (MS/MS) han mejorado enormemente la precisión y sensibilidad del análisis forense (1).

En los últimos acontecimientos: El inmunoensayo enzimático (ELISA) y otros métodos inmunológicos han permitido el desarrollo de pruebas de detección rápidas y sensibles para diversos fármacos. La espectrometría de masas de alta resolución (HRMS) y la espectrometría de masas en tándem de alta resolución (HRMS/MS) pueden proporcionar mayor precisión y especificidad en la identificación de compuestos incluso en mezclas complejas en la actualidad se están explorando la genómica y la proteómica para desarrollar nuevas herramientas de análisis forense para identificar patrones de uso de drogas y sus efectos en el cuerpo (1).

Los avances en los métodos analíticos y el desarrollo de nuevas herramientas han hecho que la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas sea cada vez más precisa y sensible, con importantes implicaciones para campos que van desde las investigaciones criminales hasta la salud pública. A medida que la tecnología siga avanzando, la química forense seguirá desempeñando un papel fundamental en la lucha contra el abuso de drogas y la mejora de la salud pública.

Hoy en día, el ámbito de los laboratorios forenses se ha vuelto muy exigente, tanto técnica como intelectualmente. A medida que la sociedad avanza, ésta se vuelve más compleja y el crimen adopta muchas formas. Esto requiere el uso de técnicas analíticas sofisticadas que nos permitan utilizar mejor los procedimientos automatizados para proporcionar resultados para cientos de compuestos en una variedad de matrices clásicas, alternativas y novedosas. Con los equipos se genera una gran cantidad de datos, y las innovaciones tecnológicas relacionadas (como la inteligencia artificial o la quimiometría) pueden proporcionar a los toxicólogos forenses herramientas para clasificar y estudiar datos o ayudar a desarrollar las estrategias analíticas más rentables (2).

En el siglo XX la toxicología forense se limita a identificar las causas tóxicas de delitos específicos. Sin embargo, la ciencia moderna se dedica principalmente a las investigaciones forenses, tanto in vivo para rastrear el consumo de drogas y caracterizar estados de adicción, como en cadáveres para detectar sobredosis de drogas y reacciones alérgicas (si la muerte está relacionada con el consumo de drogas). Actualmente, la investigación en toxicología forense, incluido el conocimiento especializado de organismos vivos y post mortem, es cada vez más extendida e indispensable, con el objetivo de rastrear y/o confirmar la posible presencia de sustancias prohibidas y detectar posibles estados mentales (3).

La toxicología forense es una de las ramas de la Química forense que tiene como objetivo la resolución penal y la promoción de Justicia penal. Expertos criminalistas utilizan estudio de toxicología para generar evidencia material que luego será utilizado para esclarecer el crimen. En este sentido, muestra la capacidad del estudio para identificar y rastrear drogas de abuso de naturaleza legal y drogas ilícitas (marihuana, cocaína, crake, éxtasis, entre otras) (4).

La toxicología forense se utiliza para identificar sustancias toxicológicamente significativas en muestras tomadas de cadáveres en colaboración con médicos forenses en la investigación de causas de muerte que involucran sustancias tóxicas que se ha descubierto que son factores que contribuyen a la muerte. La toxicología forense estudia la Investigación de métodos forenses en casos de intoxicación y muerte (intencional o accidental) con el objetivo de identificar sustancias nocivas o causantes de cambios psicológicos (temporales o permanentes). Determina la intoxicación como delito. Establece una intoxicación como estado peligroso y de esta manera da lugar a la aplicación de la ley. Así, la toxicología forense sirve para detectar y cuantificar sustancias tóxicas que pueden encontrarse en situaciones delictivas (5).

Al hacer énfasis en nuestra sociedad ecuatoriana se encuentra amenazada por los recientes cambios sociales y culturales que afectan la vida de las nuevas generaciones de ciudadanos. Entre ellos, el más destacado es el pequeño comercio, es decir, el desarrollo de un mercado local de sustancias psicotrópicas y estupefacientes, que está dirigido principalmente al consumo de comunidades urbanas más pobres y de jóvenes o adultos.

El comercio minorista es una respuesta a las necesidades sociales que tienen sentido desde los mercados y a los bajos precios de los residuos de la producción de drogas colombianas que se envían a Ecuador como medicinas baratas. Estos productos restantes se comercializan como pastas base, O la *creepy* y todos están elaborados con precursores de baja calidad y procedimientos que implican exportar productos a países como México, Estados Unidos, Brasil o el extranjero. (6)

La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas proporciona una descripción general sólida del tema, existen algunas argumentos que se podrían abordar para mejorar su profundidad y comprensión como son: las aplicaciones específicas en investigaciones criminales de como la química forense ha sido crucial en la resolución de casos criminales relacionados con drogas y el tráfico de drogas así como también los avances recientes en técnicas analíticas en lo que se podría profundizar en las técnicas analíticas más novedosas y prometedoras en el campo de la química forense, como la espectrometría de masas de alta resolución (HRMS) y la espectrometría de masas en tándem de alta resolución (HRMS/MS) (7).

Ante el panorama presentado, el artículo pretende como objetivo resaltar el papel crucial que desempeña la química forense en la identificación y cuantificación de drogas en muestras biológicas. Se informará al lector sobre las técnicas y herramientas analíticas que utiliza la química forense para detectar sustancias ilícitas en muestras biológicas como sangre, orina, órganos y tejido.

Metodología

Este trabajo utilizó un enfoque cualitativo y fue realizado por cuatro académicos en la maestría de criminalística y ciencias forenses. El método de investigación cualitativa promueve la interacción entre los participantes del proceso, permite el intercambio de experiencias, evalúa conocimientos previos individuales y promueve la construcción colectiva de conocimientos.

Para lo cual se realizó la revisión y recolección de datos en la Biblioteca Científica Electrónicas entre ellos la búsqueda de artículos científicos en Google académico, redalyc, PubMed y Elzevir se siguió un orden de lectura de los resúmenes y palabras clave. En una búsqueda de 30 artículos y 1 libro. Se eligió los artículos de mayor relevancia. En idiomas variados como inglés, portugués y español.

Resultados

En este punto se desarrolló la investigación, síntesis y análisis en las diferentes fuentes electrónicas entre artículos y un libro para lo cual describimos a continuación.

La importancia de la química forense

La importancia de la química forense es inmensa y cubre varios aspectos de la resolución de delitos, la seguridad pública y la justicia.

A continuación, se muestran algunas áreas en las que la química forense juega un papel importante:

- **Identificación y análisis de pruebas:** la química forense se utiliza para identificar y analizar una variedad de pruebas, fluidos corporales, fibras textiles, residuos de disparos, productos químicos, etc. Estos análisis proporcionan información importante para identificar vínculos entre las escenas del crimen, las víctimas y los perpetradores. (8)
- **Investigación de incendios y explosiones:** Los expertos en química forense investigan incendios y explosiones para determinar su causa y origen. Utilizan métodos químicos para analizar muestras de la escena del crimen y determinar si se utilizaron acelerantes o explosivos. (9)

- **Pruebas de drogas y toxinas.** La química forense juega un papel vital en la detección y análisis de drogas ilegales, así como de toxinas y venenos en el cuerpo humano. Estos análisis son fundamentales en casos de intoxicación, sobredosis e intoxicación. (10)
- **Análisis balístico.** Los químicos forenses utilizan métodos químicos para analizar la composición de balas, casquillos y residuos de disparos. Estos análisis ayudan a establecer vínculos entre armas, balas y escenas del crimen. (11)
- **Identificación de sustancias desconocidas:** la química forense se utiliza para identificar sustancias desconocidas que se encuentran en la escena del crimen, como productos químicos, polvos, líquidos y residuos. Estos análisis son muy importantes para determinar la naturaleza de la sustancia y su posible conexión con el delito. (1)
- **Análisis de ADN.** Aunque la genética forense se considera una disciplina separada, la química desempeña un papel fundamental en el análisis de muestras de ADN. Este análisis se utiliza en casos de paternidad y paternidad para identificar a los culpables, exonerar a los inocentes y establecer relaciones familiares. (12)
- **Prevención de fraude:** la química forense se utiliza para prevenir el fraude en una variedad de áreas, como la inspección de documentos, la detección de productos falsificados y la identificación de sustancias adulteradas en alimentos, medicamentos y productos químicos. (13)

Ensayos analíticos para la detección de sustancias ilícitas.

Estos incluyen cromatografía de gases con detector selectivo de masas, cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y cromatografía de gases de llama con detección de ionización (GS-FID).

Estos métodos son muy sensibles y permiten una caracterización detallada de los materiales incautados para determinar contaminantes, concentraciones y cantidades. A continuación, se detallan algunos de los métodos más comunes para detectar sustancias Ilícitas. (14)

Cromatografía de gases: Es un instrumento para la separación de dos o más compuestos y análisis de muestras complejas. Contiene 5 módulos básicos, son: Fase Móvil, Inyector o Automuestreador, Columna se encuentra en un horno la (donde se lleva a cabo la separación), Detector y Registrador (cromatograma). La Fase Móvil es un gas inerte que sirve como gas acarreador como pueden ser Helio, Nitrógeno, Hidrogeno y Argón. A su vez el inyector debe tener una temperatura dependiendo del tipo muestra para que esta

llegue en forma de vapor para que llegue a la columna finalmente separa, identifica y cuantifica en tiempos muy cortos en comparación con otros instrumentos (15).

Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC): Emplea una técnica cromatografía que depende de una fase móvil en estado líquido y una fase estacionaria en estado sólido o en estado líquido. La técnica de separación es utilizada principalmente por su alta sensibilidad, tiene la capacidad de separar especies con características no volátiles y cuenta con una gran capacidad de aplicación. Este método es de alta eficiencia, se utiliza principalmente para separar diversos componentes de una mezcla única, estos componentes se encuentran distribuidos en una fase móvil, la cual se considera el disolvente o mezcla de diversos disolventes. La fase en estado estacionario consta de un sólido que interactúa con todas las sustancias que se desea separar. En este caso existen dos tipos de cromatografía; la de fase normal, la cual se caracteriza por su capacidad de separar compuestos con base a la polaridad que presenten, para este método se utiliza una fase en estado estacionario polar y la fase en estado móvil apolar (16).

Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Es una técnica espectroscópica que se basa en la detección de compuestos, por medio de sus modos vibracionales. Esta técnica se vale de radiación electromagnética en el espectro infrarrojo, para generar vibraciones y torsiones en las moléculas y medir su respuesta. Sus aplicaciones más amplias se encuentran en el análisis de polímeros y compuestos orgánicos (17).

Espectrometría de movilidad iónica acoplada a espectrometría de masas (IMS-MS)

En IMS-MS, los iones se pulsan en el MS y toda la masa de iones se puede analizar continuamente. Esto es posible porque el espectro de masas se puede adquirir en menos de un milisegundo y, por tanto, para cada pico de movilidad.

Por lo tanto, puede ocurrir la separación de todos los iones de diferente masa e igual movilidad. En el modo de monitoreo de iones SIM seleccionado, el instrumento MS está configurado para detectar un valor de masa/carga específica y así generar un espectro de movilidad iónica para todos los iones de una masa determinada (18).

Muestras biológicas

Es importante la recolección, selección y análisis de las muestras biológicas para obtener resultados precisos y su correcta interpretación (10).

Tomamos en cuenta las muestras biológicas post mortem las cuales son llevadas a los estudios para la determinación de tóxicos estas son:

- **Sangre venosa:** 2 tobos de 5 ml.

- **Sangre de la cavidad cardiaca:** todo lo disponible
- **Líquido pericárdico:** todo lo disponible
- **Humor vítreo:** Todo lo posible sin dañar estructuras oculares, en un tubo de tamaño adecuado.
- **Orina:** Todo lo posible, en frasco de 50 ml de seguridad.
- **Bilis:** Todo lo posible, en frasco adecuado a la cantidad.
- **Contenido Gástrico:** Todo lo posible, en frasco adecuado a la cantidad.
- **Viseras:** Frascos de plástico de boca ancha y cierre hermético.
- **Hígado:** 50 gramos, en un frasco.
- **Riñón:** 50 gramos, en un frasco.
- **Pulmón:** 50 gramos, en frasco. (19)

Conclusiones

- **Amplio alcance de la química forense:** la química forense cubre todas las áreas de la investigación criminal, desde la identificación de pruebas de la escena del crimen hasta el análisis de sustancias en muestras biológicas. Su versatilidad y utilidad lo convierten en una herramienta indispensable para resolver delitos y promover la justicia penal.
- **Un papel importante en la detección de drogas ilegales:** la toxicología forense, que forma parte de la química forense, desempeña un papel importante en la identificación y análisis de drogas ilegales y toxinas en el cuerpo humano. Estos análisis son fundamentales para resolver envenenamientos, sobredosis y otros delitos relacionados con las drogas, contribuyendo así a promover la justicia.
- **Relevancia para el contexto social:** La química forense es particularmente importante en lugares donde el comercio minorista de sustancias psicotrópicas y estupefacientes representa una amenaza para la sociedad, como se menciona en el caso de Ecuador. La capacidad de identificar y rastrear estas drogas no sólo ayuda a resolver los problemas de delincuencia, sino que también ayuda a descubrir cambios sociales y culturales que afectan a las comunidades.
- **Métodos analíticos avanzados:** Las técnicas analíticas mencionadas anteriormente, como la cromatografía de gases, la cromatografía líquida de alta resolución y la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, son esenciales para la detección y caracterización de sustancias ilícitas. Su alta sensibilidad y precisión permiten un análisis detallado de las muestras incautadas, facilitando su identificación y análisis forense.

- **Importancia de las muestras biológicas:** Las muestras biológicas post mortem, como sangre, líquido pericárdico y otros tejidos, son esenciales para detectar toxinas y fármacos en el cuerpo humano. La correcta recolección y análisis de estas muestras es esencial para obtener resultados precisos de los exámenes forenses relacionados con la detección de sustancias ilegales, lo que contribuye significativamente a la resolución de casos penales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses financiero, profesional o personal que pueda influir de manera inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones realizadas en este estudio presentado.

Declaración de contribución de los autores

Ángela Del Roció Huacho Chalán, analista de la metodología de estudio, revisión de sitios web a emplear en el artículo de estudio.

Jasmin Rocio Moncayo Hurtado, realizó una extensa revisión de la literatura, redactó la introducción y resultados, proporcionó conocimientos relevantes en la investigación, revisó críticamente el manuscrito.

José Luis Núñez León. Participo en la elaboración del resumen y revisión de resultados y conclusiones.

Sandra Elizabeth Satán De Secaira, colaboradora en las conclusiones y revisión bibliográfica.

Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Referencias bibliográficas

1. Ruiz CG. Introducción a la Química Forense. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=w3scEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=importancia+de+la+quimica+forense:+identificacion+de+sustancias+de+sconocidas&ots=zQiqTiGrfP&sig=DU61mYHI-Qn_aOBWK39Z7UFJP64#v=onepage&q&f=false.
2. Soria ML. Avances en toxicología forense y su papel en el proceso forense. [Internet]; 2023. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2445424923000134>.

3. Daiane Bezerra JCMGR. Toxicología forense: o estudo dos agentes tóxicos nas ciências forenses. [Internet]; 2023. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56068/41200>.
4. Caio Couto CBCROQJM. Química Forense: A Ciência e sua importância para a sociedade. [Internet]; 2021. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://exatastechnologias.pgsscogna.com.br/rcext/article/view/9285>.
5. Barajas-Calderón HI, GHCA, & SCVA. Toxicología forense. Red Internacional de Divulgación Científica Forense. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63154883/TOXICOLOGIA_FORENSE20200430-75900-1sv66r7-libre.pdf?1588310044=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D%20TOXICOLOGIA_FORENSE.pdf&Expires=1716588527&Signature=Jp79~jWmgjLbu6xRAYAu1CSYsy4MPzzrihpSh4RjQ.
6. Orly delgado BM. El Silogismo Roto: Los Efectos Legales de la Tenencia y el Consumo de Droga en el Ordenamiento Interno Ecuatoriano. [Internet]; 2018. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/122/12262987003/>.
7. Soria ML. Avances en toxicología forense y su papel en el proceso forense. [Internet]; 2023. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037747322200030X>.
8. Torres JC. Investigación Forense. [Internet]; 2021. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://www.derecho.uba.ar/academica/posgrados/documentos/2021-curso-independiente-torres-la-investigacion-forense-modulo-2.pdf>.
9. Pacheco LGL. El análisis químico de sustancias inflamables o combustibles como medio probatorio en el sistema penal acusatorio. [Internet]; 2023. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/28152>.
10. Arajas-Calderón HIGHCAySCVA. Artículos de Divulgación Científica Forense Red Internacional de Divulgación Científica Forense. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63154883/TOXICOLOGIA_FORENSE20200430-75900-1sv66r7-libre.pdf?1588310044=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D%20TOXICOLOGIA_FORENSE.pdf&Expires=1716588527&Signature=Jp79~jWmgjLbu6xRAYAu1CSYsy4MPzzrihpSh4RjQ.

[200430-75900-1sv66r7-libre.pdf?1588310044=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTOXICOLOGIA_FORENSE.pdf&Expires=1710264835&Signature=fMLm~6n8k3PBGjqlhrd~0FhI4RmvaZArQzNor3fK6](https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6172)

11. Garcia JH. Cumplimiento oportuno de la pericia de balística en la investigación preliminar en delitos en flagrancia en las fiscalías provinciales penales corporativas de Los Olivos. [Internet]; 2021. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6172>.
12. Chavez JGM. El ADN como medio probatorio para justificar los delitos sexuales. [Internet]; 2023. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11259>.
13. Duvan Alexis Zuluaga Ospina ACBHyAYSO. El papel de la Auditoría Forense en la detección de fraudes financieros en Colombia. [Internet]; 2020. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/232875331.pdf>.
14. Hernandez DAP. Methodology for the detection of cocaine in polymeric matrices using electrochemical. [Internet]; 2021. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82288/1053842719.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
15. Ovcharov CS. Guía de trabajo basado en la pedagogía de metafrontera para el aprendizaje de cromatografía de gases en estudiantes de licenciatura en química. [Internet]; 2020. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7923967>.
16. Iriarte Perdigón AC. HISTORIA, DESARROLLO Y ÚLTIMOS AVANCES EN CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICIENCIA (HPLC). [Internet]; 2022. [Acceso 22 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/5009/iriarte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
17. Hernández DAP. Methodology for the detection of cocaine in. [Internet]; 2021. [Acceso 22 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82288/1053842719.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

18. Meza DE. INTERACCIÓN ION-MODIFICADOR DEL GAS DE DERIVA ESPECTROMETRÍA DE MOVILIDAD IÓNICA. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/11080/Tesis%20de%20Maestr%C3%ADa-Dairo%20Enrique%20Meza%20Morelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. Ruiz CG. Introducción a la Química Forense: J.M. Bosch Editor; 2020.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones



Influencia de la pericia de tricología forense en la investigación de delitos de tránsito

Influence of forensic trichology expertise in the investigation of traffic crimes

- ¹ Iliana Lissette Bautista Martínez  <https://orcid.org/0009-0007-2823-0341>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
ibautista22@hotmail.com
- ² Joselyn Viviana Huilca Villalba  <https://orcid.org/0000-0001-6895-6090>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
joselyn_huilca_2014@hotmail.com
- ³ Andrea Jeanneth Meneses Acosta  <https://orcid.org/0009-0008-8626-6032>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
andreameneses1213@gmail.com
- ⁴ David Andrés Morales Aguilar  <https://orcid.org/0009-0009-0822-5945>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
ab.andresmorales@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3061>

Cítese:

Bautista Martínez, I. L., Huilca Villalba, J. V., Meneses Acosta, A. J., & Morales Aguilar, D. A. (2024). Influencia de la pericia de tricología forense en la investigación de delitos de tránsito. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 125-135. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3061>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Influencia,
Tricología,
Accidentes de
Tránsito, Elemento
Piloso, Delito.

Keywords:

Influence,
Trichology, Traffic
Accidents, Hairy
Element, Crime.

Resumen

Introducción. La Tricología Forense es una rama especializada de la criminalística que se encarga del estudio del cabello y las fibras con fines investigativos. **Objetivo.** Identificar a personas involucradas en el accidente, víctimas desconocidas o con cuerpos deteriorados mediante el análisis de cabello encontrado en la escena, aportando pruebas tangibles para la investigación y el juicio, fortaleciendo las alegaciones de las partes involucradas. **Metodología.** Nuestra investigación es de tipo Explorativo, con la que se pudo establecer conclusiones por método deductivo, a su vez esta posee un diseño sistemático porque se investiga e identifica las principales razones por las cuales la experticia de tricología forense no es utilizada en delitos de tránsito; toda la información en la investigación se obtuvo mediante el análisis bibliográfico extraído de diferentes fuentes a fin de identificar la importancia de esta experticia y así potenciar su práctica en el campo penal específicamente en delitos de tránsito. **Discusión:** La tasa de siniestralidad en nuestro país es alta, por ende, la demanda de profesionales para el estudio y esclarecimiento de este tipo de casos es alta también, pero es aquí donde nace la problemática, pues la administración de justicia enfrenta diversas circunstancias en su camino para llegar a la verdad, obstáculos pueden ser superados con la ayuda de la ciencia, teniendo un claro ejemplo en la tricología forense. **Conclusión.** A través del presente estudio se ha logrado determinar la importancia de la pericia de tricología forense en las diferentes investigaciones que desarrolla la administración de justicia en torno a los delitos en materia de tránsito. **Área de estudio general:** Ciencias Forenses. **Área de estudio específica:** Tricología Forense. **Tipo de estudio:** Artículo de revisión

Abstract

Introduction. Forensic Trichology is a specialized of criminalistics that is responsible for the study of hair fibres for investigation bodies by analyzing hair found at the scene **Objective.** Identify people involved in the accident, unknown victims or those with deteriorated bodies through the analysis of hair found at the scene, providing tangible evidence for the

investigation and trial, strengthening. **Methodology.** Our research is of the explorative type, with which conclusion could be established by deductive method, in turn it has a systematic design because it investigates and identifies the main reasons is not used in traffic criminals; All the information in the research was obtained through bibliographic analysis extracted from different sources in order to identify the importance of this expertise and thus enhance its practice in the criminal field, specifically in traffic criminals. **Discussion:** The accident rate in our country is high, therefore, the demand for professionals to study and clarify these types of cases is also high, but this is where the problem arises, since the administration of justice faces various circumstances in their path to reaching the truth, obstacles can be overcome with the help of science, having a clear example in forensic trichology. **Conclusion:** through this study, it has been possible to determine the importance of forensic trichology expertise in the different investigations carried out by the administration of justice around traffic crimes. **General Area of Study:** Forensic Sciences. **Specific area of study:** Forensic Trichology Study. **Type:** Review Article

Introducción

Los delitos de tránsito forman parte de las infracciones más comunes para la administración de justicia; estos delitos, al ser considerados en su gran mayoría de carácter culposos, no presentan una estructura compleja para investigar, sin embargo pueden ocurrir situaciones donde los infractores orientan su actuación en detrimento de la justicia, buscando favorecer sus propios intereses, ya sea ocultando los hechos verdaderos en torno al accidente de tránsito o alterándolos, es aquí donde la administración de justicia recurre a la ciencia para esclarecer los hechos controvertidos, dejando en manos de expertos la explotación de los diferentes indicios encontrados en la escena de los hechos, siendo una de las varias herramientas científicas con las cuales cuenta el titular de la acción penal, la pericia de tricología forense, experticia no muy conocida y aplicada en el área de tránsito, pero que puede resultar trascendental al momento de tomar decisiones en el marco de una investigación, tal como se abordará en el presente estudio donde el elemento piloso ocupa un papel protagónico.

Los elementos pilosos por su configuración pueden encontrarse en cualquier lugar pasando desapercibidos, sin embargo, pueden ser indicios de vital importancia para el esclarecimiento de un hecho en el marco de la escena de un crimen; en efecto, este tipo de indicios son realmente importantes para la ciencia forense, específicamente en el estudio de tricología forense.

La tricología forense puede proporcionar valiosas pistas para identificar a una persona involucrada en un delito, comprobar su presencia en la escena o inclusive establecer un vínculo entre la víctima y su agresor; como se ve comunmente en la administración de justicia, esta es una experticia que se aplica en delitos graves como asesinatos, homicidios, violaciones, entre otros; sin embargo, su aplicación en la materia de tránsito es escasa, siendo la tricología forense una experticia que puede resultar muy útil para esclarecer este tipo de delitos. (1)

En algunos estudios (2,3,4) se han argumentado que la comprensión de la utilidad de esta pericia debe estar al alcance de todos quienes conforman la administración de justicia, pues su aplicación permitirá ejecutar actuaciones judiciales dotadas de amplio conocimiento técnico – científico que lleven al total conocimiento de los hechos, evitando así la impunidad y consagrando a la eficiencia y la eficacia como principios rectores en la construcción de justicia.

Metodología

La presente investigación fue de tipo explorativo, dado el enfoque de la experticia analizada, siendo una fuente de carga probatoria en el marco de un proceso judicial relativamente nueva y poco utilizada, esto permitió establecer conclusiones por método deductivo, centrándonos en explorar el tema, recopilar información y generar una hipótesis a través de un diseño sistemático porque se investiga e identifica las principales razones por las cuales la experticia de tricología forense no es utilizada en delitos de tránsito; toda la información en la investigación se obtuvo mediante el análisis bibliográfico extraído de diferentes fuentes a fin de identificar la importancia de esta experticia y así potenciar su práctica en el campo penal específicamente en delitos de tránsito.

Discusión

La tricología forense es una rama de las ciencias forenses destinado a la resolución de casos criminales, en donde trata de analizar características microscópicas y macroscópicas así como también formas, estructuras, colores y biometrías de elementos pilosos de humanos y animales relacionados en una escena de un crimen. (5)

Los estudios científicos acerca del ser humano han demostrado en distintas épocas y por diversos autores que, constituyen una entidad única, ya que cada individuo tiene

características irrepetibles, lo que facilita la individualización de la persona al momento de esclarecer delitos penales. En este sentido, el examen microscópico comparativo de cabellos humanos o cualquier otro elemento piloso provee una evidencia de valor asociativo entre individuos y objetos que han sido relacionados con un hecho delictivo en el ámbito penal. (6)

El procedimiento empleado en la inspección técnica del sitio del suceso, debe realizarse progresivamente y bajo estrictos protocolos de protección, fijación, colección, embalaje, rotulado, etiquetado, preservación y traslado a las respectivas dependencias de investigaciones penales, criminalísticas y ciencias forenses, u órganos jurisdiccionales, de tal manera que se pueda dar efectivo cumplimiento a los requerimientos investigativos en las distintas áreas que conforman el tetraedro de la criminalística como lo es el sitio del suceso, víctima, victimario y medios de comisión del delito. (7)

La importancia del elemento capiloso, como elemento de estudio forense, radica en su resistencia a la descomposición, manteniendo sus características a lo largo del tiempo e incluso en el cadáver luego de transcurrido considerable tiempo de la muerte, por lo que es una de las pocas muestras biológicas que se conservan a lo largo el tiempo, siendo posibles de someterse a estudio. (8)

Como ha sugerido Pilco (9), el pelo es considerado un indicio importante en una gran variedad de crímenes. Las pericias sobre pelos tienen gran importancia, a pesar de que los investigadores aún no han tomado total conciencia de ello. La búsqueda también es importante, el pelo puede encontrarse sobre la víctima, en prendas de vestir, debajo de las uñas, entre los dedos, en ropas de cama, peines, cepillos, entre otros.

En el Ecuador, los delitos de tránsito son más frecuentes de lo que creemos, según la Agencia Nacional de Tránsito, a lo largo del año 2023 se registraron 20.994 siniestrados de tránsito, dentro de los cuales existieron 18.605 personas lesionadas y un saldo de 2.373 fallecidos in situ, cifras que demuestran el alto índice de accidentes de tránsito, pues esto se traduce en que aproximadamente ocurren en el Ecuador 50 accidentes de tránsito diarios donde aproximadamente fallecen 6 personas diariamente. (10)

Tabla 1. Cantidad de Accidentes de Tránsito por Provincia en el año 2023.

Provincia	Accidentes de Tránsito
Azuay	1.197
Bolívar	153
Cañar	81
Carchi	29
Chimborazo	515
Cotopaxi	231
El Oro	588

Tabla 1. Cantidad de Accidentes de Tránsito por Provincia en el año 2023 (continuación)

Provincia	Accidentes de Tránsito
Esmeraldas	179
Galápagos	7
Guayas	7.474
Imbabura	375
Loja	658
Los Ríos	1.101
Manabí	1.398
Morona Santiago	72
Napo	28
Orellana	80
Pastaza	26
Pichincha	4.156
Santa Elena	532
Santo Domingo de los Tsáchilas	1.048
Sucumbíos	23
Tungurahua	987
Zamora Chinchipe	56
Total	20.994

Fuente: Tomado de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (10)



Figura 1. Siniestralidad en el Ecuador

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (10)

Como se puede evidenciar, la tasa de siniestralidad en nuestro país es alta, por ende, la demanda de profesionales para el estudio y esclarecimiento de este tipo de casos es alta también, pero es aquí donde nace la problemática, pues la administración de justicia enfrenta obstáculos en su camino para llegar a la verdad; estos conflictos aparecen cuando los involucrados en la investigación optan por ocultar situaciones en torno al accidente de tránsito o tergiversarlos, todo por una sola razón, satisfacer sus propios intereses, ya sea que estos se deban a desconocer su responsabilidad en el siniestro, no asumir pérdidas humanas o materiales que en evidencia afectarían su bolsillo o simplemente la deficiente asesoría de los profesionales del derecho que ven en la mala fe y la deslealtad procesal el camino para intentar engañar a la administración de justicia (11); y, ante todos estos intentos fallidos aparecen las diversas herramientas con las que cuenta la justicia para el esclarecimiento de las controversias, una de ellas son las ciencias forenses, específicamente nos centraremos para nuestro estudio en la tricología forense, experticia que como se ha visto en esta investigación centra su estudio en el elemento piloso, indicio que pasa totalmente desapercibido en muchas de las ocasiones en las escenas del crimen, pero que puede resultar fundamental en el desarrollo de la investigación judicial (12). Centrándonos en los delitos de tránsito, un elemento piloso puede encontrarse ubicado en cualquier parte de la escena del siniestro, y es en torno a la ubicación donde la pericia de tricología forense desarrolla sus aplicaciones, que serán explicadas a continuación, en pro de colaborar con la justicia. (13)

- **Identificación de personas involucradas:** Si se encuentran elementos pilosos en la escena del accidente o en los vehículos involucrados, estos pueden ser analizados para determinar la identidad de los ocupantes de los vehículos siniestrados.
- **Determinación de la posición de los ocupantes:** El análisis de la dirección y la fuerza en la que se encuentra el elemento piloso en los asientos y/o ventanales de un vehículo puede proporcionar información sobre la posición de los ocupantes en el momento del impacto. Esto también puede resultar útil para comprender la dinámica del accidente y la gravedad de las lesiones. (14)
- **Tiempo desde el incidente:** El análisis de la etapa de crecimiento del elemento piloso puede colaborar a estimar el tiempo que ha transcurrido desde que ocurrió el accidente; información que puede ser valiosa para la reconstrucción de eventos y determinar si las versiones de los testigos y ocupantes coinciden con la evidencia física.
- **Identificación de objetos externos:** Los elementos pilosos también pueden llevar consigo partículas o fibras que podrían provenir de objetos externos, como ropa, cinturones de seguridad o incluso partes de vehículos, este tipo de análisis puede ser útil para identificar elementos adicionales presentes en la escena del accidente.

- **Determinación de la velocidad del vehículo:** En algunos casos, y aunque resulta una tarea bastante compleja, el análisis de la dirección y la inclinación de los elementos pilosos puede proporcionar cierta información sobre la velocidad y la dirección del vehículo en el momento del impacto. (15)

Conclusiones

- A través del presente estudio se ha logrado determinar la importancia de la pericia de tricología forense en las diferentes investigaciones que desarrolla la administración de justicia en torno a los delitos en materia de tránsito.
- La tricología forense se convierte en una de las herramientas de las ciencias forenses para la administración de justicia en favor de que el titular de la acción penal tenga elementos de convicción dotados de criterios técnicos – científicos.
- Los delitos de tránsito son infracciones que ocurren frecuentemente en el país, motivo por el cual requieren de experticias como la de la tricología forense para establecer hechos verdaderos en casos complejos.
- La experticia de tricología forense es una pericia muy poco aprovechada por la administración de justicia en el área de tránsito, debiendo ser potenciada en esta área, toda vez que sus resultados colaboran en gran magnitud al esclarecimiento de los hechos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Agradecemos la contribución de los autores de este estudio, a los profesionales del derecho Lissette Bautista y Andrés Morales, quienes con su experiencia en el área penal, permitieron estructurar la perspectiva jurídica de esta investigación; a Joselyn Huilca, quien como profesional de la salud nos permitió identificar y comprender la importancia de la tricología como mecanismo de análisis de indicios; y, a Andrea Meneses, quien como profesional laboratorista, permitió que este estudio se encuentre dotado de experiencias cotidianas que día a día se experimentan en los laboratorios.

Referencias bibliográficas

1. Federación de Enseñanza de Andalucía. El Cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. pautas para la determinación de: Distribución, Longitud, Calidad, Color, Forma e Implantación. Rev. Dig. Prof. Ense.; 2010 vol. 1 (10): 1-11. Available from: <https://www.academia.edu/40830901/>

2. Zambrano E. Experticia tricológica forense. Serie Derecho [Internet]. Febrero, 2021 [citado marzo, 2024]; Volumen (6): página 25. Disponible en: <https://uba.edu.ve/wp-content/uploads/2022/03/7.-EXPERTICIA-TRICOLOGICA-FORENSE-EMILY-ZAMBRANO.pdf>
3. Vázquez San Juan L. Pelos como tipo de indicio en un hecho delictivo. [Tesina], Universidad Nacional Autónoma de México, Zaragoza, México]. Mayo 2021 [citado marzo, 2024]. Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_vazquez_sanjuan.pdf
4. Vázquez San Juan LM. Pelos en el hecho delictivo. [Tesis] FCS Zaragoza, México DF 201, [citado marzo, 2024]. Disponible: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_vazquez_sanjuan.pdf
5. Liendo B. Tricología Forense. Slideshare [Internet]. 30 de septiembre de 2018 [citado marzo, 2024]. Disponible en: Tricología Forense/ <https://es.slideshare.net/cchavezmartinez/tricologia-forense#:~:text=3.,INVESTIGACION%20CRIMINAL%20Y%20EL%20DERECHO.https://www.cesareragazzi.com/es/tipologiacutea-y-morfologiacutea-del-cabello>
6. Montoro CJ, Ramón TS. Limitaciones de los Análisis de Pelo para determinar las Circunstancias que atenúan o eximen de la Responsabilidad Criminal. Revista Scielo [Internet]. 2016 [citado marzo, 2024]; Volumen (22): 46–48 páginas. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062016000100007
7. Musshoff F, Thieme D, Schwarz. G, Sachs. H, Skopp. G, Franz. T, Determination of Hydroxy Metabolites of Cocaine in Hair Samples for Proof of Consumption. Revista PubMed [Internet]. 2018 [citado marzo, 2024]; Volumen (10): 681–688 páginas. Disponible <https://doi.org/10.1002/dta.2317>.
8. Peña M, Cepeda M, Cáceres V, Sánchez F. Estudio de Tricología Forense en casos donde el Elemento Piloso es Crucial para la Investigación, como Indicio en un Hecho Delictivo. Ciencia Digital [Internet]. 2018 jun. [citado marzo 2024]; Volumen (3): 15-10 página. Disponible en: URL <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/404>.

9. Pilco N. Manual de Tricología Forense. Slideshare [Internet]. 2013 [citado marzo, 2024]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/adnestelamartin/manual-de-tricologia-forense>
10. Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador. Visor de Siniestralidad Nacional. Ecuador. El Nuevo Ecuador. [Sitio virtual]. 2023 [actualizado 2024 ene; citado marzo 2024]. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/>
11. Zambrano E. Experticia tricológica forense. Serie Derecho [Internet]. Febrero, 2021 [citado marzo, 2024]; Volumen (6): página 64. Disponible en: <https://uba.edu.ve/wp-content/uploads/2022/03/7.-EXPERTICIA-TRICOLOGICA-FORENSE-EMILY-ZAMBRANO.pdf>
12. Acosta S. Diseño de un protocolo de tricología forense a través del análisis de técnicas empleadas en resolución de casos médico legales. [Tesis pregrado, Universidad Técnica de Machala, Ecuador]. 2021, pág.73 [citado marzo, 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16532?mode=full>
13. Cáceres V, Vázquez C, Lucena M, Sánchez F. Tricología Forense. Ediciones: Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), pagina 176. 2021[citado marzo, 2024]. Disponible en: http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/obsrepositorio/libros/portadas/71/TRICOLOGIA_FORENSE.pdf
14. Mazón J, Sánchez M. La teoría del delito y su relación con las ciencias forenses. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Loja, Ecuador]. 2023, pág. 100 p. [citado marzo, 2024]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/27316>
15. Martínez Liendo B. Tricología Forense. [Sitio virtual]; 2018 [citado marzo, 2024]. Disponible: <https://cecacyc-oficial.wixsite.com/cecacyc/post/tricologia-forense>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.







Indexaciones



Restauración de vehículos alterados por el método de conducción.

Restoration of vehicles altered by the conduction method

- ¹ Juan Andrés Silva Masa  <https://orcid.org/0009-0009-0808-4222>
Sargento de la Policía Nacional del Ecuador, Estudiante Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
jasilva.fslc@unach.edu.ec
- ² Freddy Rodolfo Sánchez Polit  <https://orcid.org/0009-0002-2569-9906>
Capitán de la Policía Nacional del Ecuador, Estudiante Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
freddysanchezpolit@gmail.com
- ³ Cristhian Javier Chango Brito  <https://orcid.org/0009-0002-2168-888X>
Licenciado en Laboratorio Clínico, Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
cjchango.fslc@unach.edu.ec
- ⁴ Gabriela Carolina Ulloa Pilliza  <https://orcid.org/0009-0000-6062-952X>
Médico General, Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
julloa.fslc@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3062>

Cítese:

Silva Masa, J. A., Sánchez Polit, F. R., Chango Brito, C. J., & Ulloa Pilliza, G. C. (2024). Restauración de vehículos alterados por el método de conducción. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 136-153.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3062>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Restauración
alfanuméricas,
vehículos
alterados,
tratamiento
térmico,
conducción

Resumen

Introducción. La presente investigación tiene como objetivo determinar una nueva técnica de restauración de series alfanuméricas en vehículos alterados, considerando que el tratamiento térmico o por conducción constituye un conjunto de procesos técnicos destinados a modificar las propiedades físicas, mecánicas y/o químicas de los materiales, principalmente aceros y aleaciones metálicas. Esta técnica se enfoca en restablecer la superficie del metal a su estado original, ya que las moléculas se encuentran comprimidas debido a la acción abrasiva aplicada previamente. El método se aplica sobre la superficie cristalográfica para rellenar los vacíos y descomprimir el metal, lo que permite visualizar las series parcial o totalmente borradas o alteradas en una escala de grises. Es importante destacar que esta metodología, también conocida como pericia por inducción de calor, no es aplicable en motores de aluminio, ya que podría ocasionar la fusión del motor o daños en componentes aleatorios debido al exceso de calor directamente sobre las superficies. **Objetivo.** Explorar y analizar los desafíos, técnicas y tendencias emergentes en la restauración de vehículos que han sido alterados por tratamientos térmicos o condiciones extremas de conducción, con el fin de proporcionar una visión integral que sirva de guía tanto para entusiastas de la automoción como para profesionales del sector. **Metodología.** La metodología aplicable al siguiente estudio se llevó a cabo mediante la recopilación de información relevante sobre tratamientos térmicos y sus efectos en los materiales utilizados en la industria automotriz. De igual forma se utilizó como base el estudio de casos de vehículos que hayan sido alterados por tratamientos térmicos o condiciones extremas de conducción, culminando con el análisis exhaustivo de técnicas restaurativas empleadas por expertos en el campo. **Resultados.** El resultado final fue la técnica basada en el calor o la inducción de una llama de fuego aplicada directamente sobre una superficie de metal dulce, a una temperatura determinada, la misma que es aplicada únicamente sobre la superficie donde habitualmente vienen grabadas las series alfanuméricas. **Conclusión.** Es una técnica nueva de restauración en la aplicación de las pericias de identificación de grabados y marcas seriales de vehículos alterados sus series alfanuméricas, ya sean estas alteraciones por agentes abrasivos externos a las diferentes

superficies o por borrados químicos. **Área de estudio general:** Criminalística. **Área de estudio específica:** Revenidos químicos

Keywords:

Restoration alphanumeric, altered vehicles, heat treatment, driving

Abstract

Introduction. The objective of this research is to devise a novel technique for restoring alphanumeric series in modified vehicles. It is important to emphasize that heat or conduction treatment comprises a series of technical processes aimed at altering the physical, mechanical, and/or chemical properties of materials, primarily steels and metal alloys. During this process, the metal surface targeted for conduction (heat) treatment reverts to its original state as its molecules are compressed by the abrasive action applied to the surface. A method is applied to the crystallographic surface to reveal the alphanumeric series when the metal is filled in the voids and decompressed, displaying the partial or complete series in grayscale, which may have been erased or altered. It is crucial to note that this methodology, or expertise involving induction (heat), cannot be applied to engines made of aluminum, as it may cause the engine to melt or result in damage to various components due to direct heat application to surfaces. **Objective.** Explore and analyze emerging challenges, techniques, and trends in the restoration of vehicles that have been altered by heat treatments or extreme driving conditions, in order to provide a comprehensive view that serves as a guide for automotive enthusiasts and industry professionals alike. **Methodology.** The methodology applicable to the following study was carried out by collecting relevant information on heat treatments and their effects on materials used in the automotive industry. Likewise, the study of cases of vehicles that have been altered by heat treatments or extreme driving conditions was used as a basis, culminating in the exhaustive analysis of restorative techniques used by experts in the field. **Results.** The final result was the technique based on heat or the induction of a fire flame applied directly to a soft metal surface, at a certain temperature, which is applied only to the surface where the alphanumeric series are usually engraved. **Conclusion.** This is a novel restoration technique involving the application of identification skills to engravings and serial markings on vehicles, particularly those whose alphanumeric series have been tampered with, either by external abrasive agents on various surfaces or by chemical erasure.

Introducción

La presente investigación tiene como objetivo determinar una nueva técnica de restauración de series alfanuméricas en vehículos alterados, teniendo en cuenta que el tratamiento térmico o por conducción constituye un conjunto de procesos técnicos destinados a modificar las propiedades físicas, mecánicas y/o químicas de los materiales, principalmente aceros y aleaciones metálicas. Esta técnica se enfoca en restablecer la superficie del metal a su estado original, ya que las moléculas se encuentran comprimidas debido a la acción abrasiva aplicada previamente. El método se aplica sobre la superficie cristalográfica para rellenar los vacíos y descomprimir el metal, lo que permite visualizar las series parcial o totalmente borradas o alteradas en una escala de grises. Es importante destacar que esta metodología, también conocida como pericia por inducción de calor, no es aplicable en motores de aluminio, ya que podría ocasionar la fusión del motor o daños en componentes aleatorios debido al exceso de calor directamente sobre las superficies.

Constitución de la República Del Ecuador:

Art. 169.- El sistema procesal es un medio para la realización de la justicia. Las normas procesales consagrarán los principios de simplificación, uniformidad, eficacia, intermediación, celeridad y economía procesal, y harán efectivas las garantías del debido proceso. No se sacrificará la justicia por la sola omisión de formalidades. (7)

Art. 195.- La Fiscalía dirigirá, de oficio o a petición de parte, la investigación pre procesal y procesal penal; durante el proceso ejercerá la acción pública con sujeción a los principios de oportunidad y mínima intervención penal, con especial atención al interés público y a los derechos de las víctimas. De hallar mérito acusará a los presuntos infractores ante el juez competente, e impulsará la acusación en la sustanciación del juicio penal. Para cumplir sus funciones, la Fiscalía organizará y dirigirá un sistema especializado integral de investigación, de medicina legal y ciencias forenses, que incluirá un personal de investigación civil y policial; dirigirá el sistema de protección y asistencia a víctimas, testigos y participantes en el proceso penal; y, cumplirá con las demás atribuciones establecidas en la ley. (7)

Código Orgánico Integral Penal:

Artículo 443.- Atribuciones de la Fiscalía. -La Fiscalía ejerce las siguientes atribuciones:
1. Organizar y dirigir el Sistema especializado integral de investigación, de medicina legal y ciencias forenses. 3. Expedir en coordinación con las entidades que apoyan al Sistema especializado integral de investigación, medicina legal y ciencias forenses o con el organismo competente en materia de tránsito, los manuales de procedimiento y normas técnicas para el desempeño de las funciones investigativas. (2)

Artículo 456.- Cadena de custodia. - Se aplicará cadena de custodia a los elementos físicos o contenido digital materia de prueba, para garantizar su autenticidad, acreditando su identidad y estado original; las condiciones, las personas que intervienen en la recolección, envío, manejo, análisis y conservación de estos elementos y se incluirán los cambios hechos en ellos por cada custodio. La cadena inicia en el lugar donde se obtiene, encuentra o recauda el elemento de prueba y finaliza por orden de la autoridad competente. Son responsables de su aplicación, el personal del Sistema especializado integral de investigación, de medicina legal y ciencias forenses, el personal competente en materia de tránsito y todos los servidores públicos y particulares que tengan relación con estos elementos, incluyendo el personal de servicios de salud que tengan contacto con elementos físicos que puedan ser de utilidad en la investigación. (2)

Artículo 457.- Criterios de valoración. - La valoración de la prueba se hará teniendo en cuenta su legalidad, autenticidad, sometimiento a cadena de custodia y grado actual de aceptación científica y técnica de los principios en que se fundamenten los informes periciales.

La demostración de la autenticidad de los elementos probatorios y evidencia física no sometidos a cadena de custodia, estará a cargo de la parte que los presente. (2)

Artículo 458.- Preservación de la escena del hecho o indicios. - La o el servidor público que intervenga o tome contacto con la escena del hecho e indicios será la responsable de su preservación, hasta contar con la presencia del personal especializado. Igual obligación tiene los particulares que por razón de su trabajo o función entren en contacto con indicios relacionados con un hecho presuntamente delictivo. (2)

Artículo 511.- Reglas generales. - Las y los peritos deberán:

1. Ser profesionales expertos en el área, especialistas titulados o con conocimientos, experiencia o experticia en la materia y especialidad, acreditados por el Consejo de la Judicatura.
2. Desempeñar su función de manera obligatoria, para lo cual la o el perito será designado y notificado con el cargo.
3. La persona designada deberá excusarse si se halla en alguna de las causales establecidas en este Código para las o los juzgadores.
4. Las o los peritos no podrán ser recusados, sin embargo, el informe no tendrá valor alguno si el perito que lo presenta tiene motivo de inhabilidad o excusa, debidamente comprobada.
5. Presentar dentro del plazo señalado sus informes, aclarar o ampliar los mismos a pedido de los sujetos procesales.
6. El informe pericial deberá contener como mínimo el lugar y fecha de realización del peritaje, identificación del perito, descripción y estado de la persona u objeto

- peritado, la técnica utilizada, la fundamentación científica, ilustraciones gráficas cuando corresponda, las conclusiones y la firma.
7. Comparecer a la audiencia de juicio y sustentar de manera oral sus informes y contestar los interrogatorios de las partes, para lo cual podrán emplear cualquier medio.
 8. El Consejo de la Judicatura organizará el sistema pericial a nivel nacional, el monto que se cobre por estas diligencias judiciales o procesales, podrán ser canceladas por el Consejo de la Judicatura.

De no existir persona acreditada como perito en determinadas áreas, se deberá contar con quien tenga conocimiento, especialidad, experticia o título que acredite su capacidad para desarrollar el peritaje. Para los casos de mala práctica profesional la o el fiscal solicitará una terna de profesionales con la especialidad correspondiente al organismo rector de la materia.

Cuando en la investigación intervengan peritos internacionales, sus informes podrán ser incorporados como prueba, a través de testimonios anticipados o podrán ser receptados mediante video conferencias de acuerdo con las reglas del presente Código. (2)

Artículo 580.- Finalidades. - En la fase de investigación previa se reunirán los elementos de convicción, de cargo y de descargo, que permitan a la o al fiscal decidir si formula o no la imputación y de hacerlo, posibilitará al investigado preparar su defensa. Las diligencias investigativas practicadas por la o el fiscal, con la cooperación del personal del Sistema especializado integral de investigación, de medicina legal y ciencias forenses o del personal competente en materia de tránsito, tendrá por finalidad determinar si la conducta investigada es delictuosa, las circunstancias o móviles de la perpetración, la identidad del autor o partícipe y de la víctima, la existencia del daño causado, o a su vez, desestimar estos aspectos. (2)

Código Orgánico General de Procesos:

Art. 221.- Perito. Es la persona natural o jurídica que, por razón de sus conocimientos científicos, técnicos, artísticos, prácticos o profesionales está en condiciones de informar a la o al juzgador sobre algún hecho o circunstancia relacionado con la materia de la controversia.

Aquellas personas debidamente acreditadas por el Consejo de la Judicatura estarán autorizadas para emitir informes periciales, intervenir y declarar en el proceso. En el caso de personas jurídicas, la declaración en el proceso será realizada por el perito acreditado que realice la pericia. En caso de que no existan expertos acreditados en una materia específica, la o el juzgador solicitará al Consejo de la Judicatura que requiera a la institución pública, universidad o colegio profesional, de acuerdo con la naturaleza de los

conocimientos necesarios para la causa, el envío de una terna de profesionales que puedan acreditarse como peritos para ese proceso en particular. (1)

Art. 223.- Imparcialidad del perito. La o el perito desempeñará su labor con objetividad e imparcialidad. Durante la audiencia de juicio podrán dirigirse a la o al perito, preguntas y presentar pruebas no anunciadas oportunamente orientadas a determinar su parcialidad y no idoneidad, a desvirtuar el rigor técnico o científico de sus conclusiones, así como cualquier otra destinada a solventar o impugnar su credibilidad. (1)

Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y orden público

Artículo. 59.- Naturaleza. - La Policía Nacional es una institución estatal de carácter civil, armada, técnica, jerarquizada, disciplinada, profesional, altamente especializada, uniformada, obediente y no deliberante; regida sobre la base de méritos y criterios de igualdad y no discriminación. Estará integrada por servidoras y servidores policiales. El ejercicio de sus funciones comprende la prevención, disuasión, reacción, uso legítimo, progresivo y proporcionado de la fuerza, investigación de la infracción e inteligencia antidelinquencial. Su finalidad es precautelar el libre ejercicio de los derechos, la seguridad ciudadana, la protección interna y el orden público, con sujeción al ministerio rector de la seguridad ciudadana, protección interna y orden público. (9)

Artículo. 60.- Misión. - Tiene como misión la protección interna, la seguridad ciudadana, el mantenimiento del orden público y, dentro del ámbito de su competencia, el apoyo a la administración de justicia en el marco del respeto y protección del libre ejercicio de los derechos y la seguridad de las personas dentro del territorio nacional, a través de los subsistemas de prevención, investigación de la infracción e inteligencia antidelinquencial. (9)

Artículo. 61.- Funciones. - La Policía Nacional tiene las siguientes funciones: 7. Vigilar, resguardar, proteger y preservar el lugar, indicios o vestigios relacionados con el cometimiento de una infracción, en cumplimiento de las disposiciones de la ley, reglamentos y procedimientos establecidos por el Sistema Especializado Integral de Investigación, Medicina Legal y Ciencias Forenses. (9)

Artículo. 70.- Investigación pre procesal y procesal penal. - Las actividades que desarrolle la Policía Nacional, a través de los subsistemas relacionadas con la investigación pre procesal y procesal penal, estarán bajo la dirección de fiscalía general del Estado, en el marco del Sistema Especializado Integral de Investigación, Medicina Legal y Ciencias Forenses. (9)

Artículo. 77.- Componente de Investigación de la Infracción. - El componente de la investigación de la infracción es la unidad que se encarga de coordinar las acciones para la implementación de la política pública y planificación estratégica institucional en el

ámbito de la investigación operativa de la infracción. Realiza la investigación técnica y científica de la infracción, bajo los lineamientos y la coordinación del Servicio Nacional de Investigación, Medicina Legal y Ciencias Forenses. Es responsable del registro, análisis y control de la información relacionada con la identificación biométrica y balística a nivel nacional. En el cumplimiento de sus funciones, dispondrá de equipos multidisciplinarios conformados por servidoras y servidores policiales especializados en investigación, medicina legal y ciencias forenses. (9)

Artículo. 142.- Entidades Operativas. - En calidad de entidades operativas, el Sistema contará con la participación del ente especializado en investigación operativa del ejercicio público de la acción penal de la Policía Nacional y con el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (9)

Artículo. 149.- Funciones del Servicio. - El Servicio tiene las siguientes funciones:

1. Gestionar la investigación técnica y científica pre procesal y procesal penal en materia de medicina legal y ciencias forenses bajo la instrucción de la fiscalía general del Estado;
2. Realizar las actividades técnico-periciales bajo los procedimientos estandarizados, reglamentos, manuales y protocolos técnicos y científicos nacionales e internacionales y demás normativa emitida por el Comité Directivo;
3. Prestar servicios especializados y asesoramiento técnico científico a la administración de justicia, de conformidad con las normas legales de la actividad pericial y administrativa;
4. Mantener actualizada la información de la gestión técnica y científica realizada por el Servicio; y, 5. Las demás que consten en este Código y sus reglamentos, o las que le sean asignadas por el Comité Directivo dentro del ámbito de sus competencias. (9)

Artículo. 151.- Personal. - El Servicio está integrado por personal civil y servidoras o servidores policiales especializados en la investigación técnica y científica, en materia de medicina legal y ciencias forenses, que, habiendo aprobado los procesos de selección correspondientes, obtienen esta calidad, de conformidad con el plan de carrera. (9)

Artículo. 163.- Obligaciones. - Son obligaciones de las y los servidores, a más de las establecidas en la ley que regula el servicio público y la normativa pertinente, las siguientes: 2. Desempeñar las disposiciones ordenadas por la autoridad judicial el fiscal y juez competentes. 7. Actuar, interpretar y manejar objetivamente la información obtenida durante la investigación operativa del delito, estudio de campo o estudio pericial, conforme a criterios técnicos, éticos y jurídicos, basados en principios científicos vigentes. (9)

Reglamento del Sistema Pericial Integral de la función judicial:

Artículo 12.- Designación. Para la designación de peritos en los distintos procesos judiciales o pre procesales de la Función Judicial, se respetarán los principios de profesionalidad, especialidad, transparencia, alternabilidad, e igualdad. (6)

Artículo 14.- Designación de peritos funcionarios del sector público para procesos específicos. Designación de peritos funcionarios del sector público para procesos específicos. Los peritos que pertenezcan a instituciones del sector público cuando sean designadas o designados por la jueza o juez de la causa, actuarán únicamente en los procesos contencioso-administrativos o tributarios inherentes a sus dependencias, excepto en el caso de los peritos pertenecientes a la Policía Nacional del Ecuador, a la Fiscalía General del Estado y los Institutos Públicos de Criminología y Ciencias Forenses, quienes podrán ser designadas o designados en cualquier otro proceso. (6)

Artículo 18.- Obligaciones Generales. - Los peritos calificados desempeñarán su función de auxiliares de la justicia con objetividad, imparcialidad, responsabilidad, oportunidad, puntualidad, rectitud, corrección y honestidad. Su trabajo deberá enmarcarse en todo momento en la ética, con la presentación de su criterio técnico y especializado, exento de juicios de valor de ningún tipo.

La obligación del perito es única e integral y comprende las siguientes actividades: cumplir con la designación dispuesta por la autoridad judicial competente, la presentación del informe verbal y/o escrito, la presentación de aclaraciones, ampliaciones u observaciones al informe, la defensa y/o exposición del informe en audiencias orales, de prueba o de juicio; así como cualquier otra actividad necesaria dispuesta por autoridad judicial competente. (6)

Estatuto Orgánico de gestión organizacional por procesos de la Policía Nacional

Artículo (4). 160.- Jefatura de Investigación Criminalística Misión. - Coordinar, supervisar y asesorar la ejecución de la investigación técnico-científica operativa policial en materia de criminalística, aplicando conocimientos, principios, técnicas, métodos y procedimientos estandarizados, mediante la utilización de equipos y herramientas especializadas, proporcionando elementos de convicción, bajo la dirección jurídica de la autoridad competente a nivel zonal (tipo 1). Responsable: Jefe/a de Investigación de Criminalística Atribuciones y responsabilidades: a) Ejercer el mando y administrar los recursos a su cargo en el ámbito de sus competencias; b) Ejecutar y evaluar procedimientos técnico-científicos, acciones preventivas y correctivas, respecto a la gestión operativa, asignada a la unidad bajo su mando; c) Generar la información preliminar de un hecho delictivo a investigarse; d) Ejecutar el procesamiento de la escena de un hecho delictivo en el ámbito de criminalística; e) Ejecutar el análisis pericial y

técnico-científico en el ámbito de criminalística; f) Ejecutar el análisis de carácter técnico administrativo en el ámbito de criminalística, garantizando que el análisis no altere el objeto analizado, no tenga relación, ni obstaculice o interfiera con una investigación de acción civil o penal; g) Preservar la cadena de custodia de indicios y huellas levantados en los procesos investigativos del delito; h) Coordinar y asesorar a dependencias policiales, instituciones públicas y privadas en temas de investigación de criminalística; y, i) Cumplir con las demás atribuciones y responsabilidades que señalen las leyes y reglamentos. (4)

Metodología

RESTAURACIÓN POR MEDIOS TERMICOS

Para realizar el proceso de restauración de series alfanuméricas sobre superficies metálicas (motor y/o chasis), debemos aplicar los siguientes métodos, de limpieza, tratamiento, aplicación de calor y enfriamiento de este, con la finalidad de obtener el resultado propuesto que es restaurar la serie original que ha sido grabada en las superficies respectivas:

1. Fotografía de conjunto y detalle: del indicio recibido (vehículo), tanto de sus cuatro ángulos (parte frontal, posterior costado derecho e izquierdo), así como de las series alfanuméricas, motor, chasis, plaquilla metálica o lamina referencial de polímero.

2. Preparación de las superficies:

2.1. Montaje, limpieza y remoción de impurezas: es necesario que el área a tratar este libre de pinturas, lacas o barnices; así como también la eliminación de cualquier tipo de aceite o grasa sobre la superficie que deberán ser removidos con solventes orgánicos como pueden ser éter, cloroformo, alcohol, acetona, etc.

Al remover este tipo de sustancias se deben usar solventes no corrosivos o que generen gran abrasión sobre la superficie ya que provocará una alteración o posible eliminación del número de identificación.

2.2. Esmerilado grueso: el objetivo de este paso es eliminar de la superficie los residuos que sufrió por el proceso de supresión y/o alteración, con la finalidad de lograr que esta superficie tenga un solo plano para la siguiente etapa. Se utilizan papel de lija abrasivos de grano (320), discos o papeles abrasivos al agua, ya que la finalidad es que la superficie este como un espejo para la aplicación de los reactivos o para la aplicación del calor.

2.3. Pulido final: este lijado es con la finalidad de conseguir una superficie brillante tipo “espejo” para eso se usan lijas número 500, también pueden hacerse con papel, tela o pasta esmeril de grano fino. Es importante realizar un pulido final sobre la superficie,

para poder visualizar mejor la restauración, ya que dependiendo del tipo de alteración ya sea por rayado o golpes por percusión no sería factible visualizar con claridad la serie posiblemente restaurada ya que esta se aprecia en una escala de grises.

3. Aplicación del calor sobre la superficie: una vez q ha pasado por los anteriores procesos se procederá a aplicar el calor sobre la superficie tratada con la finalidad de restaurar la serie alfanumérica (motor y/o chasis).

“En las soldaduras por gas, al integrarse dentro del tipo de las soldaduras por fusión, se requiere del aporte de una fuente de calor exterior.

Este calor necesario se obtiene mediante la llama de la combustión de dos gases, comburente más combustible.”

Gases para utilizar:

En las soldaduras por gas el oxígeno actúa como comburente, mientras como combustible se pueden emplear varios gases (propano, butano, acetileno...) en función del tipo de aplicación.

En general, el tipo de gas que se emplee como combustible debe reunir una serie de propiedades, tales como que alcance una temperatura elevada de llama, que posea un poder calorífico elevado, y que presente una mínima reacción química entre la llama y el metal base.

En la soldadura oxiacetilénica la fuente de calor está originada por la combustión del oxígeno y acetileno.

El acetileno (C_2H_2) es un gas altamente inflamable, incoloro y más ligero que el aire (densidad del acetileno, 0.907 kg/m^3). De los gases combustibles, el que dispone de mayor poder calorífico es el acetileno (poder calorífico del acetileno, 11.600 kcal/kg), lo que permite alcanzar temperaturas de llama más elevada (superior a los $3.000 \text{ }^\circ\text{C}$) y posee una gran intensidad de llama y velocidad de combustión, por lo que es universalmente utilizado en muchos procesos industriales: soldadura y corte, tratamientos por calor, escarificado, enderezado, temple y revenido de partes mecánicas...

El proceso se origina por el intenso calor de la llama oxiacetilénica que eleva la temperatura del metal base, y que permite que el metal de aportación fluya fundido sobre él la superficie del metal base, que no llega a fundirse. La superficie del metal base debidamente calentada y químicamente limpia arrastra hacia el interior por atracción capilar la película de material de aporte, lo que a su vez origina el enfriamiento del metal base hasta que el metal de aporte se solidifique.

Esta humectación o mojado del metal base por parte de la película que forma el metal de aporte dependerá de la naturaleza de los metales a unir y del estado de sus superficies. En la práctica las superficies se van a presentar contaminadas por óxidos o grasas que van a impedir un correcto mojado.

Para obtener resultados satisfactorios es necesario recubrir o decapar las superficies de las piezas a unir con fundentes limpiadores.



Figura 1. Equipo autógeno

Resultados y Discusión

La restauración por inducción de Calor o Método a Calor, se la realiza por la acción de fuego inducida por medio de un mechero de la suelda autógena que está compuesta por un tanque de gas Acetileno y otro de Oxígeno, el cual mediante la acción directa de calor a 350 grados centígrados sobre la superficie molecular serial (rojo vivo), nos dará como resultado la restauración total o parcial de la serie borrada o erradicada.

Aplicación

1. Estado en el que se recibe el vehículo con la superficie del motor manipulada.



Figura 2. Estado del vehículo

2. Preparación de la superficie:

- a. Montaje, limpieza y remoción de impurezas:
- b. Esmerilado grueso:
- c. Pulido final:



Figura 3. Superficie de trabajo

3. Aplicación del calor sobre la superficie la acción directa de calor a 350 grados centígrados sobre la superficie molecular serial (rojo vivo).

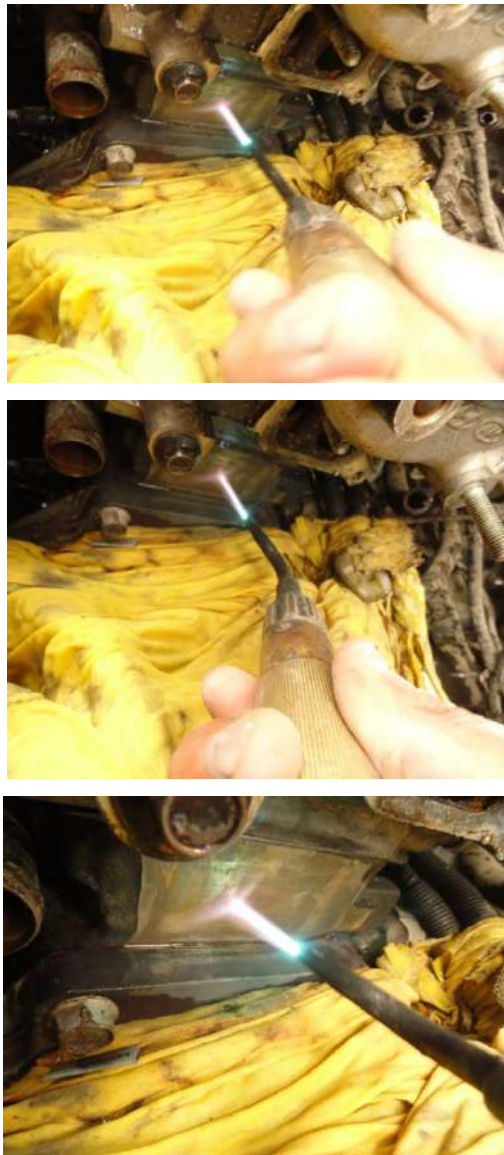


Figura 4. *Superficie expuesta al calor*

4. Resultado o restauración parcial o total de la serie alterada.





Figura 5. Superficie serie alterada

Conclusiones

- Es una técnica nueva de restauración en la aplicación de las pericias de identificación de grabados y marcas seriales de vehículos alterados sus series alfanuméricas, ya sean estas alteraciones por agentes abrasivos externos a las diferentes superficies o por borrados químicos.
- La presente pericia tiene como finalidad, otorgar una mayor credibilidad al momento de realizar una restauración por conducción; en razón que al momento de aplicar el calor directamente sobre la superficie esta vuelve a su estado original (superficie cristalográfica), y es de esta manera que las series alfanuméricas que fueron grabadas en primera instancia se reflejan en una escaña de grises.
- Es una técnica basada en el calor o la inducción de una llama de fuego aplicada directamente sobre una superficie de metal dulce, a una temperatura determinada, la misma que es aplicada únicamente sobre la superficie donde habitualmente vienen grabadas las series alfanuméricas.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

1. Asamblea. (2015). CODIGO ORGANICO GENERAL DE PROCESOS. Quito-Ecuador: Registro oficial [Internet]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/09/Codigo-Org%C3%A1nico-General-de-Procesos.pdf>
2. Asamblea, N. (2014). Código Orgánico Integral Penal. Quito: REGISTRO OFICIAL [Internet]. Disponible en: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/COIP_act_feb-2021.pdf
3. INEN. (2014). Instructivo interno para la elaboración y aprobación de documentos normativos del INEN. QUITO: INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/09/Procedimiento-General-resoluci%C3%B3n-INEN-INEN-2020-0013-R.pdf>
4. INTERIOR, M. D. (2019). ESTATUTO ORGANICO DE GESTION POR PROCESOS. QUITO: REGISTRO OFICIAL. [Internet] Disponible en: https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Est_Sinp_Sen.pdf
5. ISO, N. (28 de 08 de 2022). NORMAS ISO. Obtenido de <https://www.normas-iso.com/>
6. JUDICATURA, P. D. (2018). REGLAMENTO DEL SISTEMA PERICIAL INTEGRAL DE LA FUNCION JUDICIAL. QUITO: REGISTRO OFICIAL. [Internet]. Disponible en: <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/07/Resolucion-Nro.-147-2022-Reglamento-del-Sistema-Pericial-Integral-de-la-Funcion-Judicial.pdf>
7. Nacional, A. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Registro Oficial. Página | 168. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
8. NACIONAL, A. (2017). CÓDIGO ORGÁNICO ADMINISTRATIVO. QUITO: REGISTRO OFICIAL. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2020/11/COA.pdf>.

9. Nacional, A. (2017). COESCOP. Quito: Registro Oficial [Internet]. Disponible en: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/COESCOP.pdf>.
10. MODULO DE IDENTIFICACIÓN DE GRABADOS Y MARCAS SERIALES, AB. MOLINA CALVACHE JEFERSSÓN JOSÉ, 2022.



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





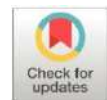
Indexaciones



Delitos sexuales en el sistema educativo ecuatoriano y su evidencia documental, testimonial y pericial

Sexual crimes in the Ecuadorian educational system and its documentary, testimonial and expert evidence

- ¹ Albert Fabian Nuñez Vaca  <https://orcid.org/0009-0003-5185-2385>
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Abogado de los Tribunales de la República.
albertn21@hotmail.com
- ² María Eugenia Lucena de Ustáriz  <https://orcid.org/0000-0001-9120-345X>
PhD. Tutora en la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses de la Universidad Nacional de Chimborazo, Docente en la Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera Laboratorio Clínico, grupo de Investigación de Análisis de Muestras Biológicas y Forenses, Riobamba, Ecuador.
mlucena@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3063>

Cítese:

Nuñez Vaca, A. F., & Lucena de Ustáriz, M. E. (2024). Delitos sexuales en el sistema educativo ecuatoriano y su evidencia documental, testimonial y pericial. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 154-172.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3063>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras
claves:**

Casos de
violencia
sexual,
víctimas de
violencia
sexual, acoso
sexual, abuso
sexual,
violación
sexual Estado
Constitucional
de Derechos

Keywords:

Cases of sexual
violence,
victims of
sexual violence,
sexual
harassment,
sexual abuse,
sexual violation
Constitutional
State of Rights

Resumen

Introducción. La escuela debería ser un espacio seguro para niños y adolescentes. En Ecuador la realidad es distinta, pues, cada vez se vuelven públicas las situaciones de delitos sexuales. **Objetivo.** Analizar los patrones y la frecuencia de los delitos sexuales en el ámbito educativo de la provincia de Chimborazo, durante el periodo de enero de 2014 a noviembre de 2023. **Metodología.** Enfoque cualitativo, empleando métodos hermenéuticos, interpretativos, históricos, dogmáticos y lógicos. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica como técnica principal. **Resultados.** Muchos delitos sexuales no son enjuiciados debido a que no se ajustan al tipo penal, lo que resulta en una alta tasa de impunidad. Entre los delitos recurrentes se encuentran el abuso sexual, el acoso, la violación, el estupro y la pornografía infantil y adolescente. No existe relación entre los delitos sexuales denunciados y las pruebas presentadas. **Conclusiones.** La alta tasa de impunidad observada sugiere un subregistro judicial significativo de delitos sexuales. Los hallazgos resaltan la urgente necesidad de implementar medidas preventivas y de intervención temprana para abordar la recurrencia de los delitos sexuales en el sistema educativo ecuatoriano. Es importante fortalecer los métodos de recolección y análisis de evidencia forense en estos casos. Área de estudio general: (Derecho). **Área de estudio específica:** Criminalística y Ciencias Forenses. Tipo de estudio: Artículo de revisión bibliográfica.

Abstract

Introduction. School should be a safe space for children and adolescents. In Ecuador, the reality is different, since situations of sexual crimes are becoming public every time. **Objective.** Analyze the patterns and frequency of sexual crimes in the educational field of the province of Chimborazo, during the period from January 2014 to November 2023. **Methodology.** Qualitative approach, using hermeneutic, interpretive, historical, dogmatic, and logical methods. A bibliographic review was carried out as the main technique. **Results.** Many sexual crimes are not prosecuted because they do not fit the criminal category, resulting in a high rate of impunity. Among the recurring crimes are sexual abuse, harassment, rape, statutory rape and child and adolescent pornography. No relationship was found between the sexual crimes reported and the evidence presented. **Conclusions.** The high rate of impunity observed

suggests a significant judicial under-reporting of sexual crimes. The findings highlight the urgent need to implement preventive and early intervention measures to address the recurrence of sexual crimes in the Equatorian educational system. Although no significant correlation was found between reported sexual crimes and the evidence presented, it highlights the importance of strengthening the methods of collecting and analyzing forensic evidence in these cases. General area of study: (Law). Specific area of study: Criminalistics and Forensic Sciences. Type of study: Original articles.

Introducción

El alto índice de delitos sexuales en contra de los estudiantes en el sistema educativo ecuatoriano es una problemática latente en el Ecuador en los últimos tiempos. Problemática conocida por padres de familia y toda la sociedad ecuatoriana que claman una intervención adecuada y oportuna de las autoridades administrativas y judiciales respectivas.

Pero, esta problemática es perenne, pues, el sistema educativo demuestra fallas cuando en un su interior entorno ocurre la problemática mencionada, cuya solución es destituir a los docentes infractores de las instituciones educativas en vía administrativa, y, denunciarlos por vía penal, donde a veces es privado de su libertad. Una de las principales causas se debe a que el sistema no se propende al ingreso de docentes calificados que asegure una educación integral (1).

Pero ¿es en la escuela donde ocurre este tipo de violencia sexual en contra de los estudiantes? Lamentablemente. Sí. Por ejemplo, tenemos los siguientes datos: Según el Ministerio de Educación, los casos y víctimas de violencia sexual desde enero 2014, hasta noviembre 2023, son los siguientes: 21.747, casos de violencia sexual y 2.224, víctimas. Casos que incluyen violencia sexual fuera y dentro del sistema educativo, cuyos agresores son docentes, autoridades, personal administrativo, de limpieza, y los, relacionados con estudiantes, información proporcionada por el ente rector de la educación (1).

En ese marco, el presente trabajo-propone conocer la frecuencia con la que ocurren de los delitos sexuales en el ámbito educativo de la provincia de Chimborazo, durante el periodo de enero de 2014 a noviembre de 2023, así como determinar la prueba empleada en los procesos judiciales con el fin de obtener condenas efectivas.

Para arribar a este conocimiento fue necesario el estudio de los casos registrados en el sistema provincial de educación, donde cualquier persona de la comunidad educativa que conozca un caso de violencia sexual cometido dentro o fuera de la institución, debe denunciar el hecho en un plazo máximo a 24 horas a la Fiscalía (2) y notificar a la Dirección Distrital, con la copia de la denuncia y el informe sobre la presunta situación de violencia, el órgano administrativo mencionado aplicará el proceso administrativo y las medidas de protección. Así como los casos que fueron derivados a la fiscalía provincial de Chimborazo, por lo que también se entrevistó al fiscal provincial que sustanció el caso.

Los delitos sexuales en las instituciones educativas son graves violaciones a los derechos de integridad y libertad personal de niñas, niños y adolescentes. Problemática que afecta a este sector vulnerable, víctimas de abuso y acoso sexual por parte de sus compañeros, profesores, administrativo e incluso por personas ajenas al sistema educativo.

La presente investigación identifica los delitos sexuales ocurrido en el sistema educativo en la provincia de Chimborazo, así como la prueba utilizada en los procesos judiciales con el fin de obtener sentencias condenatorias. Por lo que se basó en el análisis en el estudio de los casos registrados en el sistema provincial de educación y la fiscalía provincial de Chimborazo.

El sistema educativo ecuatoriano llamado a brindar entornos seguros para los estudiantes enfrenta altos índices de violencia sexual. Este problema abarca casos tanto dentro como fuera de las instituciones educativas, involucrando a diversos actores como docentes, autoridades, personal administrativo, de limpieza y estudiantes.

En la provincia de Chimborazo se refleja esta problemática, lo que subraya la necesidad de investigarla a nivel local. Además, muchos de estos delitos son denunciados ante las direcciones distritales y fiscalía provincial, pero la falta de evidencia documental, testimonial y pericial impiden que avancen a juicio, destacando la urgencia de abordar esta cuestión de investigación.

En ese contexto el problema de investigación a resolverse es el siguiente: ¿Determinar la relación entre los delitos sexuales denunciados en el sistema educativo de la provincia de Chimborazo durante el período de enero de 2014 a noviembre de 2023 y la prueba empleada en los procesos judiciales?

Ahora bien, se ubicar algunas coordenadas teóricas sobre el trabajo, por lo que vale preguntarse ¿qué es la violencia? Al respecto, para la Convención (3) lo determina como un problema social y cultural que afecta al desarrollo integral de las personas, pues vulnera su derecho a vivir en un entorno libre de ella.

Por su parte Franco (4) concibe a la violencia como el uso intencional de la fuerza o el poder físico, de hecho, o como amenaza, contra uno mismo, otra persona o un grupo o comunidad, que cause o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muerte, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones.

En resumen, la violencia es el resultado de las relaciones de poder de sometimiento a la víctima. Lo que ocurre en varios escenarios, como la familia, el hogar, instituciones educativas, establecimientos de acogimiento institucional, residencias escolares, la calle, el barrio, el lugar de trabajo o el transporte público; comprende la agresión física y psicológica, el abandono o el trato negligente, la explotación y el abuso sexual.

Así también, la violencia por su manifestación puede ser física, psicológica, sexual, por omisión o negligencia y virtual. En el trabajo se abordará únicamente la violencia sexual, dejando de lado los otros tipos de violencia que no se relación con el objeto de estudio declarado anteriormente.

Ahora bien, ¿qué es la violencia sexual? Según la norma (5) es toda acción que restringe el derecho a la integridad sexual y a decidir sobre la vida sexual y reproductiva, a través de amenazas, coerción, uso de la fuerza e intimidación, incluye la violación en el matrimonio o de otras relaciones y de parentesco, el contagio intencional de infecciones de transmisión sexual, la prostitución forzada, la trata con fines de explotación sexual, el abuso o acoso sexual, la esterilización forzada.

También ocurre violencia sexual cuando se hallan inmersos niños y adolescentes en actividades sexuales con un adulto que se encuentre en ventaja, por su edad, desarrollo físico o mental, por relación de parentesco, afectiva o de confianza, por autoridad o poder, el embarazo temprano, el matrimonio, la mutilación genital y la utilización en pornografía de imágenes de niños y adolescentes.

En el sistema educativo, la violencia sexual se presenta entre pares como en personas adultas: autoridades, docentes, familiares, que pueden amenazar a niños y adolescentes, con el fin de lograr cambio en su conducta; requiriendo exigencias inapropiadas para la edad, amenazar con expulsar del colegio, chantajear con abandonar o dejar de amar si no cumplen con las expectativas familiares.

La violencia sexual limita el desarrollo emocional de niños y adolescentes afectando su desarrollo: que causen daño psíquico y en ocasiones, autoagresiones e intentos de suicidio. Asimismo, este tipo de violencia está constituida por actos que atentan el derecho a la integridad sexual y reproductiva (6).

Ahora bien ¿qué elementos que comprenden la violencia sexual? Los elementos que comprenden este tipo de violencia son los siguientes: Las relaciones asimétricas de edad o de poder y las estrategias de victimización. La primera, surge de la asimetría de edad o

poder, del agresor sexual y la víctima, explotando la inexperiencia, su inmadurez corporal y psíquica, la disponibilidad, confianza, inocencia y miedo para satisfacer su sexualidad. La segunda, trata de coerciones que aseguran el secreto dentro de la violencia sexual. Pues, la víctima incurre en el silencio, habla a través de otra persona de manera entrecortada (7).

Tipos de la violencia sexual según el Código Orgánico Integral Penal

En ese contexto corresponde abordar los tipos de violencia sexual establecida por el Código Orgánico Integral Penal, entre las cuales se encuentra las siguientes: el acoso sexual, el abuso sexual, la violación, el estupro, la pornografía infantil y adolescente y trata de personas con fines sexuales. A continuación, corresponde abordar cada uno de estos tipos de violencia.

Acoso sexual

El artículo 166 del Código Orgánico Integral Penal determina que existe acoso sexual cuando en un sujeto en situación de superioridad solicita favores de naturaleza sexual, para sí misma o para otras personas, a quienes están bajo su autoridad, aprovechándose de su situación de poder. El acoso puede visibilizarse en torno a la edad, sexo o posición laboral, social, familiar o económica. El acoso puede involucrar hostigamiento, persecución física, verbal o psicológica, amenazas y acoso virtual.

Abuso sexual

El artículo 170 del COIP, señala que la persona que, en contra de la voluntad de otra, ejecute sobre ella o la obligue a ejecutar sobre sí misma u otra persona, un acto de naturaleza sexual, sin que exista penetración o acceso carnal. En otras palabras, este tipo de violencia es una interacción sexual en contra de la voluntad de una persona.

En los niños no se considera el consentimiento que pueda dar este, independiente si entiende la naturaleza sexual de la actividad incluso cuando no muestre signos de rechazo. Este tipo de violencia se presenta como un acto de naturaleza sexual sin la necesidad de que exista penetración o acceso carnal. La persona agresora aprovecha de circunstancias que la ponen en ventaja frente a la víctima y usa su vulnerabilidad.

Violación

El Código Orgánico Integral Penal en el artículo 171, concibe a la violación como el acceso carnal, con introducción total o parcial del miembro viril, por vía oral, anal o vaginal; o la introducción, por vía vaginal o anal, de objetos, dedos u órganos distintos al miembro viril, a una persona de cualquier sexo.

Además, el artículo 175, numeral 5, que trata sobre las disposiciones comunes a los delitos contra la integridad sexual y reproductiva, establece que, en los delitos sexuales, el consentimiento dado por la víctima menor de dieciocho años es irrelevante.

Estupro

El Código Orgánico Integral Penal en el artículo 167, determina al estupro como la cópula con una persona, empleando la seducción o engaño, para alcanzar su consentimiento, cuando la víctima fuere mayor de catorce años y menor de dieciocho. La víctima puede ser de cualquier sexo.

En otras palabras, este tipo de violencia comprende a una persona mayor de dieciocho años que, recurre al engaño para tener relaciones sexuales con otra mayor de catorce y menor de dieciocho años.

Pornografía infantil y adolescente

Este tipo penal corresponde a toda representación, producción, distribución, divulgación, importación, exportación, oferta, venta o posesión, por cualquier medio, de imágenes de un niño o adolescente dedicado a actividades sexuales explícitas, reales o simuladas, o toda representación de las partes genitales con fines sexuales.

Trata con fines sexuales

La trata de personas es la captación, el transporte, el traslado, la acogida o la recepción de personas, bajo amenaza, el uso de la fuerza u otras formas de coacción, el rapto, el fraude, el engaño, el abuso de poder o situación de vulnerabilidad o la concesión o recepción de pagos o beneficios, para obtener el consentimiento de una persona que se encuentre bajo otra, con fines de explotación sexual. Esta incluirá, la explotación de la prostitución ajena u otras formas de explotación sexual, los trabajos o servicios forzados, la esclavitud o las prácticas análogas a ella, la servidumbre o la extracción de órganos (8).

Bien, en el sistema educativo se suscitan estos tipos de violencia, a saber: Acoso sexual, abuso sexual, violación, estupro, pornografía infantil y adolescente y trata con fines sexuales, corresponde identificar cómo actúa el sistema educativo frente a estos casos para derivar a la fiscalía provincial en el caso particular.

Actuación frente a casos de violencia sexual cometidos en el sistema educativo

Un integrante de la comunidad educativa: Autoridad, docente o padre de familia, cuando conozca un caso de violencia sexual contra un niño o adolescente como : Acoso sexual, abuso sexual, violación, estupro, pornografía infantil y adolescente y trata con fines sexuales, cometido dentro o fuera de la institución educativa, llenará una ficha de reporte de violencia y denunciará de inmediato en la Fiscalía, hará conocer a la autoridad

educativa: institucional, dirección distrital, coordinación zonal, Subsecretaría de Educación o el Ministerio de Educación o a través del del enlace respectivo: Cuando la autoridad educativa conozca de un hecho de violencia sexual y no existe una denuncia previa, está obligada a denunciar en la fiscalía respectiva.

Todos los ciudadanos, que conozcan de un caso de violencia sexual contra un niño o adolescente, cometido dentro o fuera de la institución educativa, está obligado a denunciar en la Fiscalía y de hacer conocer con copia del documento a la dirección distrital de educación o a la institución educativa donde pertenece el niño o adolescente agredido.

Si se conoce hecho de violencia sexual en el ámbito de las prácticas profesionales de la modalidad de Bachillerato Técnico o Bachillerato Técnico Productivo, obligatoriamente hay que denunciar en la Fiscalía, ante la autoridad educativa correspondiente. Cuando se trate de una emergencia para denunciar un hecho de violencia sexual hay que llamar al ECU911.

Si es parte de la comunidad educativa: autoridad, inspector, personal docente, administrativo, de limpieza, profesional del Departamento de Consejería Estudiantil, docente, estudiante, están obligados a denunciar el hecho de violencia sexual mediante la ficha de reporte del hecho de violencia.

Los miembros del Departamento de Consejería Estudiantil y la autoridad educativa institucional están obligados de informar al representante legal del niño o adolescente víctima de violencia, indicando las medidas adoptadas desde la institución educativa y cómo se va a brindar el apoyo necesario.

El director distrital o la Junta Distrital de Resolución de Conflictos que conoce de una denuncia dictará las medidas de protección en favor de la víctima. La Dirección Distrital de Educación y la autoridad educativa institucional garantizará el cumplimiento de las medidas de protección de la víctima dictaminadas en el proceso judicial o administrativo al interior y exterior de la institución educativa, para garantizar la debida protección al niño o adolescente.

Procedimiento de Fiscalía ante una situación de Abuso Sexual

Cuando la fiscalía conoce una denuncia por abuso sexual activa el poder estatal que atraviesa por las etapas: Primera fase- Denuncia. Segunda fase-Fiscalía. Tercera Fase - Departamento médico legal. Cuarta fase. Acción Penal Pública. El trabajo se aborda la última fase sin dejar de considerar las restantes como criterio rector.

Ahora bien, se aborda los principales tipos de prueba utilizados para probar este tipo de violencia, entre la prueba utilizada se encuentra la documental, pericial, testimonial. En

el trabajo se da preferencia las dos última, testimonial y pericial, sin que se le reste validez a la prueba documental.

La Historia clínica

La historia clínica refleja datos mediante la anamnesis y el examen físico, establece hipótesis diagnósticas, la evolución y el tratamiento del paciente (9). La anamnesis refiere a datos generales; fecha, año, mes, día, hora, nombre completo de la persona a quien se le realizarán los procedimientos, documento de identidad, sexo, comunidad, pueblo o nacionalidad, si tiene discapacidad nombre del representante legal y documento de identidad, permiso para obtener fotografías antes, durante y después del examen físico, autorización para permitir la presencia de otras personas al momento del examen. (10).

Examen físico general

El examen físico es importante para probar la infracción penal. Examina la superficie corporal y sus regiones, a saber: extra genital; para genital y, genital. El propósito es el dictamen médico y tratamiento de las heridas, además de recoger evidencias (11). Las relacionadas con la infracción denunciada deben ser identificadas, descritas y fijadas en los esquemas de figuras humanas y en fotografiadas.

Examen físico de cabeza, tórax, abdomen y extremidades.

El examen físico de la cabeza, tórax y abdomen identifica los tipos de lesiones como equimosis, laceraciones, contusiones, quemaduras, excoriación y fracturas, también el tamaño, forma, antigüedad, mecanismo de producción, por lo que hay que detallar en el formulario del protocolo (12)

Hay que identificar las lesiones a nivel de la boca como petequias en paladar blando o duro, heridas en los labios o fragmentación dentaria. En el tórax hay que examinar las mamas, considerando el grado de desarrollo en función de las Escalas de Tanner y Freire, describiendo y ubicando la lesión en los cuadrantes anatómicos. En el abdomen hay que buscar patologías médicas o quirúrgicas como tumores, cicatrices, cuando se sospeche la existencia de un embarazo por existir útero aumentado de tamaño, lo que será descartado a través de un exa orina o ultrasonografía.

Las extremidades superiores e inferiores hay que investigar lesiones la presencia de cicatrices. Se tomarán elementos en busca de semen, sangre, saliva para la toma de muestra de ADN (9).

La exploración ginecológica

En caso de violación hay que realizar una inspección de los genitales externos y la membrana himeneal y del ano (13). Así según Rodríguez (14), la víctima debe ubicarse

en posición decúbito dorsal, con la pelvis en un punto de apoyo, piernas flexionadas y los muslos en abducción, para exponer el área genital. Hay que examinar daños o secuelas neurológicas, colocando a la víctima en decúbito lateral izquierdo o derecho, flexionando el muslo y la rodilla. Se examina genitales externos, internos y ano rectal (15).

La inspección de la vulva explora el monte de venus, distribución y cantidad de vello pubiano y su desarrollo según el estadio de Tanner, los labios mayores y menores, perineo y horquilla vulva perineal, características del clítoris, meato uretral, características del himen externo (16).

Los tipos de himen y desgarró

Los tipos de himen son: en himen típico y atípico (17). En el primer grupo se encuentra: Himen anular, semilunar y labiado. El himen anular tiene una membrana con un orificio central. Los puntos delicados son a las 2,5,7 y 10 de las manecillas del reloj. El himen semilunar o falciforme, presenta un orificio, posee un borde superior con forma convexa y un borde inferior con una forma cóncava. Sus puntos delicados son a las 4 y 8 de las manecillas del reloj. El himen labiado, compuesto de dos partes laterales, formado por una hendidura superior inferior en el centro de la membrana con aspecto alargado. Los puntos delicados son a las 12 y 6 en relación con las manecillas del reloj (18).

En el segundo grupo se encuentra el himen atípico, septado o tabicado, cribiforme e imperforado. El primero, la membrana cuenta con una hendidura horizontal o vertical, originado dos orificios. El segundo, formado por varios orificios en toda su superficie. El tercero, la membrana carece de orificio.

Himen complaciente o dilatante es un himen elástico o con elasticidad incrementada, y mayor a 30 mm de diámetro. (19).

El peritaje psicológico

La pericia psicológica es una evaluación realizada por los psicólogos del funcionamiento psíquico o mental de una persona. A veces se evalúa a la víctima de un delito y en otras a la persona procesada por un delito. La pericia se realiza a través de entrevistas y aplicación de instrumentos de evaluación y diagnóstico psicológico. La pericia psicológica refleja, indicadores de trauma, de alteraciones psicopatológicas, características estructurales o del funcionamiento de la psiquis y especificidades relacionadas con comportamientos como agresividad, impulsividad o trastornos reactivos.

La Cámara Gesell

Cuando se trate de testimonios sobre delitos como violación, abuso sexual, trata de personas, pornografía infantil, las víctimas puede encontrar un contexto más eficaz, un espacio donde se establezca un mínimo de confianza para exponer un relato, a veces,

doloroso y humillante. No sería lo mismo que la víctima se siente en el despacho frente a un juez y declare ante abogados, lo que sería revictimizante (20).

Peritaje del entorno social

En los delitos sexuales el peritaje de entorno social de la víctima refleja el contexto social en el que ocurrió el delito y su afectación a la víctima. En este peritaje se incluye factores como la familia, amigos, compañeros de trabajo o estudio, la comunidad y otros. La trabajadora social entrevista a la víctima y a las personas cercanas para comprender de mejor manera el contexto social y su afectación por el delito.

La información obtenida se utiliza para desarrollar un plan de tratamiento para la víctima, que incluya sistemas de apoyo saludables y el abordaje de problemas sociales que contribuyan al trauma. También identifica cualquier necesidad de intervención en la comunidad o en el sistema social más amplio.

Testimonio anticipado

La Corte Nacional de Justicia ecuatoriana concibe el testimonio de la víctima como prueba esencial para determinar la responsabilidad del acusado en los delitos sexuales, ya que es la única manera de acceder a los hechos que violentaron su integridad como su indemnidad sexual, que, debe ser valorada en conjunto con las otras pruebas.

Por último, la persistencia de la incriminación se da al momento de la declaración de la víctima que esta al relatar los hechos estos tengan un espacio y tiempo determinado, sin que contenga alteración de la esencia del relato y no se considere falso. Es por eso por lo que al momento de dar el testimonio constituye prueba única, sin embargo, es deficiente hay superar parámetros para que esta sea creíble y desvirtuar la presunción de inocencia.

La legislación ecuatoriana no ha implementado un test de credibilidad para la valoración del testimonio de la víctima en delitos sexuales, pues los jueces son los únicos que realizan esta valoración conforme a la sana crítica.

La sentencia No. 1836-2014 de la Sala Penal, Penal Militar y Policial de la Corte Nacional de Justicia, determinó que, en los delitos sexuales, los criterios probatorios son amplios que en otro tipo de delitos ya que no hay testigos u otro medio de condena, requiriendo que su evaluación se haga en conjunto, no por separado, hay que agregar al relato de la víctima otros testigos para demostrar su superioridad (21).

Metodología

Paradigma Cualitativo: El estudio se enmarca en un paradigma cualitativo que intenta que intenta comprender los delitos sexuales suscitados en el ámbito educativo de la provincia de Chimborazo entre enero de 2014 y noviembre de 2023 y la prueba utilizada.

El enfoque cualitativo explora las experiencias y percepciones de los participantes, así como capturar la complejidad de los fenómenos sociales. Esto facilita una comprensión profunda de los factores subyacentes a los delitos sexuales y su procesamiento judicial.

Diseño de Investigación: Se adoptó un diseño no experimental que se centra en la observación y análisis de casos en su contexto natural (15 casos), sin manipulación de variables. Esto permite abordar los delitos sexuales tal como ocurren en la realidad, capturando su complejidad y dinámica dentro del sistema educativo y judicial de la provincia de Chimborazo.

Técnicas y Herramientas: El análisis documental se utilizó para examinar casos registrados en el sistema educativo y judicial, proporcionando una visión integral de los delitos sexuales y su procesamiento legal. Además, las entrevistas con un fiscal, mediante un cuestionario estructurado, permitieron obtener perspectivas adicionales y validar los hallazgos. Esta combinación de métodos ofrece una comprensión holística y validada de los problemas investigados.

Alcance de la Investigación: La investigación tiene un alcance empírico-teórico, abordando los delitos sexuales en un contexto real y explorando su comprensión teórica. Este enfoque sincrónico permite un análisis detallado en un tiempo y lugar específicos, mientras que la naturaleza exploratoria del estudio proporciona un punto de partida para investigaciones futuras sobre el tema.

Resultados

Tabla 1. Casos de violencia sexual

Tipo de Delito	Tipo Penal
Violación	1
Abuso Sexual	5
Acoso sexual	6
Estupro	2
Pornografía infantil y adolescente.	1
Trata con fines sexuales	0
Total	15

Nota: Casos de violencia sexual registrados en el sistema provincial de educación provincial de Chimborazo, 2014-2023 (5)

Como se muestra en la tabla 1, se registraron un total de 15 casos de violencia sexual en el sistema provincial de educación de Chimborazo durante el período de 2014 a 2023. Estos casos se distribuyen de la siguiente manera: hubo 1 caso de violación, 5 casos de abuso sexual, 6 casos de acoso sexual, 2 casos de estupro y 1 caso de pornografía infantil y adolescente. No se registraron casos de trata con fines sexuales durante el período referido. Estos datos reflejan la preocupante incidencia de violencia sexual en el ámbito educativo de la provincia durante el período analizado, lo que resalta la importancia de

implementar medidas preventivas y protocolos adecuados para proteger a los estudiantes y garantizar un entorno seguro en las instituciones educativas de Chimborazo.

Tabla 2. Casos de violencia sexual presentados en la fiscalía de Chimborazo 2014-2023

Tipo de Delito	Tipo Penal
Violación	1
Abuso Sexual	5
Acoso sexual	6
Estupro	2
Pornografía infantil y adolescente.	1
Trata con fines sexuales	0
Total	15

En la tabla 2 se reflejan los casos de violencia sexual presentados en la fiscalía provincial de Chimborazo en el periodo estudiado, observando que durante ese tiempo la fiscalía provincial de Chimborazo recibió un total de 15 casos de violencia sexual. Estos casos se distribuyen en diferentes tipos de delitos, donde se registró 1 caso de violación, 5 casos de abuso sexual, 6 casos de acoso sexual, 2 casos de estupro y 1 caso relacionado con pornografía infantil y adolescente. Es importante destacar que no se presentaron casos de trata con fines sexuales durante este período. Estos datos reflejan la diversidad de situaciones de violencia sexual que fueron denunciadas en la provincia de Chimborazo durante ese lapso de tiempo, destacando la necesidad de una atención y respuesta efectiva por parte de las autoridades pertinentes para abordar este grave problema.

Tabla 3. Pruebas utilizadas en casos de violencia sexual por fiscalía, 2014-2023.

Prueba	Tipo Penal
Historia clínica	
Peritaje Físico	3
Peritaje ginecológico	3
Peritaje psicológico	3
Peritaje de entorno social	3
Testimonio anticipado	3
Total	15

La tabla 3 muestra las pruebas utilizadas en los casos de violencia sexual presentados en la fiscalía provincial de Chimborazo durante el periodo comprendido entre 2014 y 2023, se presentaron un total de 15 casos de violencia sexual. En estos casos, se utilizaron diversas pruebas para respaldar las denuncias y llevar a cabo las investigaciones correspondientes. Entre las pruebas utilizadas se encuentran: 3 casos de peritaje físico para evaluar las evidencias físicas relacionadas con la violencia sexual, 3 casos peritaje ginecológico para examinar posibles lesiones o daños en el área ginecológica de las víctimas, 3 casos peritaje psicológico para evaluar el impacto psicológico en las víctimas de violencia sexual, 3 casos de peritaje de entorno social para analizar el contexto social

y familiar de las víctimas y por último 3 casos de testimonio anticipado, permitiendo a las víctimas declarar anticipadamente y evitar la revictimización durante el proceso judicial. Es importante destacar que en ninguno de los casos se presentó como evidencia una historia clínica. Estas pruebas fueron fundamentales para respaldar las denuncias y contribuir a la administración de justicia en los casos de violencia sexual en la provincia de Chimborazo.

Encuesta al Fiscal provincial.

El fiscal a la pregunta uno 1 manifiesta que, si conoce y ha tramitado delitos sexuales en la fiscalía provincial, por denuncia realizada por la autoridad educativa competente. A la pregunta dos 2 sobre los tipos de delitos sexuales que ha conocido se encuentran: Violación, abuso sexual, acoso sexual, estupro y pornografía infantil y adolescente. A la pregunta tres 3 sobre la prueba utilizada en este tipo documental y testimonial que utiliza. Se utiliza todos los medios de prueba para probar este tipo de delitos se encuentran la documental, testimonial y pericial, pero, aborda con preferencia las dos últimas. En la prueba pericial, los principales peritajes utilizados son la historia clínica, exploración física general, el peritaje ginecológico, peritaje psicológico, peritaje de entorno social y testimonio anticipado. A la pregunta cuatro 4, la etapa del proceso penal en la que quede este tipo de delito. Estos delitos quedan en indagación previa, en un en un setenta y cinco por ciento, muy pocos casos alcanzan la etapa de juicio, donde el procesado es declarado culpable. A la pregunta cinco 5, si existe relación entre los delitos sexuales denunciados y las pruebas empleadas en los procesos judiciales. La relación es asimétrica, pues, muchos procesos quedan en investigación previa, ya que, la infracción penal no encaja en delito, pese a la utilización los medios de prueba nombrados.

Discusión

La violencia sexual en el sistema educativo se refleja en varios tipos de delitos entre los que se encuentran violación, abuso sexual, acoso sexual, estupro, pornografía infantil y adolescente, trata con fines sexuales (7). Delitos que se cometen en la escuela, lugar donde se supone es un lugar seguro para los estudiantes, sin embargo, es aquí donde los estudiantes son ultrajados por sus docentes, administrativos e incluso sus propios compañeros.

El número de delitos sexuales como la violación no es muy elevado, sin embargo, hay que repudiar esta conducta venga de donde venga. El delito de estupro sus casos no son elevados, pero, existe en el medio, pues, hay docentes que, recurren al engaño para tener relaciones sexuales con sus estudiantes mayores de catorce y menores de dieciocho años. La pornografía infantil y adolescente, también existe casos en que el docente ha mostrado a los estudiantes videos pornográficos y otros. La Trata con fines sexuales, no se presenta en el presente estudio, lo que no quiere decir que no existan en otros lugares.

Entre los delitos más recurrentes se encuentra el abuso y acosos sexual realizados por parte del docente a sus estudiantes, demostrado un índice. Por qué sucede esto, sucede debido a la interacción permanente docente-estudiante, sin embargo, nada justifica para que el docente que está en nivel superior ya sea de conocimiento, edad, experiencia, acuda a esta práctica en contra de sus propios estudiantes.

Hay que destacar que los delitos sexuales desde los años 2007 hasta el 2017. No se conoce a ciencia cierta, pues, la información sobre este tema era tratado como confidencial, lo que se ha logrado obtener son casos esporádicos y trascendencia que ha obligado al ministerio de Educación y Asamblea Nacional transparentar los mismo, quedando la duda qué paso con estos delitos en los años indicados (22).

Los medios de prueba para determinar la responsabilidad penal del procesado es la documental, testimonial y pericial. Para cumplir con los fines del trabajo se aborda únicamente los siguientes medios: Historia clínica, Peritaje Físico, Peritaje ginecológico, Peritaje sicológico, Peritaje de entorno social y Testimonio anticipado, a pesar de la utilización de estos medios de prueba existe una gran cantidad de hechos denunciados únicamente alcanzan hasta la fase de investigación previas.

Probar la responsabilidad en este tipo de delito no es fácil, generalmente así son los casos penales, habida cuenta que los delitos sexuales generalmente ocurren entre paredes, sin la presencia de testigo u otras personas que observen el hecho, de ahí que es necesario tener claridad en la prueba que se va utilizar en estos casos.

En el proceso penal es necesario arrancar con el testimonio anticipado de la víctima, para escuchar su versión sobre el hecho denunciado, incluso con el fin de no revictimizarle al estudiante. Sin que, por ello, deje de ser menos importante del resto de pruebas, las mismas que permitirán al juzgador realizar una interpretación de las pruebas en conjunto.

Conclusiones

Al finalizar el trabajo se puede concluir con lo siguiente:

- La alta tasa de impunidad observada sugiere un subregistro judicial significativo de delitos sexuales. Esto indica la necesidad de revisar y mejorar los criterios de enjuiciamiento para garantizar una mayor adecuación al tipo penal y una justicia más efectiva en casos de abuso sexual, acoso, violación, estupro y pornografía infantil y adolescente.
- Los hallazgos resaltan la necesidad de implementar medidas preventivas y de intervención temprana para abordar la recurrencia de los delitos sexuales en el sistema educativo ecuatoriano. Esto podría incluir programas educativos, campañas de concientización y capacitación del personal escolar para identificar y denunciar eficazmente estos delitos.

- Aunque no se encontró una relación entre los delitos sexuales denunciados y las pruebas presentadas, subraya la importancia de fortalecer los métodos de recolección y análisis de evidencia forense en estos casos. Esto podría mejorar la calidad y la fiabilidad de las pruebas presentadas ante los tribunales, aumentando así las posibilidades de condena en los casos pertinentes.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Agradecemos el arduo trabajo del autor durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Referencias bibliográficas

1. El Comercio. [Internet]. Denuncias por delitos sexuales están registradas en el sistema educativo desde el 2008, 2017 noviembre, [Citado 2024 marzo 20]; Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/denuncias-delitossexuales-sistemaeducativo-ecuador-fanderfalconi.html>.
2. Ministerio de Educación. [Internet] Protocolos y rutas de actuación frente a situaciones de violencia detectadas o cometidas en el sistema educativo. 2022 octubre. [Citado 2024 marzo 20]; Disponible en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/03/Protocolos-situaciones-de-violencia.pdf>.
3. Unicef, [Internet]: Convención sobre los Derechos del Niño. 2000 noviembre. [Citado 2024 marzo 20]; Disponible en: <https://www.unicef.org/es/convencion-derechos-nino>.
4. Franco S. Violencia sexual detectada en el ámbito educativo y factores de riesgo. Ciencias de la educación. Revista científica convenios de las ciencias [Internet]. 2020, [citado 2020 marzo 4]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8231707.pdf>
5. Asamblea Nacional. [Internet] Ley Orgánica Integral para Prevenir y Erradicar la Violencia contra las Mujeres, 2018 abril. [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en: https://www.igualdad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/05/ley_prevenir_y_erradicar_violencia_mujeres.pdf
6. Asamblea Nacional, [Internet], Código Integral Penal, 2014 octubre. [Citado 2024 febrero 10. Disponible en

https://www.google.com/search?q=asamblea+nacional+del+ecuadortv+legislativa+en+vivo&sca_esv=f4dacfe81c780abe&hl=es&sxsrf=ACQVn0uG833CgBmcIj2HAeI5BfiGSDuQ%3A1710969535121&source=hp&ei=v1L7ZeafBZCYwbkPo6eLgAw&iflsig=ANes7DEAAAAAZftgz8lJvHtQuJc1jEtUiWHdtZ

7. Asamblea Nacional, [Internet], Código Integral Penal.2021 marzo. [citado 2020 marzo 24]. Disponible en https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/COIP_act_feb-2021.pdf
8. Organización de la Naciones Unidas. [Internet] La trata de personas con fines de explotación sexual.2006 diciembre. [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732016000300095
9. Soletto H. La trata de personas como explotación sexual. Revista de la asociación de profesores de derecho procesal de las universidades españolas. [Internet]. 2023. [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en <https://apdpue.es/wp-content/uploads/2023/09/Revista-APDPUE-No-7-2023.pdf>
10. Rodríguez R, García I. La historia clínica médica como documento médico legal. Revista médica electrón. [Internet] 2015. [Citado 2024 marzo 20], Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242015000600011
11. Vargas E. Medicina Legal. Revista médica, [Internet]; 2014. [Citado 2024 marzo20]. Disponible en: <https://booksmedicos.org/medicina-legal-vargas-alvarado-4a-edicion/>
12. Ministerio de Educación. [Internet]. Protocolos de actuación frente situaciones de violencia. 2017 diciembre; [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en: https://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/03/Protocolos_violencia_web.pdf
13. Rodríguez H. Evaluación médico-legal del abuso sexual infantil. Revista médica. [I Internet] 2015, [Citado 2024 marzo 21]. Disponible en <https://scielo.isciii.es/pdf/cmfv/v16n1-2/revision10.pdf>
14. Rodríguez C. Intervención Interdisciplinar en casos de abuso sexual. Revista médica. [Internet] 2003; [Citado 2024 21]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/647/64720108.pdf>

15. Unicef. [Internet]. Violencia contra niños, niñas y adolescentes en América Latina y el Caribe 2015-2021. 2021 diciembre, [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en: <https://www.unicef.org/lac/media/29031/file/Violencia-contra-ninos-ninas-y-adolescentes-en-America-Latina-y-el-Caribe-2015-2021.pdf>
16. Fiscalía General del Estado. [Internet]. Perfil criminológico. 2023 enero. [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en : <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fiscalia.gob.ec/pdf/politica-criminal/Delitos-sexuales.pdf>.
17. Vargas E. Medicina Legal México: Revista médica, [Internet], 1999. [Citado 2024 marzo 21]. Disponible en <https://ils.upaep.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39328>.
18. Murillo A. Incesto: enfoque médico legal. Medicina Legal de Costa Rica. Revista de medicina Legal. [Internet] 2012, [Citado 2024 marzo 21] . Disponible en. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v29n2/art5.pdf>
19. Mejía U, Mejía A. Lesiones del himen en reconocimientos médico legales (RML) ginecológicos por delitos contra la libertad sexual. Revista horizontes médicos. [Internet] 2014, [Citado 2024 marzo 21]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2014000400005
20. Galarza F. En casos de abuso sexual, los peritos psicólogos podemos saber cuándo simulan un trauma. Revista Tiempo Judicial, [Sitio en Internet]. 2022. [Citado 2024 marzo 21]. Disponible en: <https://tiempojudicial.com/2022/02/17/en-casos-de-abuso-sexual-los-peritos-psicologos-podemos-saber-cuando-simulan-un-trauma/>.
21. Corte Nacional de Justicia, [Internet]. Sentencia N0 1826-2014. 2014 enero. [Citado 2024 marzo 20]. Disponible en <https://gt.vlex.com/vid/702314301>
22. Asamblea Nacional. [Internet]. Informe Caso Ampetra, 2018 agosto. [Citado 2024 marzo 21]. Disponible en: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/blogs/comision-especializada-ocasional-aampetra/58109-comision>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.







Indexaciones



Data estimada de la edad biológica aplicando la odontología forense en seres humanos. Revisión bibliográfica

Estimated date of biological age applying forensic odontology in human

- ¹ Liceth Gabriela Lucas Benítez  <https://orcid.org/0009-0000-4946-7953>
Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
liceth.lucas@unach.edu.ec
- ² Pamela Sofía Vallejo González  <https://orcid.org/0009-0006-5948-2157>
Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
pamela.vallejo@unach.edu.ec
- ³ Melany Nicole Aguilar Mejía  <https://orcid.org/0009-0004-8342-4008>
Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
melany.aguilar@unach.edu.ec
- ⁴ Cptn. Marco Antonio Salazar Yépez  <https://orcid.org/0000-0002-5025-0804>
Investigador de la Policía Nacional de Ecuador, Master en Criminalística y Ciencias Forenses Universidad Nacional de Chimborazo
msalazar.yepez86@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3064>

Cítese:

Lucas Benítez, L. G., Vallejo González, P. S., Aguilar Mejía, M. N., & Salazar Yépez, M. A. (2024). Data estimada de la edad biológica aplicando la odontología forense en seres humanos. Revisión bibliográfica. Anatomía Digital, 7(2.2), 173-189. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3064>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

odontología forense, edad dental, estimación de la edad dental, edad biológica, identificación humana, técnicas de identificación forense, métodos de identificación, ciencias forenses

Keywords:

forensic odontology, dental age, dental age estimation, biological age, human identification, forensic identification techniques, identification methods, forensic sciences

Resumen

Introducción. La odontología forense es una rama específica de las ciencias odontológicas que se ocupa de la aplicación de los principios y métodos dentales para resolver cuestiones legales. La edad es una de las principales características biológicas manipuladas para identificar a los individuos, fundamentalmente en los casos en los que no se dispone de documentación. **Objetivo.** Analizar los diversos métodos existentes en las ciencias forenses que contribuyen a obtener una aproximación acertada de la edad biológica. **Metodología.** El enfoque de investigación será de carácter descriptivo, con un enfoque cualitativo mediante una revisión bibliográfica. **Resultados.** Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se estableció el análisis de 250 artículos, de los cuales se pudo identificar 53 como aptos para revisión bibliográfica. **Conclusión.** Después de la previa investigación se establece que existe un sin número de métodos forenses que nos contribuyen a obtener una aproximación de la edad biológica cada uno con sus diferentes parámetros establecidos entre los más importantes tenemos el método Demirjian, Willems, Al Qahtani, Gustafson, Kval, asimismo los métodos visuales y bioquímicos. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Odontología. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Abstract

Introduction. Forensic odontology is a specific branch of dental sciences that deals with the application of dental principles and methods to resolve legal issues. Age is one of the main biological characteristics manipulated to identify individuals, mainly in cases where documentation is not available. **Objective.** Analyze the various methods existing in forensic sciences that contribute to obtaining an accurate approximation of biological age. **Methodology.** The research approach will be descriptive in nature, with a qualitative approach through a bibliographic review. **Results.** After applying the inclusion and exclusion criteria, the analysis of 250 articles was established, of which 53 could be identified as suitable for bibliographic review. **Conclusion.** After the previous investigation, it is established that there are a number of forensic methods that help us obtain an approximation of the biological age, each with its different parameters established, among the most

important we have the Demirjian, Willems, Al Qahtani, Gustafson, Kval method., also visual and biochemical methods.

Introducción

La odontología forense es una rama específica de las ciencias odontológicas que se ocupa de la aplicación de los principios y métodos dentales para resolver cuestiones legales. Su función principal es la identificación de individuos desconocidos y la presentación de evidencia dental en casos judiciales. Esta disciplina utiliza conocimientos dentales para propósitos legales y puede ser crucial en situaciones como desastres naturales, accidentes o crímenes. (1)

Hoy en día, la odontología forense está reconocida como una especialidad dentro del campo más amplio de la ciencia forense. Los odontólogos forenses trabajan en conjunto con otros profesionales forenses, como patólogos forenses, antropólogos forenses y criminólogos, para proporcionar una perspectiva holística en la resolución de casos. (2)

Además, la odontología forense también desempeña un rol significativo en la formación y educación forense a nivel internacional. La colaboración entre expertos de diferentes países y la estandarización de prácticas y protocolos han contribuido a fortalecer esta disciplina y a mejorar su contribución a la gestión de imparcialidad en todo el mundo. (3)

La edad es una de las principales características biológicas manipuladas para identificar a los individuos, fundamentalmente en los casos en los que no se dispone de documentación. Además, juega un papel decisivo en el análisis en campos como la odontología y la medicina. La edad biológica se precisa como una estimación del estado de desarrollo, mientras que la edad cronológica se refiere al tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento en que se realiza la valoración, sirviendo de referencia legal para cada individuo, aunque no siempre coincida con su nivel de desarrollo. Existen varios métodos para establecer la edad, que varían según se empleen a personas vivos o a cadáveres. Los más fiables son los que valoran la edad mediante criterios dentarios y óseos, ya sea en la muñeca, las vértebras o la clavícula. (4)

La criminalística es una disciplina científica aplicada que se dedica a la recolección, conservación, análisis e interpretación de pruebas en casos criminales. Su importancia radica en la resolución de delitos y la presentación de pruebas en juicio. Se basa en la identificación del autor del delito y la obtención de pruebas de culpabilidad, buscando siempre la verdad a través de métodos científicos y objetivos. (5)

Su objetivo principal es investigar y explicar de manera imparcial y precisa todos los aspectos relevantes de un crimen, incluyendo cómo ocurrió, dónde, cuándo, quién lo cometió y con qué medios. Por lo cual se divide en diferentes ramas dentro de las cuales tenemos: Balística forense, Biológica, Dactiloscopia, Odontología forense, Documentoscopia, Fotografía forense, Genética, Grafología, Hematología, Química y Toxicología forenses. (6)

En tanto al campo de odontología forense existen varios métodos de identificación y reconocimiento, los cuales serán mencionados de manera muy rápida a continuación.

Odontograma: Se trata de un documento gráfico de índole legal que consigna las peculiaridades bucodentales de un cadáver sin identificación. Su finalidad es realizar comparaciones con una ficha dental previa al fallecimiento con el objetivo de lograr la identificación. (7)

Autopsia bucal: es un procedimiento quirúrgico llevado a cabo por el odontólogo forense, destinado a facilitar la exploración bucodental. Su objetivo principal es ampliar el análisis anatomopatológico para contribuir a la identificación del individuo. (8)

Queiloscopia: implica examinar, documentar y clasificar las configuraciones de los labios, según su espesor, figuras de las comisuras labiales y surcos. Los expertos en este campo destacan que las características de los labios son únicas para cada persona. (9)

Radiología Bucodental: Es crucial tener en cuenta que, al realizar un diagnóstico odontológico preciso, es necesario contar con estudios clínicos, entre los cuales se destacan las radiografías. En numerosas situaciones, se ha recurrido a distintas radiografías para la identificación de cuerpos en asuntos de desastres homicidios y suicidios. El método de identificación radiográfica bucodental es considerado uno de los más precisos en la actualidad. (10)

Ficha Rugoscópica o Identorrugograma: se define como el procedimiento odontológico dedicado al examen, registro y clasificación de las arrugas presentes en la región anterior del paladar duro. La ficha rugoscópica es una lista en la que se anota la forma, tipo y cantidad de la rugosidad palatina de un individuo, con el objetivo de clasificarla como elemento de identificación dental. (11)

Marcación de prótesis dental: Se recomienda que las prótesis completas y las prótesis parciales extensas incorporen, si es posible, una placa de metal precioso o semiprecioso, que no entre en contacto con los tejidos blandos y que incluya el número de cédula del paciente o del profesional. (12)

Huellas de mordida: representan otro método para la identificación de agresores y poseen una significativa relevancia en el ámbito de la justicia penal. Diversos aspectos se

consideran en el análisis de estas marcas, incluyendo la morfología de los dientes, posibles rotaciones, desgastes y fracturas que quedan registrados en la piel. (13)

Análisis de ADN: obtenido del tejido pulpar de los dientes, constituye un método sumamente valioso debido a la resistencia del diente frente a situaciones como traumatismos, incineración o descomposición. En ciencia forense se utiliza habitualmente el ADN genómico, presente en el núcleo de cada célula del cuerpo humano, así como en los dientes. (14)

Métodos visuales: son uno de los métodos más antiguos basados en el desgaste de las superficies oclusales. Con el paso del tiempo, el color de los dientes también se desarrolló como método de estimación de la edad. (15)

Métodos histológicos: Se basan en el análisis de la estructura microscópica de los dientes en cortes histológicos, lo que permite observar tanto cambios patológicos degenerativos como cambios relacionados con la edad, útiles para estimar la edad cronológica en el campo forense. (16)

Método Gustafson: se basa en seis parámetros: salud periodontal, abrasión dental, formación de dentina secundaria, aposición de cemento, transparencia de la dentina y reabsorción radiculares. (17)

Método Nolla: es un método que clasifica el desarrollo de los dientes permanentes en diez etapas de calcificación. (18)

Método Demirjian: evalúa el nivel de mineralización de los siete dientes de la hemiarcada mandibular izquierda mediante radiografías. Define ocho etapas de maduración para cada diente, de la A a la H. (19)

Método de Mincer, Harris y Berryman: estima la edad dental comparando el desarrollo del tercer molar del sujeto con modelos de mineralización estandarizados. (20)

Método Willems: es una técnica no invasiva y relativamente nueva basada en software para el análisis de vóxeles de imágenes dentales obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Este método calcula la relación entre el volumen de la pulpa y el volumen del diente y lo correlaciona con la edad cronológica. (21)

De este modo esta investigación es importante debido a que la identificación de cuerpos desconocidos en Medicina Forense requiere el crucial valor de la edad, proporcionando datos esenciales para las reconstrucciones forenses.

El propósito de este proyecto de investigación es establecer la data estimada de la edad biológica aplicando la odontología forense en seres humanos e identificar que tipos de métodos existen para la aplicación de este.

Metodología

La orientación investigativa es de carácter descriptivo, debido a que se diseñará para crear, precisar y determinar data estimada de la edad biológica aplicando la odontología forense en seres humanos.

Para lo cual, se estableció un procedimiento metodológico, estrategias de búsqueda y criterios de inclusión y exclusión para la selección de los estudios concernientes a fines académicos de esta investigación.

Estrategias de búsqueda.

En las estrategias de búsqueda de esta investigación se implementó una revisión bibliográfica de la literatura mediante el uso de las bases de datos digitales: Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus y Dialnet. La elección definitiva de los artículos se fundamentó en los parámetros de selección establecidos con antelación. expuestos, considerando también el Average Count Citation (ACC) y la fecha de lanzamiento para garantizar la excelencia del contenido literario. Con palabras clave como: odontología forense, edad dental, estimación de la edad dental. De la misma manera, su utilizó los operadores booleanos OR, AND y NOT para optimizar la sistematización de la búsqueda.

Criterios de inclusión.

Se seleccionarán artículos científicos que abarquen revisiones sistemáticas, de caso, metaanálisis, estudios aleatorizados e intervenciones clínicas que se encuentren publicados en los últimos 10 años.

Criterios de exclusión.

Se evitará la inclusión de artículos de bases científicas que no aporten información significativa sobre el tema planteado, garantizando la selección de literatura pertinente y destacada. Tesis, monografías, libros y páginas web.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda.

Fuente	Ecuación de búsqueda
PubMed (PMC)	Forensic odontology Dental age Dental age estimation Biological age Human identification Forensic identification techniques Identification methods Forensic sciences
Google Scholar	Odontología forense Estimación de la edad dental.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda. (continuación)

Fuente	Ecuación de búsqueda
Medigraphic	Edad dental Edad biológica Técnicas de identificación forense
Elsevier	Estimación de la edad dental Métodos de identificación
Scielo	Identificación humana Ciencias Forenses Odontología forense
Scopus	Edad biológica

Resultados

Cribado de la información: en esta etapa se llevó a cabo una búsqueda y selección de 4869 documentos. Tras aplicar filtros por tiempo e idioma y artículos duplicados se conservaron 1202 artículos. Luego, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 250 artículos como adecuados. Posteriormente, se realizó una lectura basada en el título y el resumen, eliminando también los artículos con textos incompletos, resultando en un total de 53 artículos considerados aptos para esta revisión de la literatura.

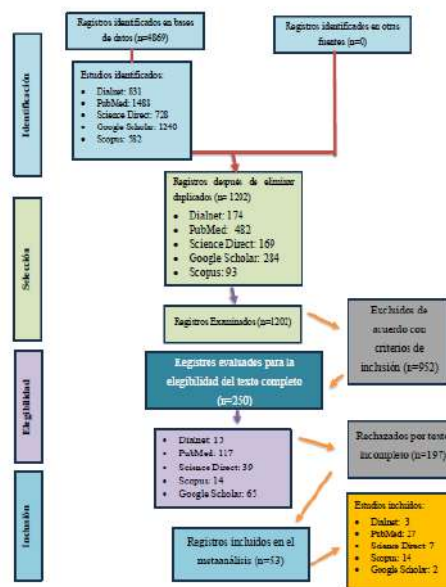


Figura 1. Flujograma de análisis de artículos identificados.

En esta instancia se evidencia la distribución de las referencias de bibliografías en valor numérico y cantidad porcentual según la fuente científica de la que fueron extraídos. En donde se demuestra que 27 artículos o el 50,94% provinieron de PubMed, seguida de Scopus con 14 (26,42%), Science Direct 7 (13,21%), Dialnet 3 (5,66%) y Google Scholar 2 (3,77%). Resaltando que PubMed fue la principal base de datos científica considerada para la obtención de investigaciones con aval y excelencia literaria y académica.

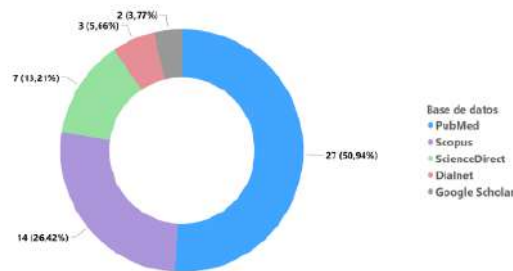


Figura 2. Publicaciones por bases de datos

La gráfica nos señala el número de fuentes de referencia obtenidas en relación al país de donde se los realizó, siendo India el principal de estos, seguido de Reino Unido, Estados Unidos y los restantes países. Además, visualmente en el atlas mundial se divisa una distribución equitativa con cierta relatividad entre los continentes. Lo que demuestra el interés e importancia que se mantiene en desarrollar y publicar investigaciones con gran sustento académico con temas relacionados al que se trata aquí.



Figura 3. Publicaciones por país.

La criminalística es una disciplina científica aplicada que se dedica a la recolección, conservación, análisis e interpretación de pruebas en casos criminales. Su importancia radica en la resolución de delitos y la presentación de pruebas en juicio. Se basa en la identificación del autor del delito y la obtención de pruebas de culpabilidad, buscando siempre la verdad a través de métodos científicos y objetivos. (1)

A continuación, se describen de manera detallada algunas de las ramas de estudio más relevantes en este campo: Balística forense, Biológica, Dactiloscopia, Odontología forense, Documentoscopia, Fotografía forense, Genética, Grafología, Hematología, Química forense, Toxicología forense.

La odontología forense.

Determinada como una disciplina que, alejándose de los tratamientos terapéuticos, establece un vínculo entre la odontología y el ámbito jurídico, enfatizando la obediencia de las leyes. Esta especialidad aplica los conocimientos odontológicos al servicio de la justicia mediante la recopilación de pistas y pruebas en la escena del crimen, utilizando métodos de identificación humana tanto de la víctima como de los presuntos autores del delito. (1)

Métodos identificativos y de estimación de la edad biológica.

El término edad es definido por la Real Academia de la Lengua como “el tiempo que ha vivido una persona, desde su nacimiento”. Para determinar de la edad es una de las áreas clave dentro de la odontología forense y desempeña un papel fundamental en el ámbito médico/legal. Su principal objetivo es establecer un rango probable de edad para identificar a una persona, ya sea viva o fallecida.(6)

Métodos visuales.

Los métodos visuales son uno de los métodos más antiguos basados en el desgaste de las superficies oclusales. Con el paso del tiempo, el color de los dientes también se desarrolló como método de estimación de la edad. (3)

Métodos histológicos.

Se basan en el análisis de la estructura microscópica de los dientes en cortes histológicos, lo que permite observar tanto cambios patológicos degenerativos como cambios relacionados con la edad, útiles para estimar la edad cronológica en el campo forense. (8)

Métodos morfológicos y radiológicos.

Tradicionalmente se utiliza el análisis radiográfico de la mano y la muñeca como método de estimación de la edad, mediante tablas que correlacionan el grado de desarrollo de los huesos examinados con la edad del individuo. Para este fin también se han utilizado métodos basados en el desarrollo de las vértebras cervicales.(11)

Castillo-Páez JA (12)destaca la relevancia del análisis antropométrico de las estructuras óseas craneofaciales para estimar la edad, lo que implica examinar la osificación, el desarrollo y el grado de cierre de las suturas y articulaciones craneales. Otros métodos propuestos incluyen el estudio de la sínfisis púbica mediante el método de Todd, el método de McKern y Stewart, Gilbert y McKern y el método de Brooks y Suchey, que se centran en la morfología de la sínfisis púbica y la superficie de la faceta auricular, así como como las Fases de la cuarta costilla.

La odontología forense ha introducido varios métodos de estimación de la edad. El método Gustafson se basa en seis parámetros: salud periodontal, abrasión dental, formación de dentina secundaria, aposición de cemento, transparencia de la dentina y reabsorción radiculares. Su formulación sirvió de base para el desarrollo de otros métodos posteriores como el método de Lamendin. (13)

El método de Moorrees, Fanning y Hunt (MFH), adaptado por Smith en 1991 para estimar la edad cronológica a partir de la edad dental (DE), se centra en la evaluación de 14 etapas del desarrollo dental, que se analizan en radiografías panorámicas o periapicales. Este método se considera más eficaz que los de Nolla y Demirjian, que examinan 10 y 8 pasos respectivamente, según la literatura. (15)

El método original desarrollado por Demirjian evalúa el nivel de mineralización de los siete dientes de la hemiarcada mandibular izquierda mediante radiografías. Define ocho etapas de maduración para cada diente, de la A a la H. (1) El método desarrollado por Mincer, Harris y Berryman estima la edad dental comparando el desarrollo del tercer molar del sujeto con modelos de mineralización estandarizados, basados en el sistema propuesto por Demirjian.(17) Por otro lado, el método Willems es una técnica no invasiva y relativamente nueva basada en software para el análisis de vóxeles de imágenes dentales obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).(19)

En 2010, AlQahtani y sus colegas desarrollaron el Atlas de Londres, que describe el desarrollo y la erupción de los dientes humanos. Este documento clasifica las etapas del crecimiento dental en 31 categorías de edad diferentes, que van desde las 28 semanas de gestación hasta los 23 años, organizadas según las secuencias de desarrollo y erupción de los dientes. (21)

Luego, Johanson examinó seis cambios estructurales asociados con la edad, clasificándolos en siete niveles. (31) En odontología forense, las líneas incrementales de Retzius, que indican variaciones en la mineralización rítmica de los prismas del esmalte, se utilizan como recurso para rastrear el desarrollo de los dientes a lo largo del tiempo, según se observa mediante microscopía electrónica de barrido. (22)

Discusión

La relevancia de la estimación dental en la identificación de personas fallecidas radica en su capacidad para proporcionar datos cruciales que ayudan a determinar la identidad de individuos desconocido. Los autores (1)(5)(6)(7) citan al método Demirjian como una de las técnicas que ayuda a estimar la edad dental al evaluar los dientes que emergen y el nivel de calcificación de las piezas dentales en cuestión, siendo el autor (5) el que recalca que es el método más común.

Así mismo los autores (23)(24)(25)(26) dan a conocer al método de Gustafson que se fundamenta en los cambios observados en las estructuras dentales, como el desgaste de las caras oclusales, la constante aposición tanto de dentina secundaria como cemento, periodontitis y reabsorción, los cuales son indicativos del envejecimiento del individuo. Mientras que los autores (23)(24)(27) dan a conocer el método Kvaal que propone una técnica para estimar la edad de adultos mediante la medición del diámetro de la pulpa radicular con la ayuda de imágenes radiográficas periapicales.

El autor (4) manifiesta que el método de Demirjian tiene un límite de uso hasta los 16 años no incluye los terceros molares a diferencia el autor (5) menciona que Demirjian conjuntamente con Chaillet incorporan el tercer molar para evaluar la edad. Por otro lado el autor (18) afirma que en el año 2001 Willems adaptó el método de Demirjian a una muestra cuyo origen es origen belga, conservando las etapas de maduración y en el año 2010 se publicó una guía actual de referencia (WII), tomando considerando los dos sexos en forma conjunto, indicándose que se puede emplear cuando el sexo de la persona es desconocido.

Los Autores (1)(2)(4)(8) se refieren al método Demirjian como aquel que utiliza los estadios de calcificación de los siete dientes izquierdos del maxilar inferior, convirtiéndose según el autor (20) en el método radiográfico más utilizado para aproximar la edad dental en la estimación forense de los años de niños y subadultos. Al mismo tiempo los autores(10)(28) se refieren a la división del desarrollo dentario en 11 estadios como método de Nolla.

Mientras que el autor (10) hace mención a métodos con etapas diferentes por ejemplo el método de Moorrees que se basa en 14 etapas del desarrollo de los dientes, así mismo el método Demirjian utiliza el sistema de 8 etapas, el método Anderson 13-14 etapas y el método Willems 8 etapas, a su vez el autor (1) da a conocer que la técnica Haavikko, para análisis de la edad involucra la determinación de 1 de 12 etapas del incisivo hasta los segundos molares en el maxilar y la mandíbula.

En cuanto a los diferentes métodos existentes los autores (1)(2)(18) señalan al método Willems como un método confiable tanto para hombres como para mujeres en los grupos de población, siendo este el más apropiado debido a su mayor grado de aproximación en la estimación de la edad de los dientes. Por su parte el autor (29) indica que las técnicas para estimar la edad dental mencionados por Demirjian, Willems y Al Qahtani son los métodos más en menores y adolescentes, siendo el autor (21) quien rectifica que actualmente un método muy analizado para la determinación forense en relación a la edad es el método de Demirjian.

Conclusiones

- Después de la previa investigación se establece que existe un sin número de métodos forenses que nos contribuyen a obtener una aproximación de la edad biológica cada uno con sus diferentes parámetros establecidos entre los más importantes tenemos el método Demirjian, Willems, Al Qahtani, Gustafson, Kval, asimismo los métodos visuales y bioquímicos.

Conflicto de intereses

Los autores de esta investigación científica afirman que no hay ningún conflicto de interés en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Autor 1: Guía del proceso metodológico y garantizó la información recolectada.

Autor 2: Participó activamente en la planificación y diseño de la revisión bibliográfica, además de llevar a cabo una evaluación crítica de los estudios seleccionados, analizando tanto la calidad metodológica como la validez de los resultados.

Autor 3: Contribuyó de manera significativa en la interpretación y discusión de los hallazgos obtenidos durante la revisión bibliográfica, y también desempeñó un papel importante en la redacción y revisión del contenido del manuscrito.

Autor 4: Hizo valiosos aportes al proporcionar comentarios que mejoraron la claridad y coherencia del trabajo, y participó activamente en la elaboración de los resultados y conclusiones del estudio.

Referencias bibliográficas

1. Chaudhry K, Talwar M, Vanga NR V, Lehl GK, Choudhary A, Patnana AK. A comparative evaluation of three different dental age estimation methods in India: A test of ethnic variability. *Int J Clin Pediatr Dent*. [Internet] 2020;13(1):16–20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7299876/>
2. Paz Cortés MM, Rojo R, Alía García E, Mourelle Martínez MR. Accuracy assessment of dental age estimation with the Willems, Demirjian and Nolla methods in Spanish children: Comparative cross-sectional study. *BMC Pediatr*. [Internet] 2020;20(1):1–9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7393889/>
3. Rachana Prabhu, Laxmikanth Chatra, Prashanth Shenoy SSSD. Accuracy of a Population-Specific Model as Compared to Cameriere's Italian, Indian-Specific Model for Dental Age Estimation among Children in Dakshina Kannada, India:

- A Cross-Sectional Study. *J Indian Acad Oral Med Radiol.* [Internet] 2023;35(2):236–40. Disponible en: https://journals.lww.com/aomr/fulltext/2023/35020/accuracy_of_a_population_specific_model_as.20.aspx
4. Willmann C, Fernandez De Grado G, Kolb C, Raul JS, Musset AM, Gros CI, et al. Accuracy of Age Estimation Using Three Dental Age Estimation Methods in a Young, Large, and Multiethnic Patient Sample. *Dent J.* [Internet] 2023;11(12):1–10. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-6767/11/12/288>
 5. Mohammed RB, Srinivas B, Sanghvi P, Satyanarayana G, Gopalakrishnan M, Vamsi Panvani B. Accuracy of Demirjian's 8 teeth method for age prediction in South Indian children: A comparative study. *Contemp Clin Dent.* [Internet] 2015;6(1):5–15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4319345/>
 6. Banjsak L, Gamulin O, Birimisa M. Age Estimation and Sex Determination Using Raman Spectra of Human Dentine. *Acta Stomatol Croat.* [Internet] 2023;57(4):353–63. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10812915/>
 7. Alqerban A, Alrashed M, Alaskar Z, Alqahtani K. Age estimation based on Willems method versus country specific model in Saudi Arabia children and adolescents. *BMC Oral Health.* [Internet] 2021;21(1):1–9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8276469/>
 8. Priyanka M, Kiran G, Poornima R, Shravani R, Shobhita KC, Preethi P. Age Estimation by Modified Demirjian's Method in Children and Adolescents of Hyderabad Population - A Panoramic Study. *J Orofac Sci.* [Internet] 2019;10(2):63–8. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330544420_Age_Estimation_by_Modified_Demirjian's_Method_in_Children_and_Adolescents_of_Hyderabad_Population_-_A_Panoramic_Study
 9. Chhapparwal Y, Kumar M, Madi M, Chhapparwal S, Pentapati KC. Age estimation by modified demirjian's method in a hospital-based population: A radiographic study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr.* [Internet] 2021;21:1–7. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/pboci/a/4bLFrGf9SxVkcWckHRDFdtw/>
 10. Valluri R, Jain Y, Lalitha C, Sajjan P, Ealla KKR, Dantu R. Age estimation in mixed-dentition children, using cameriere's european formula and demirjian's method: A comparative pilot study. *J Contemp Dent Pract.* [Internet] 2020;21(3):310–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32434980/>

11. Putri AS, Soedarsono N, Nehemia B, Atmadja DS, Ubelaker DH. Age estimation of individuals aged 5–23 years based on dental development of the Indonesian population. *Forensic Sci Res*. [Internet] 2022;7(2):115–23. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9245992/>
12. Sequeira CD, Teixeira A, Caldas IM, Afonso A, Pérez-Mongiovi D. Age estimation using the radiographic visibility of the periodontal ligament in lower third molars in a Portuguese population. *J Clin Exp Dent*. [Internet] 2014;6(5):e546–50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4312684/>
13. Adserias-Garriga J. Age-at-Death Estimation by Dental Means as a Part of the Skeletal Analysis. *Forensic Sci*. [Internet] 2023;3(2):357–67. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-6756/3/2/27>
14. Parra RC, Suárez-Ponce DG, Escalante-Flórez KJ, Condori LA, Calcina-Mendoza O, Peralta-Cerro LM, et al. Age-at-death estimation in adults and verification of a forensic international methodology using single-rooted teeth: An approach for a Peruvian context. *Forensic Sci Int Reports*. [Internet] 2021;3. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/348646153_Estimation_age-at-death_in_adults_and_verification_of_a_forensic_international_methodology_using_single_rooted_teeth_An_approach_for_Peruvian_population
15. Kahm SH, Kim JY, Yoo S, Bae SM, Kang JE, Lee SH. Application of entire dental panorama image data in artificial intelligence model for age estimation. *BMC Oral Health*. [Internet] 2023;23(1):1–8. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-023-03745-x>
16. Mohammad N, Ahmad R, Kurniawan A, Mohd Yusof MYP. Applications of contemporary artificial intelligence technology in forensic odontology as primary forensic identifier: A scoping review. *Front Artif Intell*. [Internet] 2022;5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9763471/>
17. Dasarathi N, Kattappagari KK, Ponnuru VS, Suryaprakash RTC, Santhosh AB, Reddy BVR. Assessment of Dental Age Estimation Using Aspartic Acid Racemization in Human Dentin in Single-Rooted Teeth. *J Orofac Sci*. [Internet] 2023;14(2):114–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36561660/>
18. Ortega-Pertuz AI, Piña-D'Abreu MS. Comparación de los métodos de Willems I y Willems II en la estimación forense de la edad en niños venezolanos. *Rev Española Med Leg*. [Internet] 2020;46(1):4–11. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7265735>

19. Gupta S, Agnihotri A, Chandra A, Gupta OP. Contemporary practice in forensic odontology. *J Oral Maxillofac Pathol*. [Internet] 2014;18(2):244–50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4196294/>
20. Veera SD, Kannabiran J, Suratkal N, Chidananada DB, Gujjar KR, Goli S. Coronal pulp biomarker: A lesser known age estimation modality. *J Indian Acad Oral Med Radiol*. [Internet] 2014;26(4):398–404. Disponible en: https://journals.lww.com/aomr/fulltext/2014/26040/coronal_pulp_biomarker__a_lesser_known_age.9.aspx
21. Alshihri AM, Kruger E, Tennant M. Dental age assessment of 4-16 year old Western Saudi children and adolescents using Demirjian's method for forensic dentistry. *Egypt J Forensic Sci*. [Internet] 2016;6(2):152–6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090536X15000258>
22. Alkandiri F, Karimi A, Draft D, Lucas VS, Roberts G. Dental Age Estimation A comparison of three methods of estimating dental age in a population of Kuwaiti children and adolescents. *Forensic Sci Int Reports*. [Internet] 2021; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665910721000451>
23. Antoine Saadé, Pascal Barón, Ziad Noujeim DA. Dental and Skeletal Age Estimations in Lebanese Children: A Retrospective Cross-sectional Study. *Rev la Soc Int Odontol Prev y Comunitaria*. [Internet] 2017;8(831):34–7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5452572/>
24. Scheila Mânica LG. Forensic odontology in the 21st century – Identifying the opinions of those behind the teaching. *Rev Med Forense y Leg*. [Internet] 2019; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1752928X18305304?via%3Dihub>
25. Phulari RGS, Dave EJ. Evolution of dental age estimation methods in adults over the years from occlusal wear to more sophisticated recent techniques. *Egypt J Forensic Sci*. [Internet] 2021;11(1). Disponible en: <https://ejfs.springeropen.com/articles/10.1186/s41935-021-00250-6>
26. Alina Perez Alvarez YZHP. Métodos identificativos y de estimación de la edad biológica. *Rev Habanera Ciencias Medicas* [Internet]. 2023;22(2):1–15. Disponible en: <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4924/3288>
27. Bhuyan R, , Sandeep Mohanty, Sanat Kumar Bhuyan, Abhisekh Pati, Smita Priyadarshini P Das. Panoramic radiograph as a forensic aid in age and gender estimation: Preliminary retrospective study. *J oral Maxillofac Pathol*. [Internet]

- 2018;21(3):244–51. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6097381/>
28. Rathore A, Puri N, Singh B, Kaur K, Singh B, Singh S. Mandibular Teeth as Predictors in Forensic Age Estimation: A Cone-Beam Computed Tomography-Based Pulp Volume Regression Study. *Contemp Clin Dent*. [Internet] 2022;8:11–9. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10209780/>
29. Dezem TU, Franco A, Palhares CEM, Deitos AR, Alves da Silva RH, Santiago BM, et al. Testing the Olze and Timme Methods for Dental Age Estimation in Radiographs of Brazilian Subadults and Adults. *Acta Stomatol Croat*. [Internet] 2021;55(4):390–6. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8734453/>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





Indexaciones



Cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora

Comprehensive care for adults with motor disabilities

- ¹ Lisbeth Paola Guamán Punguil  <https://orcid.org/0009-0005-3138-6975>
Licenciada en Enfermería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.
lisgpao26@gmail.com
- ² Viviana del Rocio Mera Herrera  <https://orcid.org/0000-0002-3823-860X>
Docente Investigadora, Carrera de Enfermería
Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba- Ecuador.
Red Latinoamericana de Cuidado al Paciente Crónico y la Familia, (Red CroniFam), Ecuador.
vmerah@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3025>

Cítese: Guamán Punguil, L. P., & Mera Herrera, V. del R. (2024). Cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 190-208.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3025>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Cuidado, integral adulta, discapacidad, motora.

Keywords:

Care, comprehensive adult, disability, motor.

Resumen

Introducción. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) determina que los cuidados integrales en los individuos son las principales expresiones operativas del enfoque de la Atención Primaria de la Salud (APS), enfocado en la necesidad de organizar la práctica de enfermería de forma sistemática y científica, para lograr satisfacer las necesidades de cuidado en todos los ámbitos apoyado en conocimientos, habilidades, destrezas. **Objetivo.** Determinar los cuidados integrales de la atención en el adulto con discapacidad motora. **Metodología.** el presente trabajo investigativo se desarrollará aplicando la metodología observacional, descriptiva, no experimental, por medio de una revisión documental, los documentos científicos deben ser de alto impacto, además que contengan información sobre el individuo, familia y comunidad con relación a los cuidados integrales brindados por el cuidador formal e informal. **Resultados.** La calidad de vida se ve influenciada por diversos factores entre ellos como punto de partida la satisfacción de necesidades hasta alcanzar su autorrealización acorde al grado de discapacidad entre los cuidados de manifestación es de gran relevancia el cuidado físico, descanso, satisfacción de necesidades básicas con respeto en las prácticas individuales, culturales, religiosas con el único objetivo de mantener la calma, alivio del dolor, inclusión y relación terapéutica. **Conclusión.** Se logra sintetizar y organizar la evidencia científica existente en relación con los cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora, proporcionando una visión integral y precisa de la problemática planteada. **Área de estudio general:** Salud **Área de estudio específica:** Salud Pública **Tipo de estudio:** Artículo original

Abstract

Introduction. The Pan American Health Organization (PAHO) determines that comprehensive care for individuals is the main operational expressions of the Primary Health Care (PHC) approach, focused on the need to organize nursing practice in a systematic and scientific manner, to satisfy care needs in all areas supported by knowledge, skills, and abilities. **Objective.** Determine comprehensive care for adults with

motor disabilities. **Methodology.** This research work will be developed by applying the observational, descriptive, non-experimental methodology, through a documentary review, the scientific documents must be of high impact, in addition to containing information about the individual, family and community in relation to the comprehensive care provided by the formal and informal caregiver. **Results.** The quality of life is influenced by numerous factors, including as a starting point the satisfaction of needs until reaching self-realization according to the degree of disability. Among the manifestation care, physical care, rest, satisfaction of basic needs with respect are of great relevance. in individual, cultural, religious practices with the sole objective of maintaining calm, pain relief, inclusion, and therapeutic relationship. **Conclusion.** It is possible to synthesize and organize the existing scientific evidence in relation to comprehensive care for adults with motor disabilities, providing a comprehensive and precise vision of the problem raised.

Introducción

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1), determina que los cuidados integrales en los individuos son las principales expresiones operativas del enfoque de la Atención Primaria de la Salud (APS), entre esto se destaca la atención continua; cuidado directo, orientación familiar, comunitaria con la finalidad que los servicios ofertados sean más accesibles, equitativos, eficientes.

Los cuidados integrales se enfocan en la necesidad de organizar la práctica de enfermería de forma sistemática y científica, para lograr satisfacer las necesidades de cuidado de los pacientes en todos los ámbitos apoyado en conocimientos, habilidades, destrezas encaminadas al alivio del dolor, apoyo o suplencia en las necesidades biológicas o físicas las mismas que integran el sentido ético y moral, a su vez se destaca por implementar prácticas interactivas innovadoras e integradoras que se fundamentan en la promoción y protección de la salud (2).

En este contexto la Organización Mundial de la Salud (OMS) (3), considera una persona con discapacidad como al individuo que tiene deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que las barreras existentes u obstáculos no permiten su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás.

A nivel mundial, se estima que el 15 % de la población, cifra que corresponde a 1000 millones de personas, tienen algún tipo de discapacidad, entidad motora que genera altas probabilidades de experimentar resultados socioeconómicos adversos en comparación con las personas sin esta condición (3).

Resultados investigativos demuestran que entre los principales obstáculos asociados a esta problemática están los aspectos relacionados con la adopción de formas de inclusión social, elemento históricamente desestimado, entre otras causas, estigma que genera las condiciones no comunes, inaccesibilidad a medios de transporte adecuados, insuficiente disponibilidad de entornos físicos laborales apropiados, baja capacidad del reconocimiento social a la multiplicidad y comprensión de que en la diversidad está la riqueza de la vida (3).

La problemática descrita es común para muchos países, los que aplican distintas herramientas para brindar servicios personalizados, elemento sin alcanzarse a escala mundial, debido a la alta proporción de población general que sufre algún tipo de discapacidad.

Al respecto, la Organización Mundial de la Salud [OMS] (4), recomienda desarrollar programas de promoción de la salud y prevención de enfermedades cada vez más efectivos, aumentar la accesibilidad a los servicios de salud con énfasis, ubicados en el primer nivel de atención, mejorar la cobertura de los servicios de rehabilitación integral, generar acciones intersectoriales dirigidas a la progresión de la inclusión y participación social; elementos por desarrollar en diferentes contextos, sobre todo en aquellos concernientes a países en vías de desarrollo.

A demás, se aprecian resultados alentadores en países desarrollados con alta distribución de población como son Vietnam, Italia, Australia, España y Alemania donde sus sistemas de Salud se caracterizan por ofrecer una amplia gama de opciones de atención especializada que privilegian el acceso a la atención de salud amplia, mixta (pública y privada), con coberturas garantizadas por la seguridad social; esa realidad no es la dominante en Latinoamérica.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) (5), en el año 2023 reporta que la prevalencia general de esta condición varía por países entre ellos, México con un 9.3 %; mientras que de forma creciente Brasil reporta el 29.8 % de igual forma, en el Caribe con un 4.8% y 10.2% en Aruba.

En Bolivia, el Sistema del Programa de Registro Único Nacional de Personas con Discapacidad (SIPRUNPCD), reporta la existencia de 95.884 personas con esta condición de las cuales el 45% son mujeres y 55% varones; de total de ellas, el 51% tiene una discapacidad grave, el 28% moderada, el 15% muy grave y el 6% padece una

discapacidad leve; mientras que el 38% tiene discapacidad física-motora. En este ámbito, las acciones dirigidas a mejorar el cuidado psicosocial al adulto con discapacidad motora desde la perspectiva de enfermería, es incipiente (6).

En Chile, de acuerdo con las cifras de la Encuesta de Discapacidad y Dependencia (ENDIDE), de 2022 y a los resultados del III Estudio Nacional de la Discapacidad (ENDISC), se conoce que el 17,6% representa a la población con esta condición es decir 3 millones 291 mil 602 personas dentro de los mismos el 9.8 % (1.746.835 individuos) sufre de discapacidad motora (7, 8).

De acuerdo con el Consejo Nacional de Discapacidad en la corte del 2023 en Ecuador, existen 480.776 personas con discapacidad a nivel nacional entre ellos 271.557 hombres con discapacidad correspondientemente al 58.17%, se describe 209.219 mujeres al 41.83%, dando como un registro 215.706 personas con discapacidad física respectivamente con el 44.87% del total de la población analizada. El rango de edad con mayor número de personas con esta condición es de 36 a 64 años con 101.516 correspondiendo al total de la población en un 47.06% (9).

En la provincia de Chimborazo existen 5338 personas con discapacidad motora entre ellos 2593 son de sexo femenino y 2745 masculino, lo que representa a discapacidad motora el 36.34%, correspondiente por grupos etarios de 19 a 64 años el 41.45% representa un total de 2213 con la presente condición.

El objetivo de la presente investigación es determinar los cuidados integrales de la atención en el adulto con discapacidad motora. Concluyente como objetivo específico en fundamentar los cuidados integrales de enfermería en los adultos con discapacidad motora basada en la teoría de confort de Katharine Kolcaba (10).

Marco Teórico

Los cuidados integrales de enfermería tienen como finalidad aliviar el dolor, sufrimiento, mejorar la calidad de vida y bienestar, generar cuidados específicos para el usuario con ayuda de familiares y/o cuidadores favoreciendo así el seguimiento en factores de riesgo, complicaciones o problemas de salud por lo tanto el pensamiento crítico del personal conlleva al compromiso en el uso razonable y seguro de los recursos no solo aspectos comunicativos sino la vigilancia de los procesos terapéuticos para la toma de decisiones oportunas.

En este contexto los cuidados integrales se enfocan en el cuidado humano basado en el Proceso de Atención de Enfermería por medio de este se diagnostica, planifica, ejecuta y evalúa siendo para mantener o mejorar el bienestar del usuario dado el mismo como un proceso interactivo entre el cuidador y el ser cuidado en función de su situación.

Acorde al marco legislativo en Ecuador donde se encuadra la integración laboral, inclusión social, acceso equitativo en salud y derechos humanos de las personas con discapacidad refleja la ponderación representada en la sociedad. Desde una concepción benéfica, asistencial, inclusiva dentro de las concepciones políticas, sociales establecidas por los acuerdos ministeriales u organizaciones.

El modelo puede vincular aspectos de las dimensiones física, personal, social y su relación con factores ambientales que pueden actuar como facilitadores o barreras en situaciones de discapacidad teniendo en cuenta la perspectiva de actividad y participación positiva, es importante considerar el origen de la discapacidad motriz debido a que la misma se puede presentar como un problema congénito o adquirido (11).

La discapacidad va más allá de ser una cuestión que compete en el ámbito de la salud y la generación de un cambio para su integración plena, esta reconceptualización ayuda a disminuir la falta de participación de las personas con esta condición, en los procesos de adopción de decisiones sociales, políticas y económicas; de las que a menudo han quedado excluidos. La ausencia de personas con discapacidad en los procesos de adopción de decisiones de forma holística priva a la sociedad de conocimientos, aptitudes y capacidad que pueden impulsar al desarrollo (12).

Según el Reglamento a la Ley Orgánica de Discapacidades; el artículo 6 denota: “se considera persona con discapacidad a toda aquella que, como consecuencia de una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales, con independencia de la causa que la hubiera originado, ve restringida permanentemente su capacidad biológica, psicológica y asociativa para ejercer una o más actividades esenciales de la vida diaria, en la proporción que establezca la normativa vigente” (13).

Una vez identificada la problemática existente se pretende ejecutar una guía de cuidados psicosociales con el fin de mejorar la calidad de vida de la persona con esta condición, la misma que sea aplicada a nivel intradomiciliario y/o hospitalaria sea por cuidadores directos o indirectos para valorar o analizar objetivamente el problema enmarcando las posibilidades reales, inclusión social, bienestar y desarrollo.

Por otro lado, cabe mencionar que ha ocurrido un cambio en el paradigma de atención a las personas que padecen esta condición asociado así con la calidad en los servicios la misma que se integra en un concepto de acción social, que tiene como objetivo la igualdad de oportunidades en el contexto social y los planteamientos para alcanzar el bienestar, mejorar la calidad de vida. En este sentido, se ha producido un cambio significativo en relación con la sociedad entre ello la oportunidad de vivir una vida digna con autodeterminación y capacidad de desarrollo autónomo.

Por lo tanto, el enfoque cultural parte de la interacción entre las personas, el entorno se basa en el concepto de capacidades, habilidades individuales y como sistema compensatorio por parte del cuidador formal e informal según sus necesidad es así el proceso de rehabilitación integral debe ser la inclusión social de la persona y su familia, no solo la inclusión médica se centra en las necesidades y deseos individuales esto conduce a un verdadero proceso de integración de toda la problemática donde surgen diversos modelos encaminados a mejorar la calidad de vida siendo un ente importante dentro de la sociedad (14).

Del tal modo, que esta problemática de salud pública es preocupante conlleva a plantear las bases de una investigación futura y efectos de delimitar los alcances, avances logrados por parte de diversas organizaciones encaminadas a mejorar la vida de la persona con esta condición, a la vez en la búsqueda por encontrar términos y conceptos universales e inclusivos con un enfoque holístico debido a que los principales obstáculos tienen que ver con las políticas, normas y prestaciones insuficientes en diversos servicios.

Sin embargo, la salida a los desafíos que implica la vejez y su articulación con discapacidades motrices nos invita a considerar que, culturalmente los usuarios se enfrenten a una serie de obstáculos entre los mismos se designa la exclusión institucional o social, cierre de oportunidades laborales, participación en actividades deportivas, de tal modo, el enfoque integral se debe destacar en la inclusión y creación de espacios es decir los cambios culturales con la finalidad de desarrollar oportunidades (15).

Por lo tanto, se establece en la Agenda 2030 en el Desarrollo Sostenible donde se encuentra establecida claramente que la discapacidad: “no puede ser un motivo ni criterio para privar a las personas del acceso a programas de desarrollo y el ejercicio de los derechos humanos”; el mismo que va de la mano con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) dentro del mismo siete metas que se refieren a las personas con discapacidad y seis se focalizan en las personas en situaciones vulnerables en la misma condición (16).

Metodología

Diseño de estudio: el presente trabajo investigativo se desarrollará aplicando la metodología observacional, descriptiva, no experimental, por medio de una revisión documental en base a los cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora, los documentos científicos deben ser de alto impacto, además que contengan información sobre el individuo, familia y comunidad con relación a los cuidados integrales brindados por el cuidador formal e informal.

Población: documentos científicos de fuentes primarias y secundarias que respondan al objeto del estudio con respecto a los cuidados integrales del adulto con discapacidad motora.

Para la recolección de información cuantitativa: se tomará en consideración la revisión de documentos publicados por: organizaciones, establecimientos nacionales e internacionales, tales como: Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Banco Mundial de Discapacidades, Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para identificar los porcentajes de personas con Discapacidad en Ecuador, el nivel de discapacidad las mismas que se encuentran en zonas rurales o urbanas.; revistas científicas de bases médicas indexadas de impacto mundial y regional como: *Google Academic, Bireme, Dialnet, SciELO, Scopus, Redalyc, Medline, Elsevier, PubMed, Medwave, Lilacs.*

Criterios de Inclusión y exclusión: recolección de información de textos completos sin restricción de idioma publicados a partir del año 2018, los mismos que permitan identificar los cuidados integrales en adultos con discapacidad motora que puedan ser aplicados por los cuidadores.

Principios Bioéticos: los datos obtenidos serán analizados bajo los principios bioéticos de autonomía, beneficencia, justicia y no maleficencia con el fin de analizar y entender las necesidades existentes mediante el mismo tratar de llegar a una solución a los problemas encontrados, se acudió a la aplicación de recolección de datos estadísticos para poder contextualizar adecuadamente la situación de la problemática los mismos datos tomados de fuentes confiables o páginas de entidades de discapacidad.

Resultados y Discusión

La presente investigación tiene como objetivo determinar los cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora para establecer intervenciones basadas en la teoría de Katharine Kolcaba (10), lo que conlleva analizar las dimensiones alivio, tranquilidad y trascendencia basada de la teoría del Confort frente al cuidado directo e indirecto dentro del entorno de permanencia del usuario.

Cedeño & Noroña (17), en el artículo denominado “Relación entre ansiedad y calidad de vida en personas con discapacidad motora de Manabí,” destaca que la calidad de vida se ve influenciada por diversos factores entre ellos como punto de partida la satisfacción de necesidades hasta alcanzar su autorrealización acorde al grado de discapacidad entre los cuidados de manifestación es de gran relevancia el cuidado físico, descanso, satisfacción de necesidades básicas, existen a la vez factores que condicionan esta problemática como es la ansiedad relacionada con las limitaciones físicas dando como objeción sentimientos

de inferioridad y baja autoestima, como estrategia de reducción se asocia los cambios en el estilo de vida, alimentación saludable y actividad física regular destacando los ejercicios activos aportan beneficios a corto y largo plazo.

En concordancia con Lorca & Candia (18), en su investigación denominada “Envejecimiento, discapacidad motriz y exclusión,” señala que el envejecimiento requiere de una respuesta integral por parte del personal de salud así como la familia, sintetizado en base al modelo biomédico y social con abordaje de discapacidad e inclusión dentro del entorno, es decir, con un enfoque biopsicosocial una vez identificadas todas las barreras existentes que pongan en riesgo los cuidados integrales en contribución al conocimiento, bienestar y salud. Destacando la parte esencial e impacto positivo la rehabilitación, control y manifestación de satisfacción frente al seguimiento de su condición (12).

Dentro de las tres esferas de Katherine Kolcaba (10), se concluye que los cuidados integrales se encaminan a la satisfacción de necesidades siendo base esencial la familia y el personal de salud con el fin de identificar, eliminar obstáculos, actuar de forma oportuna, crear estrategias de cuidado frente a las necesidades, mediado por el cuidado del dolor entre ellos el cuidado físico, descanso, rehabilitación o el uso de dispositivos electrónicos para su movilidad, en los cuidados de tranquilidad se destaca el papel de la familia, control de sentimientos, emociones, escucha activa como parte del proceso de afrontamiento y realidad.

Dentro de los cuidados de trascendencia existen intervenciones relacionadas a la familia frente a la vinculación de la sociedad, adopción de conductas para evitar la ansiedad, favorecer un entorno seguro, inclusión y las prácticas generadoras de salud. Las intervenciones de los autores se centran en mantener el confort del paciente fomentando una relación estrecha entre el paciente - familiar respetando las prácticas individuales, culturales, religiosas con el único objetivo de mantener la calma, alivio del dolor, inclusión y relación terapéutica.

En otro contexto Paredes & Fierro (19), en el año 2022 dentro de su investigación “Estrategias de afrontamiento y estrés en personas con discapacidad física” detalla dentro de los cuidados del alivio la terapia o rehabilitación física como movimientos activos en la cama, cambios de posición relativos, la solvencia de necesidades fisiológicas y seguridad en el entorno, seguidamente describe los cuidados de tranquilidad con un enfoque de relación familiar y comunitaria con estrechez al impacto emocional y monitoreo de salud mental, en trascendencia detalla la resolución de problemas y tolerancia al estrés frente a las tareas que lo imposibilita ejecutar al usuario que presenta esta condición, destaca el afrontamiento y la toma de acciones de adopción al entorno.

En discrepancia con Curioso-Vílchez & Presumido (20), describen en su investigación con modelo teórico estratégico acerca de las percepciones y promoción de la accesibilidad basadas en el uso de aparatos tecnológicos según el grado de compromiso es así que el frente a los cuidados de alivio detalla los cambios posturales y equilibrio ejecutados de forma continua con el fin de evitar lesiones estructurales, en tranquilidad detalla las percepciones frente a los medios físicos y seguimiento en la actividad continua con supervisión tecnologías digitales para comunicarse, socializarse, así como para realizar actividades educativas, búsqueda de terapia y rehabilitación, uso de dispositivos para mejorar la psicomotricidad.

En efecto el autor, manifiesta que la creación de los dispositivos tecnológicos son de ayuda para el cuidado detallando los mismos como base de entretenimiento para aliviar el dolor, emisión de notificaciones que alerten el peligro que puede estar sucediendo considerando de tal modo, estos dispositivos de uso personal como una herramienta para proporcionar comodidad, distracción y motivo de expresión de sentimientos, emociones pese a sus dificultades motoras y manuales que el usuario puede presentar por su condición.

Los autores Meneses & Sánchez (21), en su artículo denominado “Calidad de vida en adultos con discapacidad física,” en el año 2023 y Gualpa et al. (22), en el año 2019 su investigación realizada “Carga laboral y ansiedad en cuidadores de personas con discapacidad severa,” en concordancia a sus estudios describen actividad para mejorar la calidad del vida del usuario con discapacidad motora entre ellos dentro de los cuidados de alivio detallan los controles de atención médica, rehabilitación y el cumplimiento de la terapia farmacológica así como la satisfacción de necesidades básicas: cambios de posición, necesidades fisiológicas, vestimenta, baño, asistencia de movilidad.

En relación con los cuidados de tranquilidad se detalla indagar las percepciones y accesibilidad al uso de dispositivos para facilitar la comunicación; asistencia activa cuando se presente algún riesgo, comunicación interactiva con la familia para facilitar la expresión de sentimientos hasta lograr alcanzar seguridad; seguidamente describe las funciones habituales para asumir responsabilidad frente a las acciones de cuidado general y propiciar afectividad.

En cuanto a la trascendencia su enfoque se centra de forma estricta en el cumplimiento de sueños, metas, objetivos para alcanzar la autorrealización entre la misma destaca por alcanzar su máximo potencial y satisfacción en la vida. A la vez se detalla la implementación de programas de capacitación para el manejo adecuado dependiente y creación de estrategias de afrontamiento frente a su condición con interactividad de la familia.

Finalmente, cabe mencionar que los autores concuerdan que las intervenciones que se ejecutan por parte del personal de salud siendo cuidadores formales o informales como del personal de salud están destinadas a satisfacer las necesidades del paciente, con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida y ante todo seguridad para desempeño dentro del entorno según su grado de condición; de tal forma, los cuidados integrales se basan en el bienestar físico, psicológico, emocional, espiritual conducidas en aliviar el dolor, mantener tranquilidad y de forma trascendente como individuo en conjunto con los familiares solventar dudas, problemas. Es por ello, que el personal de salud: médicos, enfermeras, fisioterapeutas deben comprender sus necesidades y fortalecer el apoyo basadas en las intervenciones propuestas para alcanzar el confort.

Las medidas de confort de Katharine Kolcaba (10), como son: alivio, tranquilidad y trascendencia se define como un modelo de cuidado adaptable para mejorar la calidad de vida del usuario y satisfacción de necesidades enfocadas a cada uno para llevar una vida digna y accesible. Por ende, el objetivo final de la presente investigación es brindar una guía relativa frente al confort como principio de base al descanso, cuidados integrales sea físico, psicoemocional, social, económico, tecnológico incluyendo dentro del mismo ciertos elementos fundamentales como la: comunicación afectiva-empática, alivio del dolor, atenuación del sufrimiento, apoyo directo y cumplimiento de metas o expectativas que el usuario desea cumplir.

Por lo tanto, se considera que el profesional de enfermería en función con la familia debe mantener una articulación estrecha, comunicación afectiva para poder guiar en la ejecución de actividades integrales, frenar indiscutibles problemas sociales, destacando que la palabra cuidados integrales es la optimización del bienestar asociado de forma conjunta con relaciones interpersonales, ambientales, culturales, sociales, económicas, considerando que la exclusión a un servicio de salud u otros espacios generan interrogantes negativas que repercuten en la salud mental generando desestabilización emocional, es por ello, que el enfoque se dirige en fomentar estrategias personales.

Tabla 1. *Cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora basado en la teorizante de Katharine Kolcaba en relación con el cuidado directo*

Autor, Año	Cuidados de Alivio	Cuidados de Tranquilidad	Cuidados de Transcendencia	Análisis
Cedeño & Noroña (17) (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuidado físico, descanso y recuperación para mejorar la calidad de vida. -Socialización de programas educativos de salud como alimentación saludable, rehabilitación. - Orientación en el control y seguimiento del proceso de rehabilitación. -Ayuda técnica en el manejo de bastones, andadores, sillas de rueda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar el bienestar emocional mediante estrategias como: risoterapia o comunicación activa, -Fomento de la escucha activa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interacción familiar para vincular adaptabilidad, estilo de comunicación, lazos emocionales, su capacidad de convivir y resignificar el estrés. - Seguridad del entorno para favorecer la libre movilidad. -Inclusión laboral en empresas públicas y privadas. 	<p>Las intervenciones manifestadas como parte de los cuidados integrales se enfocan a mantener el confort del usuario, como parte de interacción el papel fundamental de la familia para mantener la calma, aliviar el dolor, así como la verificación del entorno generando seguridad y confianza para alcanzar el bienestar del usuario frente a su necesidad o adaptación.</p>
Lorca & Candia (18) (2021)	<ul style="list-style-type: none"> -Impacto positivo de la rehabilitación frente a las funcionalidades corporales, control del dolor físico y emocional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los usuarios manifiestan buena voluntad y disposición familiar durante la rehabilitación, ayuda o suplencia de ciertas actividades que los imposibilita ejecutar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Participación del personal de salud frente la importancia de mantener una buena salud física y mental. -Prácticas generadoras de sentimientos de esperanza y actitudes de autocuidado. 	<p>Los autores describen que la rehabilitación es un impacto positivo generando alivio frente a la molestia que condicione al usuario, cabe mencionar que el eje de partida es la familia para poder cumplir los cuidados, así como la participación de los integrantes familiares, sociedad, amigos para generar seguridad, confianza y esperanza de vida.</p>

Tabla 1. Cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora basado en la teorizante de Katharine Kolcaba en relación con el cuidado directo (continuación)

Autor, Año	Cuidados de Alivio	Cuidados de Tranquilidad	Cuidados de Transcendencia	Análisis
Paredes & Fierro (19) (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Terapia o rehabilitación física con ejercicios como ejercicios en la cama, movimiento y cambios de posición. -Ayuda y solvencia en las necesidades fisiológicas y seguridad del entorno. -Inclusión en grupos de rehabilitación para fomentar la adaptación a la condición. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relación y estrechez de lazos internos fomentando la interacción y/o social, familiar y comunitaria. -Control y evaluación del estrés percibido, así como el impacto emocional durante el monitoreo del estado de la salud mental. 	<ul style="list-style-type: none"> -Resolución de problemas familiares o reestructuración de la estabilidad mental. -Tolerancia al estrés en relación con las dificultades de desempeño. -Afrontamiento y tolerancia a las acciones adaptativas por la condición. 	<p>Describen los autores que la resolución de problemas debe ser eficiente para mejorar la calidad de vida del usuario, evitar sentimientos de culpa al contrario de esto crear estrategias de afrontamiento y tolerancia frente a las necesidades que el usuario desee, se plasma que la comunicación frente a la adaptación debe positiva evitando el daño de la salud mental el mismo que puede generar conductas negativas o toma de decisiones inoportunas.</p>
Curioso-Vílchez & Presumido (20) (2023)	<ul style="list-style-type: none"> -Control de la postura y el equilibrio corporal para evitar lesiones físicas o estructurales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar sobre sus percepciones y promover la accesibilidad a diversos medios físicos con ayuda o seguimiento de la actividad a ejecutar. -Uso de dispositivos electrónicos para la comunicación, acercamiento o distracción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar sobre sus percepciones y promover la accesibilidad en el entorno o sociedad. - Revisión de los servicios de entretenimiento, terapia y rehabilitación. -Facilitar los dispositivos para el desarrollo de la psicomotricidad fina y gruesa. 	<p>Los autores describen que el uso de dispositivos electrónicos genera entretenimiento y alivio del dolor debido a que el usuario indaga formas de seguridad, movimiento, traslado y coopera en su rehabilitación. Siendo esto un medio incluso para alertar algún peligro para la asistencia familiar.</p>

Tabla 1. Cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora basado en la teorizante de Katharine Kolcaba en relación con el cuidado directo (continuación)

Autor, Año	Cuidados de Alivio	Cuidados de Tranquilidad	Cuidados de Transcendencia	Análisis
Meneses & Sánchez (21) (2023)	<p>-Destinar controles de atención en el proceso de rehabilitación o terapia farmacológica.</p> <p>-Satisfacción de necesidades básicas: vestir, traslado o cambios de posición, necesidades biológicas.</p> <p>-Disponer ayudar técnicas para la movilización.</p>	<p>- Motivar a ejecutar actividades entre las mismas la expresión de sentimientos, fortalecer la capacidad de seguridad.</p> <p>-Enfatizar la autonomía del discapacitado, que incluya autodeterminación y solidaridad antes que compasión.</p>	<p>-Mantener una estrecha relación con la familia, amigos con quienes el usuario mantenga una buena relación con el fin de sentirse querido por las personas importantes.</p> <p>-Cumplir las metas, objetivos e intereses personales de la persona con discapacidad para alcanzar la autorrealización.</p>	<p>Los dos autores concuerdan en que una óptima rehabilitación genera un proceso de recuperación mental por el alivio del dolor mediante esta técnica, seguidamente describe como terapia farmacológica el cumplimiento a cabalidad, así como la satisfacción de necesidades fisiológicas: cambios de posición, baño, movilización, vestimenta entre otros. A su vez, detalla que la relación familiar debe enfatizar la autonomía y autor determinación mediado como un proceso de cumplimiento a sus metas o propósitos que los estableció a corto o largo plazo.</p>
Gualpa et al. (22) (2019)	<p>-Vigilar, atender y complementar la falta de autonomía de la persona dependiente, ayudándola en sus tareas diarias como aseo, alimentación, desplazamiento, administración de medicamentos.</p>	<p>-Implicar dentro del cuidado las funciones habituales, tomar decisiones oportunas para mejorar la calidad de vida, asumir responsabilidades, tareas y acciones de cuidado.</p> <p>-Brindar cuidados generales y propiciar afectividad, responsabilidad en el cuidado, expresión de sentimientos.</p>	<p>- Implementación de programas de capacitación para el manejo adecuado de la persona dependiente y de estrategias de afrontamiento de la familia; toda vez que la discapacidad severa por su propia condición.</p>	<p>Los autores describen los cuidados con la finalidad de proporcionar un ambiente general de confort a esto se incluye prestar atención destacando que el confort es tanto físico como mental y debe ser guiado en la suplencia de necesidades para alcanzar su bienestar, no terminando solo en cuidados físicos sino más bien vinculando las estrategias de afrontamiento, expresión de sentimientos o necesidad como base del cuidado a la vez se centra en la modificando el entorno de los usuarios para crear inclusión y garantía de sus deberes y derechos.</p>

Conclusiones

- La investigación ha logrado sintetizar y organizar de manera eficiente la evidencia científica existente en relación con los cuidados integrales en el adulto con discapacidad motora, la misma que se recurrió a fuentes actualizadas y confiables que presentan resultados de investigaciones verídicas, proporcionando una visión integral y precisa de la problemática planteada entre la base de cuidados se proporciona el cuidado físico, descanso y recuperación para mejorar la calidad de vida, disposición familiar durante la rehabilitación, ayuda o suplencia de ciertas actividades que los imposibilita ejecutar, finalmente se detalla de forma general en relación a la trascendencia cumplir las metas, objetivos e intereses personales del usuario con discapacidad para alcanzar la autorrealización.
- Se puede concluir que los cuidados integrales en el adulto que presenta esta condición como cuidados de alivio menciona que el cuidado físico e integridad de la piel es esencial para evitar complicaciones mayores, seguidamente el apoyo en el uso de ayudas técnicas como bastones, andadores, sillas de rueda ha sido un punto importante para mejorar el control, seguimiento de su condición así como el afrontamiento a la realidad, como cuidados de tranquilidad se manifiesta que el manejo del bienestar emocional como: risoterapia, comunicación - escucha activa son entes importantes de percepción e interacción con la familia o personal de salud con la única finalidad alcanzar la autonomía, mientras, en los cuidados de trascendencia el aporte familiar el ícono principal es el vínculo afectivo e inclusión siendo dos ejes que han permitido en el usuario con discapacidad alcanzar la accesibilidad en los diversos entornos o espacios públicos, políticos, privados destacando el respeto, cumplimiento a sus deberes y derechos.
- Se ha identificado y determinado los cuidados integrales que los autores describen para alcanzar el bienestar para el alivio, tranquilidad y trascendencia los mismos que contribuyen a un entendimiento profundo de la problemática, naciendo de la misma la necesidad urgente de abordar y manejar para alcanzar el bienestar del usuario, así como para garantizar una atención óptima y efectiva mediante intervenciones individualizadas de: apoyo físico, emocional, espiritual y familiar, destacando la interacción relación familia – usuario- personal de salud comparten el mismo objetivo descrito en lograr alcanzar la autorrealización según su grado, a la vez ser la familia quien sobrelleve la suplencia de necesidades con dedicación constante, actitud positiva convirtiéndose esto en un estilo de vida más no una rutina que se deba cumplir.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Las autoras mencionadas con anterioridad realizaron el diseño, ejecución y redacción de la presente investigación.

Referencia Bibliográfica

1. Organización Panamericana de la Salud [OPS] [Internet]. Organización Mundial de la Salud [OMS]. Redes integradas de servicios de salud. Paho.org. [citado 16 abr 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/redes-integradas-servicios-salud>
2. Suárez R, Cabrera J, Zapata I. El profesional de enfermería especializado. ¿Hace el mejor uso de la tecnología en el cuidado? Revista Habanera de Ciencia Médicas [Internet]. 2022 [citado 16 abr 2024]; 21(3): e4056. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1804/180473698014/html/>
3. Organización Mundial de la Salud [OMS] [Internet]. Discapacidad. 2023 [citado 16 abr 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
4. Organización Panamericana de la Salud [OPS] [Internet]. Diversidad Cultural y Salud. 2023 [citado 19 abr 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/diversidad-cultural-salud>
5. Organización Panamericana de la Salud [OPS] [Internet]. Discapacidad. 2022 [citado 21 abr 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/discapacidad#:~:text=Las%20personas%20con%20discapacidad%20son,de%20condiciones%20con%20los%20dem%C3%A1s.>
6. Defensoría del Pueblo Estado Plurinacional de Bolivia [Internet]. Informe Defensorial la Exclusión y Segregación de las Personas con Discapacidad en el sistema educativo plurinacional. 2022 [citado 14 abr 2024]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.bo/documentos/8>
7. Ministerio de Desarrollo Social y Familia Gobierno de Chile [Internet]. Encuesta de Discapacidad y Dependencia 2022. 2022 [citado 16 abr 2024]. Disponible en: <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/endide-2022>
8. Ministerio de Desarrollo Social y Familia Gobierno de Chile [Internet]. III Estudio Nacional de la Discapacidad, III ENDISC 2022. 2022 [citado 16 abr 2024]. Disponible en: https://www.senadis.gob.cl/pag/693/2004/iii_estudio_nacional_de_la_discapacidad

9. Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. Estadísticas de Discapacidad [Internet]. 2022 [citado 21 abr 2024]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
10. Tomey AM, Alligood MR. Modelos y teorías en enfermería. 9a. ed. España. Elsevier [Internet]. 2018 [citado 19 abr 2024]. Disponible en:
11. Díaz Dumont JR. Discapacidad en el Perú: un análisis de la realidad a partir de datos estadísticos. Revista Venezolana de Gerencia [Internet]. 2019 [citado 21 abr 2024]; 24(85). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/290/29058864014/html/>
12. Gómez Rúa NE, Cardona Arango D, Gañan Echavarría J. El concepto de discapacidad en las leyes relacionadas con el enfoque de derechos de la salud laboral en Colombia. Revista de Derecho [Internet]. 2019 [citado 23 abr 2024]; (52): 116-137. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-86972019000200116
13. Presidencia de la República del Ecuador [Internet]. Reglamento a la Ley Orgánica de Discapacidades. 2017 [citado 16 abr 2024]. Decreto Ejecutivo 194. Registro Oficial Suplemento 109 (27-oct.-2017). Última modificación: 22-abr.-2021. Estado: Reformado Disponible en: <https://www.deporte.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/04/15.-Reglamento-Ley-Discapacidades.pdf>
14. Ministerio de Inclusión Económica y Social [Internet]. Programa de Desarrollo de Capacidades a Familias de Personas con Discapacidad. 2021 [citado 18 abr 2024]. Disponible en: <https://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Subcomponente-Desarrollo-de-habilidades-familiares.pdf>
15. Ministerio de Salud Pública [MPS] [Internet]. Boletines Poblacionales: Personas con Discapacidad-PCD1, Oficina de promoción social I-2020. 2022 [citado 22 abr 2024]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/boletines-poblacionales-personas-discapacidadI-2020.pdf>
16. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] [Internet]. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). 2018 [citado 22 ene 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

17. Cedeño Casquete GC, & Noroña Salcedo DR. Relación entre ansiedad y calidad de vida en personas con discapacidad motora de Manabí. *Revista Scientific* [Internet]. 2023 [citado 26 abr 2024]; 8(28): 245–266. Disponible en: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/797/1452
18. Lorca M, Candia Araneda C. Envejecimiento, discapacidad motriz y exclusión. *Runa* [Internet]. 2021 [citado 25 abr 2024]; 42(2): 99-117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1808/180869109006/html/#B19>
19. Paredes Barreno GZ, Fierro Villacreses MS. Estrategias de afrontamiento y estrés en personas con discapacidad física. *Revista Eugenio Espejo* [Internet]. 2022 [citado 1 mayo 2024]; 16(3): 37-46. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5728/572872037005/movil/>
20. Curioso-Vílchez IC, Presumido Braccialli LM. Diseño Universal y discapacidad física: percepciones sobre el uso de diseños de soporte para smartphone por adultos con parálisis cerebral. *Siglo Cero* [Internet] 2023 [citado 01 mayo 2024]; 54(2), 73–91. Disponible en: <https://revistas.usal.es/tres/index.php/0210-1696/article/view/30264/29303>
21. Meneses Badillo JS, Sánchez Melo VC. Calidad de vida en adultos con discapacidad física. *Brazilian Journal of Health Review* [Internet]. 2023 [citado 1 mayo 2024]; 6(1): 1855-1868. Disponible en: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/56679>
22. Gualpa Lema MC, Yambay Bautista XR, Ramírez Coronel AA, Vásquez Cárdenas AL. Carga laboral y ansiedad en cuidadores de personas con discapacidad severa. *Universidad, Ciencia y Tecnología* [Internet]. 2019 [citado 01 mayo 2024]; 23(95): 33-39. Disponible en: https://www.academia.edu/77895497/Carga_Laboral_y_Ansiedad_en_Cuidadores_De_Personas_Con_Discapacidad_Severa

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





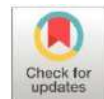
Indexaciones



Impacto de la tecnología de reconocimiento facial en la prevención del crimen.

Impact of facial recognition technology on crime prevention

- ¹ Ligia Piedad Carvajal Ibarra  <https://orcid.org/0000-0003-4940-3137>
Licenciada en Laboratorio Clínico, Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
ligia77@live.com
- ² Diego Lenin Andrade Ulloa  / <https://orcid.org/0009-0000-9349-5732>
Doctor en Jurisprudencia Magíster en Derecho Procesal Penal, Magíster en Derecho Digital Especialista en Derecho Constitucional y Administrativo Posgrado Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
dandrade@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3113>

Cítese: Carvajal Ibarra, L. P., & Andrade Ulloa, D. L. (2024). Impacto de la tecnología de reconocimiento facial en la prevención del crimen. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 209-221. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3113>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Reconocimiento facial
Prevención del delito
Ética
Derechos humanos
Vigilancia

Resumen

Introducción: El reconocimiento facial es una tecnología de inteligencia artificial que permite identificar individuos de manera automatizada a partir de imágenes o videos de sus rostros. Su uso por parte de agencias policiales y de seguridad para prevenir el crimen ha aumentado rápidamente en años recientes. Sin embargo, esta aplicación genera importantes preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad, la protección de datos personales, la libertad de pensamiento, la presunción de inocencia y la no discriminación. **Objetivo:** Evaluar la eficacia y las implicaciones éticas de la implementación de tecnologías de reconocimiento facial en entornos urbanos para la prevención del crimen, proporcionando recomendaciones fundamentadas para una aplicación responsable. **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática cualitativa de literatura científica publicada entre 2017 y 2022 sobre el uso de reconocimiento facial en la prevención del delito. Se analizaron 16 artículos que cumplieron criterios de elegibilidad predefinidos, provenientes de revistas académicas de inteligencia artificial, derecho, criminología y ética. **Resultados:** Los estudios revisados sugieren que el reconocimiento facial está siendo crecientemente adoptado por fuerzas de seguridad en espacios públicos. Si bien los algoritmos han alcanzado altos niveles de precisión, la evidencia sobre su efectividad para reducir el crimen es aún limitada y mixta. Al mismo tiempo, surgen importantes riesgos éticos relacionados con potenciales vulneraciones a derechos fundamentales, sesgos algorítmicos, vigilancia masiva y erosión de libertades civiles. Expertos plantean la necesidad de regulaciones estrictas, evaluaciones de impacto, supervisión independiente y debate público para prevenir abusos. **Conclusión:** El reconocimiento facial representa una herramienta prometedora pero controversial para prevenir el delito. Su eficacia real es aún incierta y sus riesgos éticos son significativos. Se requiere un enfoque precautorio, con salvaguardas legales y técnicas robustas, monitoreo constante y deliberación social amplia para equilibrar seguridad y libertad. Solo una gobernanza responsable y accountable permitirá aprovechar sus beneficios mientras se respetan los derechos humanos. **Área de estudio**

general: Inteligencia Artificial. **Área de estudio específica:** Tecnología y prevención del crimen. **Tipo de estudio:** Revisión sistemática cualitativa

Keywords:

Facial recognition
Crime prevention
Ethics
Human rights
Surveillance

Abstract

Introduction: Facial recognition is an artificial intelligence technology that allows automated identification of individuals from images or videos of their faces. Its use by police and security agencies to prevent crime has rapidly increased in recent years. However, this application raises significant ethical concerns related to privacy, protection of personal data, freedom of thought, presumption of innocence, and nondiscrimination. **Objective:** To evaluate the effectiveness and ethical implications of implementing facial recognition technologies in urban environments for crime prevention, providing evidence-based recommendations for responsible application. **Methodology:** A qualitative systematic review of scientific literature published between 2017 and 2022 on the use of facial recognition in crime prevention was conducted. Sixteen articles meeting predefined eligibility criteria were analyzed, sourced from academic journals in artificial intelligence, law, criminology, and ethics. **Results:** Reviewed studies suggest that facial recognition is increasingly adopted by security forces in public spaces. While algorithms have achieved high levels of accuracy, evidence of their effectiveness in reducing crime is still limited and mixed. At the same time, significant ethical risks arise, including potential violations of fundamental rights, algorithmic biases, mass surveillance, and erosion of civil liberties. Experts advocate for strict regulations, impact assessments, independent oversight, and public debate to prevent abuses. **Conclusion:** Facial recognition represents a promising yet controversial tool for crime prevention. Its actual effectiveness remains uncertain, and its ethical risks are significant. A precautionary approach with robust legal and technical safeguards, constant monitoring, and broad social deliberation is required to balance security and freedom. Only responsible and accountable governance will allow harnessing its benefits while respecting human rights. **General Study Area:** Artificial Intelligence.

Specific Study Area: Technology and Crime Prevention.
Study Type: Qualitative Systematic Review.

Introducción

El reconocimiento facial es una tecnología de inteligencia artificial que permite identificar individuos de manera automatizada a partir de imágenes o videos de sus rostros. Funciona mediante la extracción y comparación de características faciales únicas, como la distancia entre los ojos, la forma del mentón, etc.(1).

Estos sistemas generalmente constan de dos componentes principales: un algoritmo de procesamiento de imágenes y una o varias bases de datos con información facial pre-registrada, como fotos de pasaportes o licencias de conducción (2). El algoritmo extrae un "mapa" digital de las características faciales de una imagen captada en vivo y lo compara con las imágenes almacenadas en la base de datos para determinar una coincidencia.

Existen diferentes modalidades de reconocimiento facial según el número de personas en las imágenes capturadas y en la base de datos (2): Verificación (1:1): compara la imagen capturada con una imagen pre-registrada para verificar una identidad. Identificación (1:N): compara la imagen con muchas imágenes en una base de datos para determinar una identidad. Vigilancia (N:M): analiza muchas imágenes en busca de muchas identidades, por ejemplo, de una lista de sospechosos.

Las aplicaciones del reconocimiento facial abarcan desde el desbloqueo de smartphones, hasta la identificación de criminales o personas desaparecidas. En el ámbito de la seguridad pública, su uso se ha expandido para la vigilancia en espacios públicos en combinación con circuitos cerrados de televisión (CCTV), con el objetivo de identificar amenazas en tiempo real (3).

El reconocimiento facial ha ganado gran relevancia en los últimos años debido a sus diversas aplicaciones, entre ellas la prevención del crimen. Esta herramienta permite detectar y reconocer rostros humanos de manera automatizada a partir de imágenes o videos (2). Su uso se ha extendido en el ámbito de la seguridad pública, siendo adoptada por departamentos de policía en distintas partes del mundo para identificar sospechosos y personas con orden de arresto en tiempo real (4).

Lo que permite combatir la delincuencia en las ciudades inteligentes, estos sistemas permiten la identificación de sospechosos y personas con orden de arresto en tiempo real a partir de imágenes o videos capturados por cámaras de vigilancia (5). Sin embargo, algunas agencias van aún más allá, aprovechando también tecnologías de reconocimiento

de emociones para inferir los estados afectivos internos de las personas a partir de rasgos como los movimientos de los músculos faciales. De esta forma, se busca obtener pistas sobre individuos desconocidos que actúan de manera sospechosa en lugares públicos o estratégicos (6).

Aunque el uso de estas herramientas aún parece relegado a escenarios distópicos, ya es una realidad en algunas partes del mundo. Por ejemplo, un artículo publicado por investigadores de la Academia de Policía de Hubei en China examina el valor de las expresiones faciales para identificar "personas peligrosas" y "grupos de alto riesgo" (7). Los autores proponen construir una base de datos de imágenes de video de delincuentes antes y después de cometer crímenes, para entrenar un algoritmo que reconozca a los individuos involucrados en actividades ilícitas.

Sin embargo, la compatibilidad de estas tecnologías con el marco europeo de derechos humanos es cuestionada. Expertos señalan que el reconocimiento facial y emocional podría vulnerar derechos fundamentales como la privacidad, la protección de datos personales, la libertad de pensamiento y la presunción de inocencia (2). Además, persisten dudas sobre la efectividad y precisión de estos sistemas, existiendo el riesgo de criminalizar erróneamente a personas inocentes (8).

Por otro lado, algunos modelos basados en aprendizaje profundo están mostrando un desempeño prometedor en el reconocimiento de emociones a partir de expresiones faciales. Un algoritmo híbrido que combina redes neuronales convolucionales (CNN) y patrones binarios locales (LBP) logró una precisión promedio del 88% en el reconocimiento de 6 emociones básicas (9). Estos avances brindan una dirección para analizar características psicológicas a partir del reconocimiento de emociones.

El debate sobre el despliegue de tecnologías de reconocimiento facial para fines preventivos debe considerar todos sus potenciales impactos, tanto positivos como negativos. Es necesario un análisis riguroso y caso por caso que tome en cuenta no sólo los beneficios reportados, sino también los cuestionamientos sobre su compatibilidad con los derechos fundamentales. Mientras tanto, el desarrollo de modelos de aprendizaje automático cada vez más precisos abre nuevas posibilidades para inferir estados psicológicos a partir de expresiones faciales, lo cual podría tener aplicaciones promisorias, pero también preocupantes.

La presente revisión busca como fin evaluar la eficacia y las implicaciones éticas de la implementación de la tecnología de reconocimiento facial en entornos urbanos para la prevención del crimen, proporcionando recomendaciones fundamentadas para una aplicación responsable.

Metodología

La presente investigación se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo, empleando un diseño de revisión bibliográfica. Este diseño permite recopilar, evaluar críticamente y sintetizar la evidencia disponible sobre un tema específico de manera metódica y reproducible (10). El estudio es de tipo básico, ya que busca generar conocimiento sobre el uso del reconocimiento facial para la prevención del crimen, sin una aplicación práctica inmediata. El nivel de investigación es descriptivo, pues se propone caracterizar el estado actual de esta tecnología, sus aplicaciones y los desafíos éticos que plantea. La modalidad es documental, basada en la revisión de artículos científicos publicados.

Se aplicó el método analítico-sintético, que consiste en descomponer el objeto de estudio en sus partes constitutivas para analizarlas de forma individual (análisis) y luego integrarlas para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis) (11). Esto permitió examinar en detalle los diferentes aspectos del reconocimiento facial en la prevención del delito abordados en cada artículo, para luego desarrollar una comprensión global del tema.

La revisión bibliográfica se realizó siguiendo estos pasos: 1) Formulación del problema y preguntas de investigación; 2) Definición de criterios de inclusión y exclusión de estudios; 3) Búsqueda y selección de artículos relevantes en bases de datos académicas; 4) Evaluación de la calidad metodológica de los estudios; 5) Extracción y síntesis de datos; 6) Interpretación de resultados y elaboración de conclusiones.

Se empleó la técnica de análisis documental, que permite recolectar datos de fuentes secundarias, como libros, boletines, revistas, folletos y periódicos (Bernal, 2010). Específicamente, se analizaron artículos de revistas científicas indexadas publicados en los últimos 5 años.

La población de estudio comprendió todos los artículos científicos sobre reconocimiento facial para prevención del crimen publicados en revistas indexadas entre 2020 y 2023. No se realizó muestreo, sino que se revisaron todos los artículos que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: a) Artículos publicados en revistas científicas revisadas por pares; b) Estudios enfocados en aplicaciones de reconocimiento facial por parte de agencias policiales o de seguridad; c) Investigaciones que aborden aspectos técnicos y/o éticos de esta tecnología; d) Textos completos disponibles en idioma inglés o español.

Se excluyeron artículos de opinión, revisiones narrativas, estudios enfocados en aplicaciones comerciales del reconocimiento facial. Se eliminaron artículos duplicados o con calidad metodológica deficiente. En total, se analizaron 16 artículos que cumplieron los criterios de elegibilidad, provenientes de revistas de los campos de inteligencia artificial, derecho, criminología y ética.

No se requirió aprobación de un comité de ética ni consentimiento informado, ya que la investigación no involucró participantes humanos, sino que se basó en el análisis de documentos de acceso público. Se respetó la integridad de las ideas de los autores y se citaron adecuadamente todas las fuentes consultadas, evitando cualquier forma de plagio.

Resultados y discusión

A partir de la revisión, se encontró que el reconocimiento facial está siendo crecientemente utilizado por agencias policiales y de seguridad en entornos urbanos para identificar sospechosos y prevenir delitos (5,7,12). Algunos sistemas incluso incorporan análisis de emociones para detectar individuos potencialmente peligrosos a partir de sus expresiones faciales (2).

En cuanto a la eficacia, los estudios sugieren que los algoritmos de reconocimiento facial han alcanzado altos niveles de precisión, con tasas superiores al 90% en condiciones controladas (9,13). Esto ha permitido a las autoridades localizar y detener criminales buscados de manera más rápida y eficiente (5). Asimismo, se argumenta que la sola presencia de estos sistemas tendría un efecto disuasorio sobre el crimen (12).

Sin embargo, la evidencia sobre su impacto real en las tasas de criminalidad es aún limitada (1,6,7). Algunos estudios encuentran reducciones significativas en ciertos delitos donde se implementó esta tecnología (14), mientras otros no hallan efectos apreciables o incluso observan desplazamiento del crimen hacia áreas no vigiladas (2,15). Se necesitan evaluaciones más rigurosas y a mayor escala para llegar a conclusiones sólidas sobre su efectividad.

Por otro lado, el uso del reconocimiento facial en espacios públicos genera importantes preocupaciones éticas. Diversos autores advierten sobre los riesgos para la privacidad, la protección de datos personales, la libertad de pensamiento, la presunción de inocencia y la no discriminación (2,4,7,12). El hecho de que cualquier persona pueda ser identificada y rastreada sin su consentimiento mientras realiza actividades cotidianas resulta problemático. Más aún si se utiliza para inferir estados mentales o intenciones a partir de gestos faciales, lo cual es altamente especulativo (2).

Otro riesgo es que estos sistemas amplifiquen sesgos discriminatorios, ya que algunos algoritmos han mostrado mayores tasas de error para ciertos grupos demográficos, como mujeres y personas de piel oscura (12,16). También preocupa el potencial de función creep (La "function creep" es un término utilizado para describir el fenómeno en el que una tecnología, sistema o proceso diseñado para un propósito específico comienza a utilizarse de manera más amplia o para funciones adicionales a las originalmente previstas), donde datos recabados para un fin legítimo terminen siendo usados para otros

propósitos más invasivos (13,17). Existe el temor de que se normalice una vigilancia masiva y ubicua que erosione los derechos civiles.

Ante esto, diversos expertos plantean la necesidad de establecer regulaciones estrictas y mecanismos de supervisión independientes para prevenir abusos (12). El uso de reconocimiento facial por parte del Estado debería limitarse a casos graves donde exista necesidad y proporcionalidad, con autorización judicial, transparencia y oportunidad de apelación. También se sugiere prohibir el análisis de emociones y la interconexión con otras bases de datos sensibles (2).

Otra recomendación es desarrollar estándares técnicos y auditorías externas que garanticen la precisión, confiabilidad y equidad de los sistemas antes de su despliegue (9). Es crucial realizar evaluaciones de impacto algorítmico que identifiquen y mitiguen posibles sesgos discriminatorios (13). Asimismo, se debe capacitar adecuadamente al personal policial para que opere esta tecnología de manera ética y rigurosa.

Tabla 1. Tendencias en el uso del reconocimiento facial para la prevención del crimen

Aspecto	Tendencia
Adopción por agencias de seguridad	En aumento, con mayor número de departamentos de policía y gobiernos locales implementando estos sistemas en espacios públicos.(5,7,12).
Capacidades técnicas	Mejora continua en precisión y eficiencia de algoritmos, alcanzando tasas de reconocimiento superiores al 90% en ciertos contextos. Incorporación de análisis de emociones para detección de potenciales amenazas.(2,9,13)
Efectividad en reducción del crimen	Resultados mixtos y poco concluyentes. Algunos estudios reportan disminución de delitos en áreas monitoreadas, mientras otros no encuentran impactos significativos o sugieren desplazamiento a zonas no vigiladas.(2,5,7)
Preocupaciones éticas	Creciente inquietud por potenciales vulneraciones a privacidad, protección de datos, libertad de pensamiento, presunción de inocencia y no discriminación. Riesgos de sesgos algorítmicos, vigilancia masiva, function creep y erosión de derechos civiles. (2,9,12,13)
Regulación	Llamados a establecer marcos legales estrictos que restrinjan y supervisen el uso de reconocimiento facial por agencias estatales. Propuestas de prohibir análisis de emociones y cruzamiento con bases de datos sensibles. Demanda de estándares técnicos, auditorías externas y evaluaciones de impacto.(9,12,13,16)
Debate público	Creciente polarización de posturas entre defensores del orden y de los derechos civiles. Necesidad de diálogo social amplio para sopesar costos y beneficios, y definir equilibrios entre seguridad pública y libertades individuales.(2,12)

La tabla 1 muestra un panorama de rápida expansión en la adopción y capacidades del reconocimiento facial para seguridad pública, pero con impactos aún inciertos en los niveles de criminalidad. Al mismo tiempo, surgen crecientes alarmas éticas que motivan llamados a una regulación más rigurosa y a un debate social informado. El desafío es encontrar un balance entre los beneficios y riesgos de esta poderosa tecnología.



Figura 1. Implicaciones éticas del reconocimiento facial

La figura 1 presenta de manera concisa las principales preocupaciones éticas asociadas con el reconocimiento facial en entornos urbanos, abordando áreas como la privacidad, protección de datos personales, libertad de pensamiento, presunción de inocencia y no discriminación. Propone acciones específicas, incluida la necesidad de regulación estricta y supervisión independiente, mientras enfatiza la importancia de encontrar un equilibrio entre la seguridad pública y las libertades individuales. Invita a la participación activa de la audiencia para discutir y reflexionar sobre el tema, promoviendo un enfoque reflexivo y colaborativo hacia la resolución de estas complejas cuestiones éticas.

Si bien el reconocimiento facial representa una herramienta prometedora para combatir la delincuencia, su eficacia aún no ha sido fehacientemente comprobada. Al mismo tiempo, entraña serios riesgos para los derechos fundamentales que no pueden ser ignorados. Se requiere un debate social amplio y mecanismos de gobernanza robustos para sopesar costos y beneficios. Sólo así podrá alcanzarse un equilibrio adecuado entre seguridad y libertad en la era de la vigilancia biométrica.

Conclusión

- A partir del análisis realizado, se puede concluir que, si bien estos sistemas han demostrado un gran potencial para asistir a las fuerzas de seguridad en la identificación y detención de sospechosos, su eficacia real en la reducción de las tasas de criminalidad aún no ha sido concluyentemente probada. Se necesitan

evaluaciones más rigurosas y a mayor escala para determinar su impacto neto, considerando posibles efectos de desplazamiento del delito.

- Además, la implementación de reconocimiento facial en espacios públicos plantea serias preocupaciones éticas que no pueden ser ignoradas. Existe el riesgo de vulnerar derechos fundamentales como la privacidad, la protección de datos personales, la libertad de pensamiento, la presunción de inocencia y la no discriminación. La posibilidad de una vigilancia masiva y ubicua, potencialmente sesgada y desproporcionada, genera alarmas justificadas. El análisis automatizado de emociones con fines preventivos resulta especialmente cuestionable dado su carácter especulativo y potencial invasividad.
- Por lo tanto, se recomienda que cualquier despliegue de esta tecnología por parte de agencias estatales se realice bajo un marco legal estricto que garantice su necesidad, proporcionalidad, transparencia y supervisión independiente. Su uso debería limitarse a la investigación de delitos graves, con autorización judicial y acceso a mecanismos de apelación. Es crucial establecer salvaguardas contra la interconexión con otras bases de datos sensibles y el function creep.
- Asimismo, se sugiere el desarrollo de estándares técnicos y la realización de auditorías externas para asegurar la precisión, confiabilidad y equidad de los sistemas de reconocimiento facial antes de su adopción. Las evaluaciones de impacto algorítmico deben ser obligatorias para identificar y mitigar potenciales sesgos discriminatorios. El personal policial a cargo de operar esta tecnología debe recibir capacitación adecuada en su uso ético y riguroso.
- Más allá de los resguardos legales y técnicos, se requiere un amplio debate social para definir los equilibrios apropiados entre seguridad pública y libertades individuales en la era de la vigilancia biométrica. Los costos y beneficios deben ser cuidadosamente sopesados con la participación de todos los actores relevantes. Solo a través del diálogo democrático se podrán construir los consensos necesarios para una gobernanza legítima y sustentable del reconocimiento facial.
- Finalmente, el reconocimiento facial representa una herramienta prometedora pero también riesgosa en el campo de la prevención del delito. Su eficacia aún no es concluyente y sus implicancias éticas son profundas. Un enfoque de precaución, con regulaciones robustas, evaluaciones rigurosas, supervisión constante y deliberación pública, resulta esencial para aprovechar sus beneficios potenciales mientras se previenen vulneraciones a derechos humanos. El objetivo final debe ser alcanzar la mejor combinación posible de seguridad y libertad a través de una aplicación responsable y sometida a rendición de cuentas de esta poderosa tecnología.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

1. Gordon BJ. Automated facial recognition in law enforcement: The queen (on application of Edward Bridges) v the chief constable of South Wales police. *Potchefstroom Electron Law J* [Internet]. 2021;24(24). Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3890653
2. Neroni I. Facial Recognition for Preventive Purposes: The Human Rights Implications of Detecting Emotions in Public Spaces. *Dep Leg Stud* [Internet]. 2022;1–23. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-13952-9_4
3. Komal B, Umme H, Prakruthi S, Rani A. Crime Detection System Using Face Recognition. *Int J Eng Res Technol* [Internet]. 2019;7(10):40–2. Available from: <https://www.ijert.org/research/crime-detection-using-face-recognition-IJERTCONV7IS10015.pdf>
4. Venkatesh M, Dhanalakshmi C, Adapa A, Manzoor M, Anvesh K. Criminal Face Detection System. *Int J Adv Res Innov* [Internet]. 2021;9(2):47–53. Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2605399/v2>
5. Neil S, Nandish B, Manan S. Crime forecasting: a machine learning and computer vision approach to crime prediction and prevention. *Vis Comput Ind Biomed Art* [Internet]. 2013;7(9):1–14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8081790/>
6. Rani S, Sai T. Criminal Facial Detection Using Deep Learning. *Europeanchemicalbulletin* [Internet]. 2023;12(s issue4):11083–92. Available from: <https://www.eurchembull.com/uploads/paper/c505949830e5a283fc0db130582baa27.pdf>
7. Kim H Bin, Choi N, Kwon HJ, Kim H. Surveillance System for Real-Time High-Precision Recognition of Criminal Faces From Wild Videos. *IEEE Access* [Internet]. 2023;11(June):56066–82. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/6287639/10005208/10143202.pdf>
8. Paramane MM, Dhake RR, Kale MP, Tawhare PS. Face Recognition and Suspect Identification System. *J Emerg Technol Innov Res* [Internet]. 2021;8(4):684–8. Available from: <https://www.jetir.org/papers/JETIR2104291.pdf>

9. Zhu D, Fu Y, Zhao X, Wang X, Yi H. Facial Emotion Recognition Using a Novel Fusion of Convolutional Neural Network and Local Binary Pattern in Crime Investigation. *Comput Intell Neurosci* [Internet]. 2022;2022. Available from: <https://downloads.hindawi.com/journals/cin/2022/2249417.pdf>
10. Moreno B, Muñoz M, Cuellar J, Domancic S, Villanueva J. Revisión Sistemática: definición y nociones básicas. *Rev clínica periodoncia, Implantol y Rehabil oral* [Internet]. 2018;11(3):184–6. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072018000300184
11. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. Vol. 4. McGraw-Hill Interamericana México; 2018.
12. Smith M, Miller S. The ethical application of biometric facial recognition technology. *AI Soc* [Internet]. 2022;37(1):167–75. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01199-9>
13. Islam MT, Ahmed T, Raihanur Rashid ABM, Islam T, Rahman MS, Tarek Habib M. Convolutional Neural Network Based Partial Face Detection. 2022 IEEE 7th Int Conf Converg Technol I2CT 2022 [Internet]. 2022;1–6. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9825259/>
14. Upadhyay V. Facial Recognition in Crime Scene. *Int J Eng Res Technol* [Internet]. 2019;8(08):323–6. Available from: <https://www.ijert.org/research/facial-recognition-in-crime-scene-IJERTV8IS080130.pdf>
15. Castelluccia C, Le Métayer Inria D. Impact Analysis of Facial Recognition. *Hal Open Sci* [Internet]. 2020;1–30. Available from: <https://inria.hal.science/hal-02480647>
16. Frowd CD, Portch E, Killeen A, Mullen L, Martin AJ, Hancock PJB. EvoFIT Facial composite images: A detailed assessment of impact on forensic practitioners, police investigators, victims, witnesses, offenders and the media. 2019 8th Int Conf Emerg Secur Technol EST 2019 [Internet]. 2019; Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8806211/>
17. Akila V, Sriharshini K, Sravani P, Sravanthi D, Gopi R, Sheela T. Intelligent Car Anti-Theft Face Recognition System. *Int J online Biomed Eng*. 2021;17(1):120–8.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





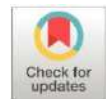
Indexaciones



Avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forense

Advances in genetic identification and DNA profile analysis in forensic biology

- ¹ Eliana del Consuelo de la Torre Núñez  <https://orcid.org/0000-0001-8458-6632>
Licenciada en Laboratorio Clínico e Histopatológico, Ingeniera Ambiental, Diploma Superior en Docencia en Ciencias de la Salud, Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
edelatorre@unach.edu.ec
- ² Francisco Javier Ustariz Fajardo  <https://orcid.org/0000-0002-6423-9067>
Licenciado en Bioanálisis, Magister Scientiae en Biotecnología de Microorganismos, Diploma de Estudios Avanzados, Doctor /PhD por la Universidad de Oviedo -España Programa “Tecnología del Medio Ambiente” (Biotecnología). Docente Ocasional Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Fisioterapia.
francisco.ustariz@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 08/08/2024

Revisado: 21/08/2024

Aceptado: 02/09/2024

Publicado: 13/09/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3173>

Cítese:

de la Torre Núñez, E. del C., & Ustariz Fajardo, F. J. (2024). Avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forense. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 222-239. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3173>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Muestras biológicas,
Forense,
Secuenciación de
ADN

Keywords:

Biological Samples,
Forensic, DNA
Sequencing

Resumen

Introducción: En la última década, la criminalística ha experimentado un notorio fortalecimiento, extendiéndose más allá de la medicina legal hacia disciplinas como la bioquímica forense y la biología molecular, reflejando la importancia creciente de estas ciencias en el ámbito legal. **Objetivo:** Recopilar información sobre los avances recientes en la identificación genética y el análisis de perfiles de ADN en el campo de la biología forense, con el fin de comprender su aplicación práctica y su impacto en la resolución de casos judiciales. **Metodología:** La investigación es documental con alcance exploratorio y descriptivo, abarca una amplia gama de fuentes, incluyendo artículos científicos, libros, y documentos técnicos relacionados con los avances en la identificación genética y el análisis de perfiles de ADN en el campo de la biología forense. **Resultados:** La investigación permitió la identificación de importantes avances en genética y análisis de perfiles de ADN en biología forense con aplicación práctica y efectiva en el campo forense. **Conclusión:** El estudio, ha permitido explorar y analizar una amplia gama de temas que abarcan la estructura del ADN, las técnicas de análisis de perfiles genéticos; así como, también la obtención y preservación de muestras biológicas, las consideraciones éticas y legales asociadas a la biología forense. **Área de estudio general:** Criminalística y Ciencias Forenses. **Área de estudio específica:** Biología. Tipo de estudio: Artículo de revisión bibliográfica.

Abstract

Introduction: In the last decade, criminalistics has undergone a notorious strengthening, extending beyond forensic medicine into disciplines such as forensic biochemistry and molecular biology, reflecting the growing importance of these sciences in the legal field. **Objective:** To gather information on recent advances in genetic identification and DNA profiling in the field of forensic biology in order to understand their practical application and impact on the resolution of legal cases. **Methodology:** The research is documentary with an exploratory and descriptive scope, covering a wide range of sources, including scientific articles, books, and technical

documents related to advances in genetic identification and DNA profiling in the field of forensic biology. **Results:** The research allowed the identification of important advances in genetics and DNA profiling analysis in forensic biology with practical and effective application in the forensic field. **Conclusion:** The study has allowed the exploration and analysis of a wide range of topics covering DNA structure, genetic profiling techniques, as well as the collection and preservation of biological samples, ethical and legal considerations associated with forensic biology.

Introducción

La criminalística, como disciplina multidisciplinaria, se vale de conocimientos científicos para examinar y analizar materiales relacionados con hechos de trascendencia jurídica. La colaboración entre ciencias forenses, como la antropología forense, es esencial para un trabajo eficiente en la manipulación de restos óseos y material biológico (1)

La criminalística se ha fortalecido significativamente en los últimos diez años, expandiéndose más allá de la medicina legal hacia campos como la bioquímica forense y la biología molecular, reflejando la importancia creciente de estas ciencias en el ámbito legal. La creación de laboratorios especializados se ha vuelto una prioridad en respuesta a las alarmantes tasas de casos en criminalística en nuestro país.

En el contexto del sistema penal acusatorio, los jueces se enfrentan al desafío de valorar la confiabilidad de la prueba científica, para lo cual se proponen lineamientos generales y específicos en tres áreas forenses, como la genética, la dactiloscopia y la comparación forense de voz, como una herramienta innovadora en el ámbito judicial latinoamericano (2)

La identificación genética y el análisis de perfiles de ADN desempeñan un papel crucial en la biología forense al permitir la determinación de la identidad de un individuo o el establecimiento de relaciones familiares. Estos campos se centran en el uso de técnicas y tecnologías para extraer y analizar información genética de muestras biológicas. Su principal objetivo es identificar individuos o establecer conexiones familiares basadas en características genéticas únicas.

La importancia de la identificación genética en el ámbito forense radica en su capacidad para resolver casos de delitos violentos, determinar la paternidad, y facilitar la

identificación de víctimas en situaciones de desastre o accidentes. Los objetivos del análisis de perfiles de ADN en biología forense incluyen la identificación clara de individuos, la exclusión de sospechosos, y la obtención de evidencia científica sólida para respaldar investigaciones criminales (3).

El análisis de ADN para la identificación de evidencias humanas en el campo forense se hizo popular a partir de mediados de la década de los 90. Se analizan pequeñas regiones o trozos de la secuencia del ADN que se encuentran repetidos y dispersos por todo el genoma. Al ser tan pequeñas están libres de artefactos como la presencia de dímeros entre las bases nitrogenadas o alteraciones de la hélice del ADN en ese tramo, por ejemplo, lo que minimiza los errores de lectura al copiarse, son fáciles de amplificar y están poco degradadas, aunque la muestra sea mala o escasa. Además, son regiones de ADN ampliamente polimórficas, por lo que varían de un individuo a otro haciendo muy difícil su coincidencia y no están relacionadas con patologías, lo que elimina susceptibilidades a la hora de establecer un perfil genético (4)

Aunque la ciencia poseía las herramientas necesarias para el estudio del ADN, su aplicación en la resolución de casos judiciales no se produjo hasta 1985, cuando el Ministerio del Interior Británico solicitó la ayuda de Alec J. Jeffreys, profesor de Genética de la Universidad de Leicester. Los primeros casos de Criminalística fueron resueltos gracias a la técnica de los RFLPs (Fragmentos de Restricción de Longitud Polimórfica). Jeffreys descubrió la existencia de unas regiones mini satélites hipervariables dispersas por el genoma humano que al ser tratadas con enzimas de restricción generaban fragmentos de longitud variable. Estudios posteriores realizados por el mismo Jeffreys demostraron que las diferencias en el tamaño de estos fragmentos se debían a que estas regiones consistían en un determinado número de repeticiones en tándem de una secuencia central, el cual variaba de unos individuos a otros. (4)

El primer locus de ADN polimórfico fue descubierto por Wyman y White en 1980 usando una sonda de ADN arbitraria. De esta manera observaron fragmentos de más de 15 longitudes diferentes en una pequeña muestra de individuos. Posteriormente se encontraron otros loci hipervariables como en la secuencia del gen de la insulina humana, en el oncogen “ras”, en el pseudogen de la zeta-globina y en el gen de la mioglobina. Estos loci hipervariables constaban de repeticiones en tándem de una secuencia de oligonucleótidos (11 a 60 pb), de manera que las diferentes longitudes de los fragmentos originados dependían del número de dichas repeticiones y se les denominó VNTR (Variable Number of Tandem Repeat). Tras el descubrimiento de los primeros VNTRs se vio que éstos podían ser aplicados a la medicina forense y sustituir a los marcadores clásicos (5)

En un principio la manera de estudiar dichos marcadores se hizo por medio de la técnica llamada hibridación con sondas o Southern blot. El tipo de sondas utilizadas puede ser de

dos tipos: sondas Mono-locus (SLP) y sondas Multi-locus (MLP). Las sondas Multi y Mono-locus presentan una serie de ventajas e inconvenientes con respecto a una serie de parámetros como son: información aportada, cantidad y calidad del ADN y especificidad entre especies:

A pesar de que el análisis SLP ha sido y es bastante útil en estudios de paternidad no puede decirse lo mismo de su aplicación a la Criminalística ya que presenta una serie de inconvenientes como son: la cantidad y calidad de ADN, el tiempo requerido para este tipo de análisis debido a que es de dos o tres días.

El hecho de que se requieran cantidades elevadas de ADN hace que normalmente, con el primer análisis se consume la totalidad de la muestra, con lo que se dificultan contrapericias y una posterior revisión del caso. (5)

Por lo anteriormente descrito, el objetivo de la presente investigación fue recopilar información de los avances recientes en la identificación genética y el análisis de perfiles de ADN en el campo de la biología forense, con el fin de comprender su aplicación práctica y su impacto en la resolución de casos judiciales (6)

Metodología

La investigación combina un enfoque descriptivo con un diseño documental y no experimental, incluyendo una corte transversal y una cronología retrospectiva. Estas características definen la naturaleza de la investigación de revisión bibliográfica.

Población:

La población constó de 45 referencias bibliográficas relacionadas, obtenidos de bases de datos científicas digitales como Scielo, PubMed, Elsevier, Dialnet, Science Direct. Según los ítems propuestos por Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), que incluyen la identificación, selección e inclusión de la literatura consultada con la finalidad de obtener datos científicos relevantes sobre los factores asociados con los avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forenses.

En el estudio se incluyeron artículos en español e inglés del periodo comprendido entre 2019-2023 seleccionados mediante términos de búsqueda o descriptores. Los descriptores utilizados fueron: identificación genética, análisis de perfiles de ADN, identificación genética y biología forense, análisis de perfiles de ADN y biología forense, avances en identificación genética, avances en análisis de perfiles de ADN, avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forenses

Muestra:

La investigación se basó en 25 artículos científicos relacionados con la identificación genética y análisis de perfiles de ADN en Biología Forense, seleccionados siguiendo los criterios de inclusión establecidos.

La búsqueda bibliográfica se realizó según el siguiente diagrama:

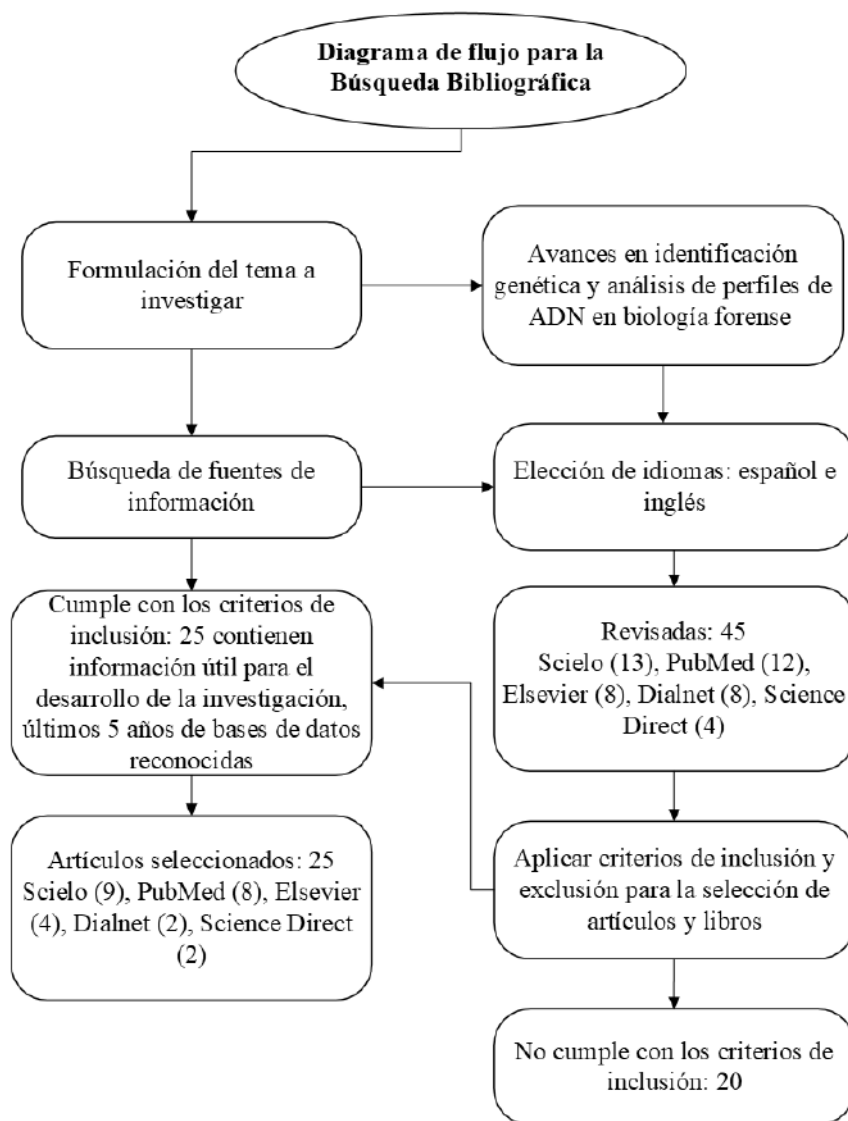


Figura 1. Diagrama de Flujo para la selección de los artículos científicos

Resultados y Discusión

La genética forense ha experimentado avances significativos en las últimas décadas, gracias al desarrollo de nuevas tecnologías en el análisis del ADN. Estas nuevas

herramientas permiten obtener información más precisa y detallada a partir de las muestras de ADN encontradas en la escena del crimen. Entre las tecnologías más destacadas tenemos: La tabla 1 muestra las nuevas técnicas utilizadas en los últimos cinco (5) años.

Tabla 1: Nuevas técnicas aplicadas en el análisis del ADN.

	Técnica	Descripción	Resultado
Jauk, (2019) (7) Rubio et al., (2020) (8) Georget, (2023)(9) McCombie et al., (2019) (10) Kumar et al., (2019) (11)	Secuenciación masiva paralela o Next Generation Sequencing (NGS)	Esta técnica permite secuenciar millones de fragmentos de ADN al mismo tiempo, lo que agiliza el proceso de análisis y aumenta la sensibilidad y resolución de las pruebas forenses	Es posible identificar a un sospechoso con mayor precisión y establecer relaciones familiares con una mayor certeza.
Saliminejad et al., (2019) (12) Pozniak et al., (2022) (13) Bodulev et al., (2022) (14)	Análisis de microARNs	Con esta técnica los microARNs pueden ser utilizados como marcadores moleculares para identificar características genéticas específicas, como el color de ojos o de cabello	Esta información puede ser invaluable en la resolución de casos en los que el ADN encontrado en la escena del crimen no es suficiente para identificar al responsable.
Neyra et al., (2023) (15) Wright et al., (2023) (16) Tanudisastro et al., (2024) (17)	Marcadores «Short Tandem Repeats» (STR) autosómicos	El análisis de perfiles STR es el método más utilizado en la investigación criminal a nivel mundial, ya que permite establecer con gran fiabilidad la identidad de los vestigios biológicos de la escena mediante comparación de su perfil STR con el obtenido de una muestra indubitada de un investigado o con una base de datos de perfiles de ADN de investigados por delitos graves	En la actualidad ya existen más de 100 millones de perfiles STR repartidos en diferentes bases de datos de ADN nacionales de investigación criminal y cada día es mayor el intercambio de perfiles entre las distintas bases de datos de ADN a nivel mundial, gracias a los diferentes acuerdos suscritos (PRÜM, Interpol) y legislación nacional.

Tabla 1: Nuevas técnicas aplicadas en el análisis del ADN (continuación)

	Técnica	Descripción	Resultado
Neyra et al., (2023) (15) Wright et al., (2023) (16) Tanudisastro et al., (2024) (17)	Marcadores STR del cromosoma Y	A diferencia de los STR autosómicos, son marcadores de ADN específicos del varón que se heredan solo por vía paterna. Son también regiones cortas de ADN repetitivo con gran variabilidad de tamaño entre los individuos de la población. En el ámbito de la investigación criminal, resultan de especial utilidad en casos de agresión sexual y homicidios realizados por varones, en los que el ADN masculino esté mezclado de forma minoritaria con el ADN femenino (víctima), ya que la aplicación de marcadores STR-Y permite detectar específicamente el ADN del varón sin interferencias con el ADN femenino.	Los STR-Y, por su forma de herencia patrilineal, son también marcadores de ADN recomendados para estudios de parentesco entre varones en la identificación de personas desaparecidas y restos humanos en muy diversas situaciones (sucesos con víctimas múltiples, sustracción de recién nacidos).
Quintero et al., (2018) (18) Vásquez et al., (2021)(19) Martí et al., (2020) (20)	Regiones hipervariables del ADN mitocondrial	Además del ADN nuclear, las células humanas contienen un pequeño ADN (genoma) circular en un gran número de copias que se encuentra dentro de las mitocondrias y que se hereda exclusivamente por la vía materna: el ADN mitocondrial. es de aplicación en muchos casos en los que no es posible la obtención de ADN nuclear como son la identificación mediante ADN de fragmentos de pelos o la identificación genética de restos humanos antiguos o sometidos a procesos de degradación del ADN nuclear.	El análisis de las regiones hipervariables del ADN mitocondrial, por su forma de herencia matrilineal, es recomendado también para estudios de parentesco entre familiares de la línea materna en la identificación de personas desaparecidas y restos humanos en muy diversas situaciones (sucesos con víctimas múltiples, sustracción de recién nacidos...)

En la tabla 1 se puede observar que el análisis de perfiles de ADN ha experimentado avances significativos en la última década, lo que ha llevado al desarrollo y la implementación de técnicas más sensibles, rápidas y precisas en el campo de la biología forense. Estas técnicas permiten la identificación de individuos, el análisis de muestras de evidencia y la resolución de casos criminales con una mayor eficiencia y fiabilidad. A continuación, se describen algunas de las técnicas de análisis de perfiles de ADN más relevantes en la actualidad, destacando sus principios, aplicaciones y ventajas.

Secuenciación de nueva generación (NGS): La secuenciación de nueva generación es una técnica avanzada que permite determinar la secuencia completa de ADN en una muestra de manera rápida y eficiente. En la biología forense, la NGS se utiliza para realizar análisis de ADN a nivel genómico, identificar variantes genéticas y realizar análisis de parentesco. La NGS ofrece una mayor capacidad de multiplexación y una mayor resolución que las técnicas tradicionales de secuenciación. (8)

SNP Genotyping: El genotipado de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) es una técnica que permite detectar variantes genéticas en un solo nucleótido de ADN. En la biología forense, el genotipado de SNP se utiliza para la identificación de individuos, la determinación de ancestros y la predicción de características fenotípicas. Esta técnica es altamente informativa y puede ser aplicada a muestras de ADN degradadas o de baja calidad. (9)

Análisis de ADN mitocondrial: El análisis de ADN mitocondrial se centra en el estudio de la secuencia de ADN presente en las mitocondrias, estructuras celulares responsables de la producción de energía. En la biología forense, el ADN mitocondrial se utiliza en casos donde el ADN nuclear está degradado o es insuficiente para el análisis. El análisis de ADN mitocondrial es especialmente útil en la identificación de restos humanos antiguos o en la resolución de casos de parentesco materno (22)

Aplicaciones de la identificación genética en biología forense

La identificación genética ha revolucionado la biología forense, proporcionando herramientas poderosas para la resolución de casos criminales, la identificación de individuos y la investigación de incidentes relacionados con la genética. A través de diversas técnicas y enfoques, la identificación genética ha ampliado significativamente las capacidades de investigación forense y ha contribuido a la justicia penal de manera sustancial. A continuación, se exploran algunas de las aplicaciones más relevantes de la identificación genética en biología forense, respaldadas por evidencia científica actual. (16)

Perfil de ADN y comparación de muestras:

La técnica más común en la identificación genética forense es la obtención y análisis de perfiles de ADN. Los perfiles de ADN se utilizan para comparar muestras de evidencia con muestras de referencia de sospechosos o víctimas. Esto permite establecer vínculos genéticos entre personas y evidencia física, lo que puede ser crucial en la resolución de casos criminales. La alta sensibilidad y especificidad de los marcadores genéticos utilizados en los perfiles de ADN garantizan resultados precisos y confiables. (17)

Análisis de muestras complejas:

La identificación genética también se utiliza para analizar muestras complejas que contienen mezclas de ADN de múltiples individuos. Mediante el uso de técnicas avanzadas de análisis de perfiles de ADN, es posible separar y caracterizar la contribución genética de cada individuo en una mezcla de ADN. Esto es útil en casos donde varias personas están involucradas en un crimen o cuando se recogen muestras de evidencia en entornos con alta contaminación biológica. (19)

Identificación de restos humanos:

La identificación genética es fundamental en la identificación de restos humanos en desastres naturales, accidentes graves o crímenes violentos. Mediante el análisis de perfiles de ADN obtenidos de restos humanos, es posible establecer la identidad de individuos desconocidos y proporcionar respuestas a familias y comunidades afectadas. Esta aplicación de la identificación genética también se extiende a la identificación de víctimas en contextos de conflictos armados o violaciones de derechos humanos. (20)

Establecimiento de relaciones familiares:

La identificación genética se utiliza para establecer relaciones familiares en casos de filiación, adopción o disputas sobre la paternidad. Mediante el análisis de perfiles de ADN de familiares biológicos, es posible determinar la relación genética entre padres e hijos, hermanos y otros parientes. Esta aplicación de la identificación genética es especialmente importante en la reunificación de familias separadas y la resolución de conflictos legales relacionados con la herencia y la custodia de menores. (21)

Estudios de ancestros y antropología forense:

La identificación genética se utiliza en estudios de ancestros y antropología forense para comprender la historia evolutiva y migratoria de las poblaciones humanas. Mediante el análisis de marcadores genéticos específicos, es posible determinar la ascendencia genética de individuos y poblaciones, así como reconstruir la historia demográfica y cultural de grupos humanos específicos. Esta aplicación de la identificación genética es

importante en la investigación científica, así como en la preservación y protección del patrimonio genético humano (23)

En la tabla 2 se muestra como son aplicadas estas nuevas tecnologías en el análisis del ADN para Ciencias Forenses y otras disciplinas.

Tabla 2. Aplicaciones de tecnologías en el análisis del ADN en otras disciplinas

Objetivo	Técnica	Descripción
La determinación biológica de parentesco	DNA	Constitución genética de un individuo es resultado de la herencia genética obtenida de los progenitores
La identificación humana en investigaciones judiciales	Programa Fénix	Identificación de cadáveres y restos humanos desaparecidos
	DNA-PROKIDS	Lucha contra el tráfico de seres humanos y pretende reunir a las víctimas con sus familias
La identificación humana	Análisis del ADN en proyectos de historia, paleontología	Casos donde nos encontramos con muestras antiguas
Medicina	Biomedicina	Colaboración entre grupos forenses y otras especialidades médicas

Fuente: Elaboración propia basado en Arregui et al. (2), Triverio S, & Crespillo M, García, Z. (29)

En la Tabla 2 se puede observar las aplicaciones de tecnologías en el análisis del ADN en otras disciplinas, las mismas que actualmente permiten:

Resolución de crímenes: La identificación genética se utiliza para comparar perfiles de ADN obtenidos en escenas del crimen con perfiles de sospechosos y bases de datos genéticas, lo que ayuda a establecer la culpabilidad o inocencia de los acusados y a identificar a los perpetradores de delitos. (24)

Exoneración de inocentes: La identificación genética también se utiliza para exonerar a individuos erróneamente condenados al comparar sus perfiles de ADN con evidencia biológica recogida en la escena del crimen. Esto ha llevado a la liberación de numerosas personas injustamente encarceladas y ha demostrado la importancia de la tecnología de identificación genética en la búsqueda de la verdad y la justicia. (20)

Determinación de la paternidad: En casos de disputas de paternidad, la identificación genética se utiliza para establecer la relación biológica entre un presunto padre y un hijo, proporcionando pruebas concluyentes que pueden tener implicaciones legales significativas, como la asignación de responsabilidades de manutención infantil y derechos de custodia. (25)

Desafíos en el uso de la identificación genética en la justicia

Calidad y fiabilidad de las muestras: La calidad y fiabilidad de las muestras de ADN recogidas en escenas del crimen pueden variar y pueden estar sujetas a contaminación o degradación, lo que puede afectar la precisión de los resultados de identificación genética y plantear desafíos en el proceso judicial. (26)

Interpretación de resultados: La interpretación de los resultados de identificación genética puede ser compleja y requiere un análisis cuidadoso por parte de expertos forenses para evitar errores de interpretación que puedan afectar la validez de las pruebas presentadas en el tribunal.

Protección de la privacidad: El uso de la identificación genética plantea preocupaciones sobre la privacidad y confidencialidad de la información genética de los individuos, así como sobre el acceso no autorizado a bases de datos genéticas y la posibilidad de discriminación genética. (27)

Avances recientes en el uso de la identificación genética en la justicia

Mejoras en la tecnología de análisis: Los avances en la tecnología de identificación genética, como la secuenciación masiva y el análisis de microarrays, han mejorado la sensibilidad y la precisión de los análisis de ADN, permitiendo una identificación más precisa de individuos y una resolución más efectiva de casos. (23)

Ampliación de las bases de datos genéticas: La expansión de estas ha aumentado la probabilidad de identificar a los autores de delitos al proporcionar más perfiles de referencia comparados con muestras obtenidas en escenas del crimen. (9)

Mejoras en las políticas y procedimientos forenses: Se han implementado mejoras en las políticas y procedimientos forenses para garantizar la integridad y la calidad de las pruebas de identificación genética, incluyendo estándares de calidad, protocolos de cadena de custodia y controles de calidad (28)

Aunque los avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forense ofrecen promesas emocionantes contra el crimen y la administración de justicia, su implementación requiere comprender los desafíos técnicos, éticos y legales involucrados. Solo mediante un enfoque integral y colaborativo que equilibre los

imperativos científicos, éticos y legales, podemos garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera efectiva y responsable para el beneficio de la sociedad en su conjunto.

Conclusiones

- Los avances en identificación genética y análisis de perfiles de ADN en biología forense se establecido como un hito significativo en la investigación criminal y la administración de justicia a nivel global, dada su sólida fundamentación científica, consideraciones éticas y legales asociadas.
- Los resultados obtenidos destacan la importancia de estos avances en la resolución de crímenes, la identificación de víctimas y la exoneración de inocentes. Sin embargo, también se han identificado una serie de desafíos que deben abordarse para garantizar el uso responsable y ético de estas tecnologías.
- La precisión y fiabilidad de los métodos de identificación genética y el respeto a los principios éticos de consentimiento informado, privacidad y confidencialidad de la información genética garantizan los desafíos legales asociados a la admisión de pruebas genéticas en los tribunales y garantizan el respeto de los derechos individuales de las personas en las etapas del proceso forense.
- El enfoque colaborativo e integrador de los imperativos científicos, éticos y legales permiten aprovechar plenamente el potencial de la identificación genética en la investigación forense y garantizar una administración de justicia justa y equitativa.
- Finalmente, los perfiles genéticos obtenidos de la investigación forense almacenados en una base de datos o banco de datos genéticos, resultaría de gran utilidad para su aplicación práctica en la resolución de casos de investigación judicial.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

1. Durán A, Barrezueta C, Vilela W. La naturaleza de la criminalística y sus disciplinas. UTMACH Conference Proceedings [Internet]. 2019;3(1): 276-286. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9358762>
2. Arregui R, Bazantes M, Corral G. La criminalística como ciencia y su importancia en la legislación penal ecuatoriana. LATAM Rev Latinoam Cienc Soc Humanid [Internet]. 2023 Dic 27;4(6): 1393–1407. Disponible en: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i6.1531>

3. Rodríguez JR, Loy VB. Bases teóricas de las ciencias forenses contemporáneas y las competencias interdisciplinarias profesionales. *Medicentro Electrónica* [Internet]. 2016 Mar;20(1):3-10. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432016000100002&lng=es
4. Entrala C. Técnicas de análisis del ADN en genética forense. Laboratorio de ADN forense, Depto de Medicina Legal, Universidad de Granada, España [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/forensetec.htm>
5. García-Castillo Z, López-Olvera CP, López-Escobedo F, Villavicencio-Queijeiro A, Loyzance C, Castillo-Alanís A, Suzuri-Hernández LJ. Elementos técnicos y racionales para la valoración de la confiabilidad de la prueba científica: referencia a tres áreas de la ciencia forense. *Isonomía* [Internet]. 2020;(53):31-69. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-02182020000200003&lng=es&tlng=es
6. Comisión Nacional para el Uso Forense del ADN. Guía para el uso forense del ADN. Ministerio de Justicia, Gobierno de España [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.mjusticia.gob.es/cs/Satellite/Portal/es/ministerio/organismos-ministerio-justicia/instituto-nacional/comision-nacional-para-forense>
7. Jauk F. Secuenciación masiva paralela (NGS): conceptos básicos y aplicaciones. *Hematología Volumen 23 Numero Extraordinario XXIV Congreso Argentino de Hematología: 21-38 octubre 2019*. 2019; 23:21–38. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8796732>
8. Rubio Santiago, Pacheco-Orozco RA, Milena Gómez A, Perdomo S, García-Robles R. Secuenciación de nueva generación (NGS) de ADN: presente y futuro en la práctica clínica. *Univ Med* [Internet]. 2020 Jun;61(2):49-63. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-08392020000200006&lng=en. Epub 2020 Ene 30. <https://doi.org/10.11144/javeriana.umed61-2.sngs>
9. Georget M, Pisan E. Approches diagnostiques basées sur le séquençage à haut débit [Next Generation Sequencing (NGS) for beginners]. *Revue des maladies respiratoires*. 2023 Apr;40(4):345-358. French. DOI:

- 10.1016/j.rmr.2023.01.026. Epub 2023 Mar 1. PMID: 36863993.
<https://doi.org/10.1016/j.rmr.2023.01.026>
10. McCombie WR, McPherson JD, Mardis ER. Next-generation sequencing technologies. Cold Spring Harbor perspectives in medicine. 2019 Nov 1;9(11):1-8. DOI: 10.1101/cshperspect.a036798.
 11. Kumar KR, Cowley MJ, Davis RL. Next-generation sequencing and emerging technologies. Seminars in thrombosis and hemostasis, 2019;45(7):661-673. DOI: 10.1055/s-0039-1688446.
 12. Saliminejad K, Khorram Khorshid HR, Soleymani Fard S, Ghaffari SH. An overview of microRNAs: biology, functions, therapeutics, and analysis methods. Journal of cellular physiology. 2019;234(5):5451-5465. DOI: 10.1002/jcp.27486.
 13. Pozniak T, Shcharbin D, Bryszewska M. Circulating microRNAs in medicine. International journal of molecular sciences. 2022;23(7):3996. DOI: 10.3390/ijms23073996.
 14. Bodulev OL, Sakharov IY. Modern methods for assessment of microRNAs. Biochemistry (Mosc). 2022;87(5):425-442. DOI: 10.1134/S0006297922050042.
 15. Neyra-Rivera CD, Robles Mamani CS, Delgado Ramos E, Velasquez Reinoso M, Budowle B. Análisis de 27 marcadores STR del cromosoma Y en poblaciones de la selva del Perú. Rev Esp Med Leg. 2023;49(4):125-134. DOI: 10.1016/j.reml.2022.10.001.
 16. Wright SE, Todd PK. Native functions of short tandem repeats. eLife. 2023;12. DOI: 10.7554/eLife.84043.
 17. Tanudisastro HA, Deveson IW, Dashnow H, MacArthur DG. Sequencing and characterizing short tandem repeats in the human genome. Nature reviews genetics. 2024;25(7):460-475. DOI: 10.1038/s41576-024-00692-3.
 18. Quintero J, Borjas L, Pardo T. Análisis de la diversidad genética de las regiones HVI y HVII del genoma mitocondrial en una muestra de la población de Maracaibo, Venezuela. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. 2018; 30:642-650. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/235925280>

19. Vásquez S, Guardado M. El ADN mitocondrial: una alternativa útil para la identificación forense. Identificación humana, Análisis a partir de evidencia molecular, México. 2021; <https://www.identificacionhumana.mx/el-adn-mitocondrial-una-alternativa-util-para-la-identificacion-forense/>
20. Martí X, Terra X. Análisis genético forense [tesis de maestría]. Tarragona: Universidad Rovira i Virgili; 2020. Disponible en: https://repositori.urv.cat/estatic/TFM0011/es_TFM607.html
21. Carracedo Á. Forensic DNA Typing Protocols. 1ra Edición. Humana Press Inc., editor. Vol. ISBN 1-58829-264-9. New Jersey: Humana Press Inc.; 2005.
23. Butler J. Advanced topics in forensic DNA typing. Maryland, USA; 2011.
24. García Ó. Genealogía forense. Implicaciones sociales, éticas, legales y científicas. Rev Esp Med Leg. 2021;47(3):112-119. DOI: 10.1016/j.reml.2020.06.001.
25. Sistema Especializado Integral de Investigación DMLYCF. Manual de procedimientos de laboratorio de biología forense [Internet]. 2019 Disponible en: https://www.fiscalia.gob.ec/files/archivos%20AC/COIP%20073%20FGE/Area%20Ciencias%20Forenses/5_Manual_de_Procedimientos_para_el_laboratorios_de_ADN_Humanos.pdf
26. Fondebrider L. Guía forense para la investigación, recuperación y análisis de restos óseos [Internet]. Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF); 2020. Disponible en: <https://eaaf.org/guia-forense-para-la-investigacion-recuperacion-y-analisis-de-restos-oseos/>
27. Comisión Nacional para el Uso Forense del ADN. Guía para el uso forense del ADN. Ministerio de Justicia. Madrid: Ministerio de Justicia; 2019. Disponible en: <https://www.mjusticia.gob.es/es/ElMinisterio/OrganismosMinisterio/Documents/1292430976707-Guide-to-the-Use-of-Forensic-DNA.pdf>
28. Carracedo A, Salas A, Lareu MV, Ángel C. Problemas y retos de futuro de la genética forense en el siglo XXI. Cuad Med Forense. 2010;16(1-2):31-35. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/cmfv/v16n1-2/revision3.pdf>
29. Triverio SC, Crespillo Márquez M. La necesidad del intercambio transfronterizo de datos genéticos con fines de investigación criminal en

- América Latina: retos para su implementación. *Revista Española de Medicina Legal*. 2022;48(4):158-165. Doi: 10.1016/j.reml.2022.03.001.
30. Crespillo Márquez M, Barrio Caballero PA, Farfán Espuny MJ. Aportaciones y avances de la genética forense en los sucesos con víctimas múltiples. *Revista Española de Medicina Legal*. 2023;49(2):55-63. DOI: 10.1016/j.reml.2023.04.005.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





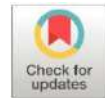
Indexaciones



Cambios histológicos en el tejido pulpar para determinación del tiempo de muerte

Histological changes in the pulp tissue to determine the time of death

- ¹ Tania Jacqueline Murillo Pulgar  <https://orcid.org/0000-0001-7129-3830>
Odontóloga, Universidad Central del Ecuador, Especialista en Endodoncia, Universidad de Concepción-Chile. Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud Carrera de Odontología, Universidad Nacional de Chimborazo. Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional del Chimborazo
tmurillo@unach.edu.ec
- ² Verónica Paulina Cáceres Manzano  <https://orcid.org/0000-0001-5710-5661>
Grupo de investigación “Análisis de Muestras Biológicas y Forenses” Universidad Nacional del Chimborazo , Docente Facultad de Ciencias de la Salud , Carrera de Odontología , Riobamba , Ecuador . Docente de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Riobamba , Ecuador.
vcaceres@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/08/2024

Revisado: 29/08/2024

Aceptado: 06/09/2024

Publicado: 13/09/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3175>

Cítese:

Murillo Pulgar, T. J., & Cáceres Manzano, V. P. (2024). Cambios histológicos en el tejido pulpar para determinación del tiempo de muerte. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 240-262. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3175>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Cambios histológicos, Tejido pulpar, tiempo de muerte, cambios microscópicos, pulpa dental.

Keywords:

Histological changes, Pulp tissue, time of death, microscopic changes, dental pulp.

Resumen

Introducción. Los cambios histológicos que presenta la pulpa después de la muerte nos dan información relevante para determinar el periodo post mortem, se presentan cambios significativos en el tejido pulpar como necrosis, degeneración de los odontoblastos, congestión vascular, etc. Estos cambios están influenciados por factores del ambiente, haciendo de los dientes marcadores biológicos útiles en la odontología forense. **Objetivo.** Determinar los cambios histológicos a nivel microscópico que experimenta el tejido pulpar para establecer el periodo transcurrido después de la muerte de un individuo. **Metodología.** La investigación es de enfoque cualitativa no experimental, de tipo descriptivo y transversal, que plantea recopilar y analizar información de fuentes bibliográficas de relevancia. Entre los criterios de selección se incluyen: la edad de los sujetos estudiados (niños y adultos), el período de publicación (2018-2024), los idiomas (inglés y español) y el tipo de estudio (descriptivo y búsqueda sistemática de información literaria). **Resultados.** los cambios histológicos que son iniciados con la necrosis pulpar van a dar paso a procesos que acompañados con la invasión bacteriana empiezan a degradar el tejido, este análisis en el campo forense ayuda a determinar el tiempo de muerte transcurrido, la mineralización que experimenta la pulpa ayuda a determinar la edad del cadáver. Esto también representa una herramienta en criminalística para la investigación de crímenes. **Conclusión.** El tejido pulpar interno de las piezas dentales sufre cambios histológicos después de que una persona muere y al ser analizados son una valiosa fuente de información que contribuye en la práctica de la odontología forense. **Área de estudio general:** odontología. **Área de estudio específica:** odontología forense.

Abstract

Introduction. The histological changes in the pulp after death provide relevant information to determine the post mortem period. Changes such as necrosis, degeneration of the odontoblasts, vascular congestion, etc. occur. These changes are influenced by environmental factors, making the teeth useful biological markers in forensic medicine. **Objective.** To

determine the histological changes at the microscopic level that the pulp tissue undergoes in order to establish the period elapsed after death. **Methodology.** The research is a non-experimental qualitative approach, descriptive and cross-sectional, which aims to collect and analyze information from relevant bibliographic sources. The selection criteria include: age of the subjects studied (children and adults), publication period (2018-2024), languages (English and Spanish) and type of study (descriptive and systematic search of literature information). **Results.** The histological changes that are initiated with pulp necrosis give way to processes that, together with bacterial invasion, begin to degrade the tissue; this analysis in the forensic field helps to determine the time of death elapsed, the mineralization that the pulp undergoes helps to determine the age of the corpse. This also represents a tool in criminalistics for the investigation of crimes. **Conclusion.** The internal pulp tissue of the teeth undergoes histological changes that, when analyzed, are a valuable source of information that contributes to the practice of forensic medicine.

Introducción

La determinación del tiempo transcurrido de la muerte de un individuo es un aspecto clave en las investigaciones forenses, ya que permite establecer un marco temporal crucial para el desarrollo de la investigación. Uno de los indicadores que pueden utilizarse para este fin es el análisis de los cambios microscópicos que ocurren en el tejido de la pulpa dental. (1)

Diversos estudios han demostrado que, después de la muerte, el tejido de la pulpa dental experimenta alteraciones microscópicas que se desarrollan progresivamente. Estos cambios histológicos están relacionados con los fenómenos cadavéricos propios que tienen lugar en el organismo. (1)

Los principales cambios observados en el tejido de la pulpa incluyen: edema y degeneración de los odontoblastos, congestión vascular y extravasación de glóbulos rojos, infiltración de células inflamatorias, como neutrófilos y macrófagos, licuefacción y necrosis del tejido de la pulpa, y presencia de colonias bacterianas. (1)

Estos cambios ocurren de manera secuencial y su evolución en el tiempo puede proporcionar información valiosa para estimar el intervalo post mortem. La velocidad y la progresión de estos cambios pueden verse influenciadas por factores como la temperatura ambiente, la humedad y las condiciones en las que se encuentra el cuerpo. (1)

El análisis de los cambios histológicos en el tejido de la pulpa dental representa una herramienta prometedora para determinar el tiempo de muerte, siempre que se consideren las variables que pueden afectar su desarrollo y se integre con otros métodos forenses para una estimación más precisa. (1)

Los dientes están compuestos por esmalte, dentina, cemento y pulpa, siendo los tres primeros la parte más dura del cuerpo humano. La pulpa dental es un tejido mesenquimal encerrado en un canal pulpar. En la pulpa, se encuentran los odontoblastos, fibroblastos, células sanguíneas, células nerviosas y vasos linfáticos, la pulpa tiene la capacidad de formar dentina a lo largo de toda la vida del ser humano, lo que se traduce en reducción del tamaño del canal pulpar. Tanto la dentina como la pulpa dental experimentan cambios patológicos y fisiológicos relacionados tanto con la edad y las injurias que pueda recibir la pieza dental. (2,3)

El tejido pulpar, ubicado en el centro de los dientes, experimenta una serie de transformaciones celulares y estructurales después de la muerte del individuo, reflejando un proceso gradual de deterioro que sigue un patrón predecible. Estos cambios histológicos son el resultado de la interacción de diversos factores, como la temperatura corporal, la humedad ambiental, la presencia de patógenos y la composición química del medio en el que se encuentra el cadáver. (2,3)

El análisis histológico del tejido pulpar post mortem ofrece una valiosa información para reconstruir los acontecimientos que llevaron a la muerte del individuo, permitiendo a investigadores, médicos y odontólogos legales establecer estimaciones del tiempo transcurrido desde su muerte. Esta técnica se ha convertido en una herramienta invaluable en la práctica forense, complementando otros métodos de estimación del tiempo de muerte y contribuyendo a una evaluación integral y multidisciplinaria. (2,3)

Metodología

La investigación establece un enfoque cualitativo, no experimental, descriptivo y transversal, ya que recoge y analiza información de fuentes bibliográficas de alto impacto, que se consiguió mediante una revisión documental de artículos bibliográficos referentes a la investigación; mediante análisis de datos y documentación, para establecer alternativas para determinar el tiempo de muerte de un individuo, y usando a los dientes humanos como instrumentos de investigación.

Estrategias de búsqueda

La estrategia de búsqueda se implementó una revisión bibliográfica de la literatura mediante el uso de las bases de datos digitales como: Google Scholar, Pubmed, Scielo, Medlineplus, Dialnet, Scielo. La elección definitiva de los artículos se fundamentó en los parámetros de selección establecidos en los criterios de selección y exclusión; con palabras clave como: pulpa dental, cambios histológicos de la pulpa dental, pulpa dental y descripción forense, pulpa y cambios con la muerte. De igual manera se utilizó los operadores booleanos OR, AND y NOT para optimizar la sistematización de la búsqueda.

Criterios de selección de los artículo o libros

Criterios de inclusión

- Artículos científicos referentes al tema de investigación.
- Bases indexadas en: Pubmed, Scielo, Google Scholar, Latindex, Dialnet, Medigraphic, Scopues
- Edad: Niños y Adultos
- Año de publicación: Entre los años 2018 al 2024
- Idiomas: inglés, español
- Tipo de estudio: De tipo descriptivo, búsqueda sistemática de información literaria.

Criterios de exclusión

- Artículos mayores a 6 años de antigüedad
- Artículos en portugués
- Artículos en estudios in vitro

Tabla 1. Estrategias de búsqueda

Fuente	Ecuación de búsqueda
Google Scholar	Pulpa dental y cambios histológicos Pulpa dental post mortem Pulpa dental Pulpa dental vital
PubMed	Post-mortem dental pulp changes Dental pulp after death Pulpal changes in teeth Post-mortem pulp changes
Scielo	Pulpa y cambios histológicos Identificación de pulpa cadáver Pulpa post mortem Pulpa dental en cadáveres
Medlineplus	Pulpal changes in teeth Post-mortem pulp changes

Tabla 1. Estrategias de búsqueda (continuación)

Fuente	Ecuación de búsqueda
Dialnet	Pulpa dental cambios post mortem Pulpa dental tras la muerte Cambios pulpaes en diente Cambios pulpaes post portem
Scielo	Propiedades pulpaes Pulpa dental y reacción a la muerte

Población de estudio

Se realizaron búsquedas en las bases de datos científicos y de prestigio académico como: Google Scholar, Pubmed, Scielo, Medlineplus, Dialnet, Scielo, entre otras, publicados entre los años 2018 – 2024, que se seleccionaron mediante los criterios de inclusión y exclusión, obteniendo un total de 29 artículos que cumplen con los requerimientos necesarios para ser analizados y sintetizados con el fin de obtener resultados confiables en la presente investigación.

Resultados

El estudio de los cambios histológicos en el tejido pulpar para determinar el tiempo de muerte es fundamental en la odontología forense. Los dientes, con su tejido pulpar, ofrecen una fuente valiosa de información para estimar el intervalo postmortem. Este marco teórico examinará los cambios histológicos característicos que ocurren en el tejido pulpar después de la muerte y cómo estos cambios pueden ser utilizados en la práctica forense.

Marco Teórico

Tejido Pulpar:

Características del tejido pulpar

El tejido pulpar es un tejido conectivo laxo que ocupa la cavidad central del diente, conocida como la pulpa dental. Está compuesto principalmente por células mesenquimatosas, vasos sanguíneos, nervios y tejido conectivo. Su función principal es la formación y nutrición de la dentina durante el desarrollo dental, así como la sensibilidad dentaria. (4)

Las principales funciones de la pulpa son:

- **Formativa:** La pulpa tiene la capacidad de producir dentina primaria, secundaria y terciaria de manera fisiológica. (4)

- **Inductora:** La pulpa induce la producción de esmalte, ya que, al inicio de la formación de la dentina, libera sustancias que estimulan la acción productora de los ameloblastos. (4)
- **Nutritiva:** La pulpa proporciona soporte vital y regula la homeostasis dental. (4)
- **Sensitiva:** Gracias a sus conexiones nerviosas, la pulpa es sensible y responde a lesiones dentinarias sin necesidad de estimulación directa. (4)
- **Defensiva:** La pulpa forma dentina terciaria para obliterar conductos con riesgo de infección o exposición al ambiente, y también puede inducir respuestas de defensa localizadas. (4)

Vascularización del Órgano Dentino-Pulpar

La sangre llega a la cavidad pulpar a través de arteriolas que entran por el foramen apical o por foraminas accesorias, acompañadas por un grupo de nervios. Las arteriolas ascienden por la parte central de la pulpa radicular y se dividen en forma de abanico, formando el plexo capilar subodontoblástico. Desde este punto, la circulación comienza su retorno a través de vénulas post-capilares y luego mediante vénulas de mayor tamaño. (4,5)

Inervación del Órgano Dentino-Pulpar

Los nervios ingresan en los espacios pulpares a través del foramen apical, acompañados por los vasos sanguíneos aferentes. En la pulpa, los nervios siguen un trayecto similar al de los vasos aferentes, comenzando como grandes haces nerviosos que se ramifican periféricamente al extenderse hacia la zona incisal u oclusal a través de la parte central de la pulpa. Finalmente, forman un plexo nervioso de Raschkow en la zona acelular, ubicada justo debajo de los cuerpos celulares de los odontoblastos. (4,5)

De acuerdo con el diámetro de las fibras y su velocidad de conducción, las fibras nerviosas se pueden clasificar de la siguiente manera:

Las fibras nerviosas A delta (A) son mielinizadas, son de transmisión rápida y tienen un diámetro de 1 a 6 micrómetros, con una velocidad de conducción de 13 a 30 metros por segundo. Estas fibras transmiten información procedente de nociceptores mecánicos y son responsables de la percepción inmediata del dolor tras un estímulo lesivo (primer dolor). El dolor que median es agudo, intenso, punzante, nítido y reactivo. (4,5)

Las fibras nerviosas C son amielínicas y de transmisión lenta y tienen un diámetro de 0,2 a 1,5 micrómetros, con una velocidad de conducción de 0,5 a 2 metros por segundo. Estas fibras transmiten información de sensaciones mal localizadas y son responsables del

carácter urgente y persistente del dolor después de un cuadro agudo (segundo dolor). Este dolor secundario es radiante, difuso y pulsátil. (4,5)

Composición histológica

Desde el punto de vista histológico, la pulpa dental consiste en un tejido conectivo laxo especializado que contiene diversas células, como fibroblastos, odontoblastos, histiocitos, macrófagos, mastocitos y células plasmáticas. También está compuesta por una matriz extracelular que incluye fibras de colágeno y sustancia fundamental. (6)

La región periférica más próxima a la zona central se conoce como la zona rica en células, y está compuesta principalmente por fibroblastos y células mesenquimales indiferenciadas. Estas células soportan a los odontoblastos mediante su proliferación y diferenciación, y pueden transformarse en fibroblastos y macrófagos. (6,7)

El límite de la zona central de la pulpa está definido por el borde de la capa rica en células. Este tejido actúa como el principal sistema de soporte para la región periférica y contiene grandes vasos y nervios que se extienden hacia la periferia. Al igual que las zonas ricas en células, también posee numerosos fibroblastos. (7)

Histológicamente está compuesta por un tejido conectivo laxo especializado formado por células y sustancia extracelular en donde podemos encontrar fibras y una matriz amorfa; además de encontrarse ricamente vascularizada e inervada. (7,8)

Células pulpares

- **Fibroblastos pulpares**

Estas células son responsables de la síntesis y degradación del colágeno, que es el principal componente estructural de la pulpa y otorga al tejido resistencia y elasticidad. Los fibroblastos pulpares secretan otras proteínas de la matriz extracelular, como la fibronectina y la elastina, que contribuyen a la integridad y la función del tejido, además de su función en la producción de colágeno. (8–11)

Los fibroblastos de la pulpa dental tienen una actividad metabólica dinámica y son activos en respuesta tanto a estímulos como a lesiones. En respuesta a agresiones externas, como la caries dental o el trauma, participan en los procesos de reparación y regeneración del tejido pulpar. Además, juegan un papel importante en la defensa del tejido pulpar, interactuando con las células del sistema inmunitario en caso de infección o inflamación. (9,10)

Los fibroblastos de la pulpa dental también son susceptibles a los factores de crecimiento y las citocinas liberadas en el microambiente pulpar, lo que regula su actividad y función. Esta regulación molecular afecta la capacidad de los fibroblastos para promover la

reparación tisular y mantener la salud del tejido pulpar tanto en condiciones normales como patológicas. (11)

- **Odontoblastos**

El odontoblasto es la célula más representativa e importante del complejo dentino-pulpar. Al hablar de la dentinogénesis, esta estructura forma los túbulos de dentina, por ende, en el interior de los túbulos desarrolla a la dentina en un tejido vital. (12)

Se distinguen por un proceso de diferenciación único y exclusivo que se efectúa de acuerdo con un esquema temporo-espacial específico de cada órgano dental, tiene como función generar la dentina tanto primaria, secundaria y terciaria. Incluso participan en la respuesta inmunitaria innata, siendo las primeras células en contacto íntimo con las bacterias responsables de los procesos cariosos, constituyendo la primera línea de defensa de cada ser humano. (12)

- **Células de defensa**

Las células del sistema inmune desempeñan un papel crucial en la defensa del organismo contra invasores patógenos. Entre estas células, los neutrófilos, los monocitos-macrófagos y los linfocitos innatos, como las células NK, son responsables de la inmunidad innata en diversos tejidos. En el contexto específico de la pulpa dental, se suman a estas células los linfocitos T y las células dendríticas inmaduras (CDs), que participan en la respuesta inmune innata. (13)

- **Células dendríticas**

Las células dendríticas se describen como sensores o mensajeros que alertan al sistema inmune al contactar con antígenos. Estas células forman una red de advertencia temprana en distintos tejidos, incluida la pulpa dental. Al madurar y migrar al nódulo linfático más cercano, llevan consigo fragmentos de los invasores para presentarlos a los linfocitos T, activándolos y desencadenando así una respuesta inmune coordinada. Sin embargo, en el tejido pulpar, no es necesario que estas células migren al nódulo linfático, ya que estudios han demostrado la presencia de células inmunocompetentes en condiciones normales. (13)

Las células dendríticas son fundamentales en la iniciación de la respuesta inmune en la pulpa dental debido a su morfología y expresión de moléculas específicas. Derivan de precursores en la médula ósea o monocitos circulantes y muestran plasticidad al diferenciarse en macrófagos o células dendríticas maduras. En condiciones normales, estas células se encuentran en un estado inmaduro en los tejidos periféricos, con capacidad de detectar y capturar antígenos. (13)

- **Macrófagos**

Los macrófagos son células derivadas del tejido mesenquimatoso que rodean los vasos sanguíneos y poseen una alta actividad fagocítica, siendo capaces de eliminar una variedad de elementos como bacterias, cuerpos extraños y células muertas. En la respuesta inmune innata, los neutrófilos y los macrófagos son considerados las principales células fagocíticas. Los macrófagos secretan VEGF, un inductor potente de la angiogénesis y la permeabilidad vascular, cuando están expuestos al LTA. (14)

- **Neutrófilos**

Los neutrófilos, células que se movilizan rápidamente hacia el sitio de lesión y muerte celular, son eficientes en la fagocitosis de bacterias y células muertas, aunque su acción puede resultar en daño a otras células, provocando una inflamación más extensa. A pesar de su presencia limitada en la pulpa dental bajo lesiones superficiales de caries, se consideran cruciales en la primera respuesta a la infección microbiana, aunque mueren tras la fagocitosis. (14)

- **Linfocitos**

Los linfocitos, en particular las células T CD8+ y los linfocitos B, también desempeñan roles importantes en la respuesta inmune en la pulpa dental. Los linfocitos T CD8+ pueden inducir apoptosis en células infectadas o transformadas, así como estimular la fagocitosis mediante la producción de IFN- γ . Por otro lado, los linfocitos B se activan en respuesta a antígenos bacterianos u otros estímulos inflamatorios, diferenciándose en células plasmáticas que producen anticuerpos específicos contra los antígenos presentes en la pulpa dental. Estos anticuerpos ayudan a neutralizar bacterias o patógenos invasores, marcándolos para su destrucción por otras células del sistema inmunitario. (14)

- **Mastocitos**

Los mastocitos, también conocidos como células cebadas, se encuentran cerca de los vasos sanguíneos en pulpas inflamadas. Contienen heparina e histamina, que promueven la vasodilatación y aumentan la permeabilidad vascular, facilitando el reclutamiento de leucocitos y líquido hacia el sitio inflamatorio. (14)

Cambios Histológicos Postmortem

1. Necrosis Pulpar

La necrosis del tejido pulpar es uno de los primeros cambios histológicos observados después de la muerte. Se caracteriza por la pérdida de la integridad celular y la descomposición del tejido. Este proceso es generalmente causado por la interrupción del suministro sanguíneo al tejido pulpar. (15)

La pulpa dental pierde su vitalidad después de la muerte. La vitalidad de la pulpa se refiere a su capacidad para mantenerse viva y funcional, con un flujo sanguíneo activo y actividad celular. Sin embargo, una vez que una persona fallece, se interrumpe el suministro de sangre y oxígeno a los tejidos del cuerpo, incluida la pulpa dental. Como resultado, la pulpa deja de ser viable y activa, lo que puede conducir a cambios adicionales en su estructura y composición. (16)

Uno de los primeros cambios que ocurren es la deshidratación. Después de la muerte, el cuerpo deja de recibir hidratación externa y comienza a perder líquidos. Esta deshidratación afecta a todos los tejidos del cuerpo, incluida la pulpa dental. Como resultado, la pulpa puede volverse más seca y contraída. (17)

2. Invasión Bacteriana e Inflamación

Tras la necrosis, se produce la invasión bacteriana y la respuesta inflamatoria del tejido pulpar. La proliferación bacteriana conduce a la formación de abscesos y la degradación del colágeno, lo que resulta en una mayor desorganización tisular. (15)

La descomposición bacteriana es otro proceso importante que afecta a la pulpa dental después de la muerte. Las bacterias presentes en la boca y en el cuerpo comienzan a descomponer los tejidos orgánicos a medida que el sistema inmunológico ya no está activo para combatirlos. Esta descomposición bacteriana libera gases y productos de desecho que pueden acumularse en los espacios dentro de los dientes, incluida la pulpa. Este proceso puede provocar cambios en la textura, el color y el olor de la pulpa dental. (17)

3. Mineralización

Con el tiempo postmortem, el tejido pulpar puede experimentar mineralización, que implica la deposición de sales minerales, especialmente calcio, en el tejido. Este proceso puede ser un indicador útil para determinar la edad del cadáver. (15)

4. Fibrosis y Calcificación

Otros cambios histológicos incluyen la fibrosis del tejido pulpar, la calcificación de los conductos radiculares y la proliferación de tejido conectivo. Estos cambios contribuyen a la alteración de la estructura tisular y pueden proporcionar información adicional sobre el intervalo postmortem. (15)

Aplicaciones Forenses

El análisis de los cambios histológicos en el tejido pulpar ofrece una herramienta importante para determinar el tiempo de muerte en casos forenses. Las técnicas de histología y microscopía permiten la evaluación detallada de estos cambios, lo que

proporciona información valiosa sobre los procesos postmortem que ocurren en el interior de los dientes. Esta información complementa otros métodos de estimación del tiempo de muerte y puede ser crucial en la resolución de investigaciones criminales y la administración de la justicia. (16)

Estos cambios en la pulpa dental después de la muerte pueden ser importantes para propósitos forenses. Por ejemplo, los investigadores forenses pueden examinar los dientes de un individuo fallecido para determinar la hora aproximada de la muerte o para identificar restos humanos. El análisis de los cambios en la pulpa dental puede proporcionar pistas valiosas sobre el tiempo transcurrido desde la muerte y las condiciones ambientales en las que se encontraba el cuerpo. (17)

El análisis de los tejidos dentales, especialmente la pulpa dental, es fundamental para la estimación del Intervalo Post-Mortem (PMI). Los estudios de Mehendirata et al. y Bhuyan et al. destacan la importancia del análisis colorimétrico para detectar cambios morfológicos en la pulpa dental que ocurren después de la muerte. (18)

Ambos grupos de investigación han observado una serie de cambios en la pulpa dental que van desde una consistencia suave a firme en las etapas iniciales, hasta una estructura gelatinosa, fluida semi viscosa y friable en etapas posteriores, eventualmente llevando a la desaparición completa de la pulpa. (18)

Sin embargo, existe discrepancia entre los dos grupos en cuanto al tiempo necesario para que ocurran estos cambios morfológicos en la pulpa dental en función del entorno climático. Mehendirata et al. sugiere que en ambientes costeros estos cambios pueden observarse en tan solo 6 días, mientras que Bhuyan et al. menciona que bajo condiciones ambientales normales estos cambios pueden tardar hasta 2 años en manifestarse. (18,19)

Esta discrepancia resalta la importancia de considerar las condiciones ambientales específicas al interpretar los cambios en la pulpa dental para la estimación del PMI. La influencia del entorno, especialmente en climas costeros, puede acelerar significativamente estos procesos morfológicos. (19)

Los cambios histopatológicos en la pulpa dental se manifestaron como deterioro nuclear y una disminución en la cantidad de fibroblastos al término de las primeras 48 horas, seguidos de un proceso de cariólisis a las 72 horas. Pasadas las 120 horas, la pulpa exhibió principalmente vacuolización y no se encontraron restos nucleares. Finalmente, a las 144 horas, la pulpa estaba en estado de putrefacción. (18,19)

Composición histológica y aspecto visual (después de la muerte)

El aspecto visual de la pulpa dental en una persona muerta va a depender de ciertos factores, como la conservación del cuerpo, el tiempo transcurrido desde el fallecimiento

y si se ha producido algún proceso post mortem. Generalmente la pulpa dental de una persona muerta tiende a oscurecer con el tiempo por el deshidratamiento. (20)

Después de la muerte, el tejido de la pulpa dental puede sufrir autólisis, esto ocasiona la liberación de la hemoglobina que se mantiene soluble, la misma que pasa a la dentina a través de los tubulos dentinarios, en esto se formará la protoporfirina que se encarga de dar la coloración. (20)

El esmalte al ser un tejido transparente dará paso a que se vea la pigmentación, por lo cual el diente parecerá de un aspecto rosa. Según autores este fenómeno aparece después de cierto periodo de tiempo tras la muerte que puede llevar días o inclusive una semana, que permitan que todos los procesos relacionados con la formación de la pigmentación ocurran. Más tarde, después de meses o años, la coloración desaparece.

En la mayoría de los casos, su aparición está relacionada con muertes no naturales, especialmente en ahogados, asfixiados, aunque también pueden darse en casos de muerte natural.

Se puede apreciar los siguientes aspectos:

- **Cambios de coloración:** La pulpa dental puede experimentar cambios en su coloración debido a la deshidratación y la descomposición. (20)
- **Contracción y colapso:** Con el tiempo, la pulpa dental puede contraerse y colapsar, lo que puede resultar en una apariencia arrugada o encogida, esto se debe a la pérdida de agua y a la desintegración de los tejidos. (20)
- **Calcificación:** En algunos casos, la pulpa dental puede experimentar un proceso de calcificación post mortem. Esto ocurre cuando los minerales presentes en la saliva y los fluidos tisulares se depositan en la pulpa, formando estructuras sólidas similares a los depósitos de sarro. (20)
- **Presencia de cuerpos extraños:** En el caso de que se haya producido algún tipo de trauma dental antes o después de la muerte, es posible que se encuentren cuerpos extraños dentro de la pulpa dental, como fragmentos de hueso, restos de alimentos o materiales extraños. (20)

◆ **Composición histológica de la pulpa postmortem:**

Entre otros cambios histológicos en la pulpa dental después de la muerte podemos encontrar la degeneración celular, ya que al morir va a existir la pérdida de la vitalidad de la pieza dental debido a la falta de oxígeno y nutrientes, además va a existir una pérdida en la composición de la matriz extracelular, lo cual va a contribuir a la destrucción del tejido. (21)

Por otra parte, a pasar los días, el tejido pulpar sufre cambios de manera irreversible generando la desintegración del tejido y liberando su contenido al exterior, consecuente a esto se genera una respuesta inflamatoria del organismo, dando señales y generando la infiltración de células inflamatorias como los macrófagos. (21)

- **Aspecto visual de la pulpa postmortem:**

Al momento de apreciar la pieza dental se puede observar que existe un cambio de tonalidad en su dentina. En varias ocasiones puede ir de un color negro, gris, amarillo o en algunos de los casos puede llegar a tener un color rosado, además presenta una textura blanda y fácil de romper debido a la pérdida de células y el tejido conectivo. (21)

Otro aspecto característico es que sufre un proceso de descomposición, lo que genera un olor peculiar debido a la liberación de sustancias que secreta el organismo después del deceso de la persona. Por otra parte, puede estar acompañado por pus o fluidos que se encuentren alrededor de la pulpa necrótica. (21)

- **Cambios celulares post mortem**

Los cambios celulares post mortem serán procesos que se desarrollarán en las células y tejidos de un cuerpo tras la muerte. Estas variaciones se deben a la interrupción de las funciones celulares normales y la desintegración gradual de los componentes celulares. (22)

Los cambios celulares post mortem pueden ser clasificadas en dos categorías principales:

- **Cambios autolíticos:** Estos cambios son provocados por la intervención de las propias enzimas de la célula. Al ocurrir la muerte, las membranas celulares se vuelven permeables y las enzimas lisosomales se van a liberar en el citoplasma, donde empiezan a digerir los componentes celulares. Los cambios autolíticos van a ser los encargados de muchos de los cambios macroscópicos que se van a ver en los cadáveres, como por ejemplo la rigidez mortis y la licuefacción. (22)
- **Cambios heterolíticos:** Estos cambios son provocados por enzimas de bacterias y otros microorganismos. Al ocurrir el deceso de la persona, los microorganismos empezaran a atacar el cuerpo y descomponer los tejidos. Los cambios heterolíticos serán los encargados de la descomposición final del cuerpo. (22)

Un tema fascinante y a la vez complejo son los cambios que se producen a nivel celular en la pulpa dental post mortem que han sido de gran importancia para odontólogos y patólogos forenses. Entender esos cambios es muy útil para diagnosticar el tiempo de muerte, la causa de su deceso e incluso dar pistas sobre las acciones finales de la persona. (22)

Después de la muerte, las células de la pulpa dental experimentan cambios a nivel celular, ocasionados por la interrupción del suministro de oxígeno y nutrientes, los cuales son: (22)

- **Isquemia celular:** Causada por la interrupción del flujo sanguíneo, privando a la pulpa de oxígeno y nutrientes. (22)
- **Necrosis celular:** Ocasionada por la falta de oxígeno y nutrientes llevando a una muerte celular. (22)
- **Degradación celular:** Debida a la descomposición de células muertas las cuales atraen a células inflamatorias. (22)
- **Inflamación:** Respuesta localizada causada por la liberación de células descompuestas. (22)
- **Infiltración bacteriana:** Las células pulpares descompuestas crean un entorno favorable para la proliferación bacteriana, agravando la inflamación y por ende la descomposición. (22)

Los cambios celulares descritos anteriormente son resultado de la descomposición y desintegración de la pulpa dental post mortem.

Autólisis, un proceso que ocurre en ausencia de oxígeno celular, es impulsado por las enzimas lisosomales, resultando en una necrosis celular genuina, sin intervención bacteriana. Aunque generalmente precede a la putrefacción, a veces ambos procesos coinciden. (23)

Licuefacción describe la transformación del tejido en un líquido viscoso, típicamente iniciando en las áreas centrales de la pulpa dental y extendiéndose hacia afuera. Principalmente impulsada por la autólisis, puede ser influenciada por bacterias y hongos. (23)

La putrefacción, en contraste, implica la descomposición del tejido orgánico por bacterias, ocurriendo después de la autólisis y la licuefacción. Se caracteriza por la generación de gases malolientes y la completa licuefacción del tejido. (23)

Además de estos procesos, la pulpa dental post mortem experimenta otros cambios celulares, como la deshidratación, que resulta en la contracción celular y la pérdida de turgencia debido a la rápida pérdida de agua, así como la pigmentación, que puede causar un oscurecimiento del tejido debido a la acumulación de pigmentos como melanina y hemoglobina. (23)

Finalmente, en algunos casos, la pulpa dental puede calcificarse después de la muerte, un proceso conocido como petrificación, debido a la deposición de sales minerales en el tejido pulpar. (23)

Alteraciones en la morfología dental: Los cambios en la morfología dental, como la pérdida de estructura debido a la desmineralización y la descomposición, pueden dificultar la identificación dental.

Los cambios histológicos en los tejidos dentales post mortem pueden incluir deshidratación, desmineralización, alteraciones en la estructura del esmalte y la dentina, y la eventual descomposición bacteriana. La velocidad y la magnitud de estos cambios pueden variar dependiendo de factores como la temperatura ambiente, la humedad y el tiempo transcurrido desde la muerte. (24)

Los cambios en los tejidos dentales después de la muerte pueden ser significativos y tienen implicaciones importantes en campos como la odontología forense y la arqueología. (24)

Cambios dentarios post – mortem

Uno de los principales aportes de la odontología forense al sistema de justicia social es la identificación de las víctimas a través de sus piezas dentales. Como es de gran conocimiento todas las estructuras del órgano dental poseen una alta resistencia ante las agresiones químicas y físicas, de esta forma se permite que en varios siniestros y accidentes la única evidencia disponible sea las estructuras dentales. (25)

Cabe recalcar que, al momento de realizar una autopsia bucal, la manipulación de las estructuras dentarias quemadas debe ser muy minuciosa, de esta gorma se evita perder información de gran importancia para la identificación de la víctima. Esto se debe a que los daños estructurales que estas experimentan estas estructuras suelen tener una gran afectación de acuerdo con la intensidad y el tiempo de exposición al fuego, proporcionando claves valiosas en investigaciones criminalísticas. (25)

En casos de exposición al fuego, en primera instancia los dientes y cuerpos intraorales (prótesis dentales, aparatología ortodóntica) se encuentran protegidos por la conjunción de tejidos blandos como la musculatura de la cara la lengua, mejillas y labios. Posterior a esto los labios y tejidos yugales se contraen y se hacen más rígidos, retrayéndose y exponiendo los dientes anteriores. Sin embargo, a pesar de que las piezas dentales son muy resistentes al cambio de temperatura cuando el calor excede ciertos grados (aproximadamente los 100 a 150°), se produce un cambio de color tanto en el esmalte como en la dentina. (25)

En el esmalte se pierde agua y ello genera un aclaramiento, así como una mayor opacidad que se va incrementando con el aumento de la temperatura. Además, se fractura el tercio cervical y se separa la dentina, con lo que se desprende la corona a manera de casquete, de la misma manera una vez la dentina se carboniza, se reduce el volumen radicular desde los 400° a 800 °C. En la dentina, los cambios visibles se dan a nivel de coloración de

blanco amarillento hacia un marrón claro, que se va oscureciendo a medida que se incrementan los grados. La velocidad del cambio de color es mayor cuanto más haya sido el aumento de los grados de temperatura. (25)

De tal manera existe una clasificación para las estructuras dentales que se exponen al calor en los diferentes grados de temperatura:

- Estructura dental intacta.
- Quemado (manchado superficialmente y cambio de color).
- Carbonizado (reducido a carbón por combustión incompleta).
- Incinerado (reducido a cenizas)
- Estallado. (24)

Todas las estructuras que han sido sometidas a la acción del fuego durante las maniobras de apertura bucal son muy susceptibles y frágiles de sufrir alteraciones, por lo que se recomienda proteger su integridad, almacenando información que sea adecuada y suficiente antes de iniciar cualquier procedimiento de identificación. Para esto se pueden utilizar recursos como: impresiones y modelos de yeso, fotografías, radiografías y por medio de la toma de registros dentales. (24)

Debido a la resistencia de los tejidos duros de los dientes a las acciones ambientales como la incineración, la inmersión, el trauma o la descomposición, el tejido de la pulpa es una excelente fuente de ADN. Las características macroscópicas de los órganos dentales quemados varían según el grado de temperatura al que fueron sometidos, llegando a alcanzar desde 100 °C hasta grados superiores a los 1000 °C. Además, varía de acuerdo a cuál haya sido el medio utilizado para acelerar la combustión como: gasolina, petróleo gas, entre otras sustancias volátiles. (24)

Discusión

Martínez y et al. indica que los cambios histológicos en el tejido pulpar comienzan casi inmediatamente después de la muerte. En las primeras horas postmortem, se observan signos de descomposición inicial, como edema e infiltración leucocitaria. Estos cambios se deben a la interrupción del flujo sanguíneo y la falta de oxígeno, lo que provoca un aumento de la permeabilidad vascular y la consiguiente fuga de líquidos y células inmunitarias. Las células pulpares comienzan a mostrar signos de necrosis coagulativa, caracterizada por la desnaturalización de proteínas y la preservación de los contornos celulares durante un corto período. (26)

Según Ramírez, et al. a medida que transcurre el tiempo postmortem, la necrosis del tejido pulpar se vuelve más pronunciada. La necrosis licuefactiva sucede a la necrosis

coagulativa, caracterizada por la digestión enzimática del tejido muerto y la formación de una masa viscosa. Este proceso es facilitado por la actividad de enzimas proteolíticas liberadas por las células lisosomales. Con el tiempo, pueden aparecer depósitos de calcio dentro del tejido pulpar necrótico, un proceso conocido como calcificación distrófica. La presencia de calcificaciones puede ayudar a estimar el intervalo postmortem en casos forenses. (27)

Para Hernández et al. En etapas avanzadas de la descomposición, la infiltración bacteriana se vuelve prominente. Las bacterias anaerobias que normalmente residen en la cavidad bucal invaden el tejido pulpar, acelerando la descomposición. Este proceso es observable histológicamente por la presencia de numerosas bacterias en el tejido pulpar y la formación de gas. Además, la estructura histológica del tejido se degrada significativamente, y los restos celulares se descomponen en detritos amorfos. La extensión de la infiltración bacteriana y la descomposición pueden utilizarse para estimar el intervalo postmortem de manera más precisa. (28)

Pérez y et al. indica que el avance en técnicas histológicas y de imagen ha mejorado significativamente la capacidad para evaluar el estado del tejido pulpar postmortem. Técnicas como la inmunohistoquímica y la microscopía electrónica permiten una evaluación más detallada de los cambios celulares y subcelulares. La inmunohistoquímica puede detectar marcadores específicos de necrosis y apoptosis, proporcionando información sobre el tiempo transcurrido desde la muerte. La microscopía electrónica, por su parte, ofrece una resolución ultra alta para observar detalles finos de la descomposición celular. Estas técnicas combinadas mejoran la precisión en la determinación del intervalo postmortem basado en el análisis del tejido pulpar. (29)

Conclusión

- Los avances en el estudio de los cambios histológicos de la pulpa dental ofrecen una herramienta invaluable para la determinación precisa del intervalo post mortem (IPM). Esta aproximación innovadora, fundamentada en el análisis de la degradación celular y tisular, complementa y mejora los métodos tradicionales de estimación temporal, abriendo un nuevo horizonte en la medicina forense. A medida que la investigación en esta área continúa avanzando, la combinación de técnicas histológicas con tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, tiene el potencial de refinar aún más la precisión de las estimaciones y fortalecer la fiabilidad de las pruebas en escenarios judiciales. Por tanto, la integración de estos métodos no solo representa un avance técnico, sino también una contribución crucial para la justicia, al proporcionar evidencias científicas robustas en la resolución de casos criminales.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación entre los autores con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Tania Jacqueline Murillo Pulgar: Conceptualización de la investigación; diseño del estudio; recolección y análisis de datos; redacción y revisión crítica del manuscrito; interpretación de los resultados; coordinación del equipo de trabajo; validación y verificación de fuentes bibliográficas.

Verónica Paulina Cáceres Manzano: Conceptualización de la investigación; diseño del estudio; búsqueda y revisión de literatura; análisis y síntesis de datos; redacción del manuscrito; elaboración de figuras y tablas; interpretación de los resultados; revisión y edición final del manuscrito.

Ambos autores contribuyeron de manera equitativa a la elaboración del artículo, garantizando la integridad y precisión de la investigación presentada.

Referencias bibliográficas

1. Boiero CF, Gani OA. Análisis de las modificaciones histológicas en la vascularidad de la pulpa dental humana durante su diferenciación, maduración y envejecimiento. 2018 [cited 2024 Sep 10]; Available from: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/29860>
2. Farhadian M, Salemi F, Saati S, Nafisi N. Dental age estimation using the pulp-to-tooth ratio in canines by neural networks. *Imaging Sci Dent* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2024 Sep 10];49(1):19. Available from: [/pmc/articles/PMC6444008/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32048137/)
3. Zelic K, Pavlovic S, Mijucic J, Djuric M, Djonic D. Applicability of pulp/tooth ratio method for age estimation. *Forensic Sci Med Pathol* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2024 Sep 10];16(1):43–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32048137/>
4. Revisión A DE, wwwmedigraphicorgmx R, Astudillo-Ortiz E. Regeneración de la pulpa dental. Una revisión de la literatura. *Rev ADM* [Internet]. 2019 Jan 2 [cited 2024 Sep 10];75(6):350–7. Available from: www.medigraphic.com/admwww.medigraphic.org.mx
5. Mejía Verdial DA, Paredes Moreno FA, Licona Rivera TS, Salinas Gómez LR. HISTOLOGÍA: DESDE SU ORIGEN HASTA LA ACTUALIDAD. *Revista Científica de la Escuela Universitaria de las Ciencias de la Salud*. 2019 Jan 16;3(1):47–57.

6. (PDF) Células madre y su aplicación en odontología: regeneración del complejo dentino-pulpar y de tejidos periodontales [Internet]. [cited 2024 Sep 10]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/364018367_Celulas_madre_y_su_aplicacion_en_odontologia_regeneracion_del_complejo_dentino-pulpar_y_de_tejidos_periodontales
7. Sachdeva A, Kelkar M, Augustine J, Malhotra T. Dental Pulp in Forensic Dentistry. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Sep 10];43(2):177–9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/357969727_Dental_Pulp_in_Forensic_Dentistry
8. Guerrero-Urbina C, Fors M, Vásquez B, Rodríguez-Guerrero M, Fonseca GM, Guerrero-Urbina C, et al. Cambios Histológicos del Tejido Muscular Estriado Lingual en Ratas Sprague Dawley (*Rattus norvegicus*) para Estimar el Intervalo Postmortem. *International Journal of Morphology* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2024 Sep 10];39(5):1502–8. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022021000501502&lng=es&nrm=iso&tlng=es
9. Álvarez-Vásquez JL, Castañeda-Alvarado CP. Dental Pulp Fibroblast: A Star Cell. *J Endod* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2024 Sep 10];48(8):1005–19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35577145/>
10. Zhai S, Zhang L, Li X, Yu Q, Liu C. Clustering human dental pulp fibroblasts spontaneously activate NLRP3 and AIM2 inflammasomes and induce IL-1 β secretion. *Regen Ther* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2024 Sep 10];27:12–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38487102/>
11. Jeanneau C, Lundy FT, El Karim IA, About I. Potential Therapeutic Strategy of Targeting Pulp Fibroblasts in Dentin-Pulp Regeneration. *J Endod*. 2017 Sep 1;43(9):S17–24.
12. Masuda K, Han X, Kato H, Sato H, Zhang Y, Sun X, et al. Dental Pulp-Derived Mesenchymal Stem Cells for Modeling Genetic Disorders. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2024 Sep 10];22(5):1–18. Available from: </pmc/articles/PMC7956585/>
13. María DJ, Correa A, Rosario D, González M, Morffi DI. Complejo dentino pulpar. Estructura y diagnóstico. *Revista de Medicina Isla de la Juventud* [Internet]. 2011 [cited 2024 Sep 10];12(1):82–99. Available from: <https://remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/9/22>

14. Cameriere R, De Luca S, Alemán I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Sci Int*. 2012 Jan 10;214(1–3):105–12.
15. Wei YF, Lin CY, Yu YJ, Linacre A, Lee JCI. DNA identification from dental pulp and cementum. *Forensic Sci Int Genet* [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2024 Sep 10];67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37844374/>
16. Bianchi I, Grassi S, Castiglione F, Bartoli C, De Saint Pierre B, Focardi M, et al. Dental DNA as an Indicator of Post-Mortem Interval (PMI): A Pilot Research. *International Journal of Molecular Sciences* 2022, Vol 23, Page 12896 [Internet]. 2022 Oct 25 [cited 2024 Sep 10];23(21):12896. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/21/12896/htm>
17. Mendoza Rodríguez FA, Rosero Mendoza JC, Rosero Mendoza JI. Regeneración de la pulpa dental con DPSC. Una revisión de la literatura. *RECIAMUC*. 2020 Jan 31;4(1):136–47.
18. Cruz-Martín-del-Campo SL, González-Espinosa C, Ruiz-Quiñonez AK, Carranza-Aguilar CJ. Tipos de muerte celular y sus implicaciones clínicas. *El Residente*. 2020;15(3):97–112.
19. Boiero CF, Gani OA. Análisis de las modificaciones histológicas en la vascularidad de la pulpa dental humana durante su diferenciación, maduración y envejecimiento. 2018 [cited 2024 Sep 10]; Available from: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/29860>
20. Bhuyan L, Behura SS, Dash KC, Mishra P, Mahapatra N, Panda A. Characterization of histomorphological and microbiological changes in tooth pulp to assess post-mortem interval: an observational study. *Egypt J Forensic Sci* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 Sep 10];10(1):1–8. Available from: <https://ejfs.springeropen.com/articles/10.1186/s41935-020-00193-4>
21. Arroyo-Pieck A, Peón J. Super-resolved fluorescence microscopy. *Educacion Quimica*. 2015 Jan 1;26(1):50–1.
22. Franco A, Mendes SDSC, Picoli FF, Rodrigues LG, Silva RF. Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental autopsies — Case series. *Forensic Sci Int*. 2018 Oct 1;291:e8–12.
23. Ugrappa S, Jain A. An emergence of dental tissues in the forensic medicine for the postmortem interval estimation: A scoping review. *Journal of Forensic Science and Medicine* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2024 Sep 10];7(2):54–60.

Available from:

https://www.researchgate.net/publication/353467349_An_emergence_of_dental_tissues_in_the_forensic_medicine_for_the_postmortem_interval_estimation_A_s_coping_review

24. Ramírez Agudelo ME, Rojas López M. La necrosis, un mecanismo regulado de muerte celular. *Iatreia*. 2012 Feb 13;23(2).
25. Gioventù S, Andriolo G, Bonino F, Frasca S, Lazzari L, Montelatici E, et al. A novel method for banking dental pulp stem cells. *Transfusion and Apheresis Science*. 2012 Oct;47(2):199–206.
26. Ramos GF, Ferreira EMS, Silva JFM da, Pimenta RS. Cronotanatognose, utilização da polpa dentária como ferramenta para determinar o tempo de morte: uma revisão. *Research, Society and Development*. 2021 Aug 13;10(10):e353101018862.
27. Carrasco P, Inostroza C, Didier M, Godoy M, Holt CL, Tabak J, et al. Optimizing DNA recovery and forensic typing of degraded blood and dental remains using a specialized extraction method, comprehensive qPCR sample characterization, and massively parallel sequencing. *Int J Legal Med*. 2020 Jan 1;134(1):79–91.
28. Jeanneau C, Lundy FT, El Karim IA, About I. Potential Therapeutic Strategy of Targeting Pulp Fibroblasts in Dentin-Pulp Regeneration. *J Endod*. 2017 Sep 1;43(9):S17–24.
29. Estomatológica Herediana R. PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto. [cited 2024 Sep 10]; Available from: <https://doi.org/10.20453/reh.v32i3.4295>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





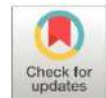
Indexaciones



Rugas palatinas y odontograma con utilidad en odontología forense

Palatine rugae and odontogram useful in forensic odontology

- ¹ Daniel Alejandro Pallo López  <https://orcid.org/0009-0000-5870-6602>
Odontólogo, Universidad Central del Ecuador, Especialista en Endodoncia, Universidad Braulio Cardoso Du Mattos, Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud Carrera de Odontología, Universidad Nacional de Chimborazo. Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses , Universidad Nacional del Chimborazo
alejojpall@gmail.com
- ² Verónica Paulina Cáceres Manzano  <https://orcid.org/0000-0001-5710-5661>
Grupo de investigación “Análisis de Muestras Biológicas y Forenses“ Universidad Nacional del Chimborazo , Docente Facultad de Ciencias de la Salud , Carrera de Odontología , Riobamba , Ecuador . Docente de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Riobamba , Ecuador.
vcaceres@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/08/2024

Revisado: 29/08/2024

Aceptado: 06/09/2024

Publicado: 13/09/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3174>

Cítese:

Pallo López, D. A., & Cáceres Manzano, V. P. (2024). Rugas palatinas y odontograma con utilidad en odontología forense. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 263-273.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3174>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Rugas palatinas, métodos de identificación, rugoscopia, odontograma

Keywords:

Histological changes, Pulp tissue, time of death, microscopic

Resumen

La cavidad bucal es una valiosa fuente de información para la identificación de cadáveres, la rugoscopia palatina es un método que se fundamenta en el análisis del tamaño, forma, posición y distribución de elementos del paladar, como las rugas palatinas, para facilitar procesos forenses de identificación. **Objetivo:** Determinar la importancia de las rugas palatinas y el odontograma con utilidad en odontología forense. **Metodología y resultados:** Se realiza un estudio de Diseño cualitativo, de revisión bibliográfica, se recopila información de diversos artículos científicos, para luego analizar y comparar y sacar conclusiones. Se investigó en revistas científicas como: Scielo, revista nacional de odontología, PubMed, Innovación & Saber, Elsevier y los seleccionados en Google Académico, criterios de inclusión, artículos que relacionen las rugosidades palatinas con la identificación de cadáveres, artículos de bases de datos de alto impacto, artículos de libre acceso, artículos que sean de los últimos 5 años. Este método práctico, rápido, económico y efectivo en el proceso de identificación forense, si se aplica esta técnica se resolverían varias de los casos planteados por el derecho civil, penal y laboral, a partir de la odontología forense. Se obtiene las rugas palatinas con impresiones del maxilar superior en yeso y fotográficamente. **Conclusión:** Estas rugosidades presentan similitudes con las huellas dactilares, ya que permanecen inalteradas a lo largo de la vida. No se ven afectadas por prótesis, no varían durante el recambio dental o la pérdida de dientes, y permanecen relativamente estables durante tratamientos de ortodoncia, con la lengua actuando como protectora contra impactos. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Criminalística y Ciencia Forense. **Tipo de estudio:** Artículo revisión bibliográfica

Abstract

The oral cavity is a valuable source of information for the identification of corpses, palatal rugae is a method that is based on the analysis of the size, shape, position and distribution of elements of the palate, such as palatine rugae, to facilitate forensic processes of ID. **Objective:** Determine the importance

changes, dental pulp.

of palatal rugae and the odontogram with utility in forensic odontology. **Methodology and results:** A qualitative design study, bibliographic review, is carried out, information is collected from various scientific articles, to then analyze and compare and draw conclusions. It was investigated in scientific journals such as: Scielo, national journal of dentistry, PubMed, Innovación & Saber, Elsevier and those selected in Google Scholar, inclusion criteria, articles that relate palatal rugae with the identification of corpses, articles from databases of high impact, free access articles, articles that are from the last 5 years. This practical, fast, economical and effective method in the forensic identification process, if this technique is applied, several of the cases raised by civil, criminal and labor law would be resolved, based on forensic odontology. The palatal rugae are obtained with impressions of the upper jaw in plaster and photographically. **Conclusion:** These roughnesses present similarities with fingerprints, since they remain unchanged throughout life. They are not affected by prosthetics, do not vary during tooth replacement or tooth loss, and remain relatively stable during orthodontic treatments, with the tongue acting as a protector against impacts. **General area of study:** Dentistry. **Specific area of study:** Criminalistics and Forensic Science. **Type of study:** Article bibliographic review

Introducción.

“La odontología forense ha sido de gran utilidad a través del tiempo como parte de la identificación de víctimas, agresores y cadáveres aún no identificados, en especial dentro de catástrofes naturales y homicidios” (1).

Las rugas palatinas son pliegues naturales y únicos que se encuentran en la mucosa del paladar duro, también conocido como el techo de la boca. Estas rugas son específicas de cada individuo y pueden ser utilizadas como características de identificación en odontología forense. La forma y el patrón de estas rugas son únicos para cada persona, similar a las huellas dactilares, lo que las convierte en un rasgo distintivo para la identificación de un individuo (2).

En odontología forense, el odontograma es una herramienta crucial que se utiliza para registrar y documentar la información dental de una persona. Contiene detalles sobre la condición de los dientes, incluyendo caries, restauraciones, extracciones, y otros procedimientos dentales. La información recopilada en un odontograma es valiosa en la identificación de individuos, especialmente en situaciones forenses donde se puede comparar con registros dentales anteriores del individuo.

La odontología forense es un área relativamente nueva con mucho potencial de desarrollo y que podría utilizarse no sólo en situaciones de catástrofes naturales sino también en cada escena del crimen. Para esto se debe comprender la importancia del trabajo que realizan los odontólogos en el día a día y recordarles la responsabilidad de realizar y conservar los registros dentales de sus pacientes ya que servirán como datos antemortem y ante implicaciones legales (1)

La combinación de las rugas palatinas y el odontograma puede proporcionar una identificación más precisa y robusta en odontología forense. Al utilizar las características únicas de las rugas palatinas junto con la información dental detallada en el odontograma, los odontólogos forenses pueden mejorar la precisión en la identificación de un individuo (3).

Es importante destacar que la odontología forense no se limita solo a la identificación de individuos, sino que también puede proporcionar información sobre la edad, género, hábitos alimenticios, y posiblemente algunas condiciones médicas a través del análisis dental. En general, la combinación de diferentes herramientas y técnicas en odontología forense contribuye a la resolución de casos de identificación aplicando el Bioderecho.

Objetivo.

Determinar la importancia de las rugas palatinas y el odontograma con utilidad en odontología forense.

Metodología.

Se realiza un estudio de Diseño cualitativo, de revisión bibliográfica, se recopila información de diversos artículos científicos, para luego analizar y comparar y sacar conclusiones. Se investigó en revistas científicas como: Scielo, revista nacional de odontología, PubMed, Innovación & Saber, Elsevier y los seleccionados en Google Académico por palabras claves.

Criterios de inclusión

- Artículos que relacionen las rugosidades palatinas con la identificación de cadáveres

- Artículos de bases de datos de alto impacto
- Artículos de libre acceso
- Artículos que sean de los últimos 5 años

Criterios de exclusión

- Artículos que sean de fuentes no confiables
- Artículos que sean de más de 10 años de antigüedad.
- Artículos que no incluyan la identificación de cadáveres y su relación con rugas palatinas u odontograma.
- Artículos que no estén acorde al tema o tomen importancia a la odontología forense

Resultados.

Resultados de la búsqueda bibliográfica

Tabla1. Resultados de la búsqueda bibliográfica

Base de datos	Artículos identificados	Artículos incluidos	Artículos eliminados
INNOVACIÓN & SABER	1	1	0
Scielo	15	1	14
PubMed	20	0	20
Revista Nacional de odontología	24	0	24
Elsevier	23	1	22

Una manera de identificación forense y bioestadística, ante y post mortem, consiste en la historia clínica basada en aspectos fisiológicos y en variaciones adquiridas por la evolución o secuelas que ha dejado una enfermedad. La implementación de un método de identificación técnica que, partiendo del registro de las rugas palatinas de la boca, les permita a los peritos su identificación. Este método práctico, rápido, económico y efectivo en el proceso de identificación forense, si se aplica esta técnica se resolverían varias de los casos planteados por el derecho civil, penal y laboral, a partir de la odontología forense (4).

Se obtiene las rugas palatinas con impresiones del maxilar superior en yeso (físicamente) y fotográficamente (dibujo) se hace la clasificación de las rugosidades palatinas (5).

Se procede a dar un valor a cada una de las rugas designándolas de la manera como se propuso en la hoja para el levantamiento y clasificación. Para ello, se adoptó una

combinación de la clasificación planteada por los doctores Da Silva en 1934 y Basauri en 1961. Tales clasificaciones son conocidas dentro del medio odontológico.

Para registrar el patrón rugoscópico se utiliza la clasificación de Bassauri (1996), clasifico las rugas palatinas en dos grupos: Individual: tipos con valor de 0 a 5 y son punto, recta curva, ángulo, sinuosa, círculo. Compuesto: tipos con valor de 6 a 9 y son ye, cáliz, raqueta, rama. Valor de cada ruga según Bassauri (1996), punto (0), recta (1), curva (2), ángulo (3), sinuosa (4), circulo (5), ye (6), cáliz (7), raqueta (8), rama (9) [6,7].

Forma de las rugosidades más frecuentes para su descripción.

Identorrugograma



Figura 1. Identorrugograma

Forma de las rugosidades más frecuentes para su descripción

Designación rugoscópica		
Forma	Clasificación	Valor
	Punto	0
	Recta	1
	Curva	2
	Ángulo	3
	Sinuosa	4
	Círculo	5
	Ye	6
	Cáliz	7
	Raqueta	8
	Rama	9

Fuente: Med. leg. Heredia Jan. /Mar. 2014.

Figura 2. Formas de las rugosidades más frecuentes para su descripción

Cabe resaltar que en mujeres no se observa formas de rugas de tipo curva, y raqueta. Queda por verificar si este hallazgo es significativo para la diferenciación de sexo o si fue una casualidad.

Al analizar por separado el resultado de la rugoscopia de cada individuo, se observa variabilidad en cuanto a la forma y número de las rugas (8,9). Se puede considerar este criterio como un factor individualizante y único.

Se registró similitud en el número de rugas por lado estudiado (derecho e izquierdo).

La forma, número, distribución y longitud de las rugas palatinas sirven como un medio para la identificación individual que permite el reconocimiento de una persona en cualquier lugar del mundo. En tal sentido el estudio de Cortez et al. en 2007 se compara la eficiencia de dos técnicas rugoscópicas. López (1924) y Silva (1938) llegaron a la conclusión de que la técnica más accesible, eficaz y adecuada para la clasificación de las rugas palatinas era la propuesta por Da Silva debido a que eran el procedimiento más económico y de fácil realización (10). Por ende, la técnica ideal y apropiada para la identificación forense es larugoscopia. Los resultados coinciden con la efectividad y simplicidad de esta técnica ya que de manera sencilla se puede tener un registro individual de cada una de las rugas (11,12).

No se evidencian características morfológicas entre grupos Étnicos.

En un estudio denominado La odontología forense como aporte en el proceso de identificación humana en Ecuador, los resultados revelan que en el proceso de identificación humana es posible determinar la estatura del individuo mediante la aplicación del método Carrea. Además, que el odontograma es un instrumento útil en la comprobación y comparación de datos que, a diferencia de los métodos tradicionales, se centra en las características de la cavidad bucal (13,14,15).

El artículo de Susana J. evalúa la técnica rugopalatinoscópica desarrollada por el Dr. Julio Peñalver, enfocándose en su aplicabilidad y precisión en la identificación forense mediante el análisis de las rugas palatinas. La técnica se presenta como un método efectivo y no invasivo, con alta fiabilidad para diferenciar individuos gracias a la singularidad de los patrones rugales. La autora destaca su potencial en odontología legal, resaltando su factibilidad procedimental y ventajas en comparación con otras técnicas de identificación (16).

Conclusión.

- La disposición de las rugas es irrepetible y única, condiciones que deben ser tenidas en cuenta al momento de realizar una identificación humana, tal cual ocurre con las huellas dactilares.

- Se observa variabilidad en cuanto a la forma y número de las rugas
- de acuerdo a la edad, sexo, no se observa el aumento o disminución del número de rugas.
- Este método es aplicable a diferentes grupos poblacionales siempre y cuando se obtenga una base de datos pre y post mortem que permita la identificación positiva e individualizada de las personas.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación entre los autores con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

1. Rebeca D, Alondra M, Francisco G. La importancia de la Odontología Forense en la identificación de individuos. Revisión bibliográfica. Revista Mexicana de estomatología [Internet]. 2019, Jul. [citado el 9 de abril del 2024]; 6(1): pp. 59-63. Disponible en: <https://www.remexesto.com/index.php/remexesto/article/view/270>.
2. Sofía A, Brenda L, Sandro L. Evaluación de las rugas palatinas como método de identificación en pacientes de una clínica odontológica privada en el año 2021. Facultad de Estomatología [Internet]. 2022, May. [citado el 9 de abril del 2024]; 5(3): pp. 1-46. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/12193/Evaluacion_VelazcoArias_Sofia.pdf?sequence=1
3. Juan C. Odontología forense: la importancia de una base de datos de registros dentales en la comunidad de la UACJ como herramienta en identificación postmortem. UNMSM [Internet]. 2015, Febr. [citado el 2 de abril 2024]; 6(3): pp. 19. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/13721>
4. Lynda C. Comparación de la forma y número de rugas palatinas entre el género masculino y femenino en los estudiantes de la escuela de estomatología de la universidad señor de SIPÁN 2017. USS [Internet]. 2017, Mar. [citado el 7 de abril del 2024]; 5(2): pp. 3-57. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5686>
5. Juan T, Elver V. Implementación del método de identificación humana por rugas palatinas en los miembros de la Policía Nacional. INNOVACIÓN & SABER [Internet]. 2022, Dic. [citado el 3 de Abri. de 2024]; 5(1):pp. 60-69. Disponible en: [file:///D:/Downloads/132-Texto%20del%20art%C3%ADculo-390-1-10-20230731%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/132-Texto%20del%20art%C3%ADculo-390-1-10-20230731%20(1).pdf)

6. Arias E, et al. Identificación De Cadáveres, Mediante Carta Dental, Rugoscopía Y Queiloscopía. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD [Internet]. 2021, Jul. [citado el 10 de abril del 2024]; 3(2): pp. 1-46. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/491668454.pdf>
7. Pedraza M. Relación entre la morfología de las rugas palatinas y el factor de identificación del género en niños de 10-11 años de la IE 54010 Pueblo Libre– Abancay. Universidad Tecnológica de los Andes [Internet]. 2022, Jul. [citado el 3 de mayo del 2024]; 5(2): pp. 1-34. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/349>
8. Vigil S, Daniela S. Técnicas rugoscópicas en el proceso de identificación humana. UNMSM [internet]. 2015, Ene. [citado el 6 de abril de 2024]; 2(3): pp. 1-100. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/13721>
9. Jessica E. Valor forense de las rugas palatinas en la identificación de adultos masculinos caucásicos y mestizos. UNACH [Internet]. 2023, Mar. [citado el 3 de abril del 2024]; 3(2): pp. 1-23. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10485>.
10. Lorena V. Conformación de base de datos de estructuras bucodentales bidimensional y tridimensional de los alumnos de la Licenciatura en Ciencia Forense. CUAIEED [Internet]. 2016, may. [citado el 28 de marzo del 2024]; 1(2): pp. 14-60. Disponible en: <http://www.innovacioneducativa.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/6980>
11. Martínez M. Estado del arte sobre investigaciones publicadas en artículos de revistas indexadas en Colombia sobre la odontología forense en las últimas dos décadas: hacia una propuesta de nuevas áreas de investigación. Universidad de Medellín [Internet]. 2023, Agos. [citado el 12 de abril del 2024]; 5 (7): pp. 4-15. Disponible en: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/7816>.
12. Ángel T. Análisis rugoscópico para la identificación de género con fines forenses. UNACH [Internet]. 2021, Mar. [citado el 9 de abril del 2024]; 4(2): pp. 1-26. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7475>
13. Fabian P. "La odontología forense como aporte en el proceso de identificación humana en Ecuador." INNOVACIÓN & SABER [Internet]. 2022, Dic. [citado el 3 de Abri. de 2024]; 5(1): pp. 47-52. Disponible en:

<https://innovacionysaber.isupol.edu.ec/index.php/innovacion/article/view/133/208>

14. Daniel V. Características de las Rugas Palatinas para la Identificación del Género en Pacientes con Prótesis Total Removible en la Clínica Odontológica de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa. 2015. Repositorio de tesis UCSM [Internet]. 2015, Ene. [citado el 7 de abril del 2024]; 3(3): pp.1-68 2015. Disponible en:
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1706520-ff4b-488f-94bf-6e9d3eaa794c/content>
15. Jerling D. Tipo y Frecuencia de Rugas Palatinas según Sexo en Alumnos de Nivel Secundario de la Institución Educativa Bryce Mollendo. Universidad Católica de Santa María [Internet]. 2017, Jul. [citado el 9 de abril del 2024]; 3(2): pp. 1-68. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/a2a35242-593c-4b3e-bca2-e90904d8d9fa>
16. Susana J. Factibilidad procedimental de la técnica rugopalatinoscópica elaborada por el Dr. Julio Peñalver. 2011. UNMSM [Internet]. 2011, May. [citado el 10 de abril del 2024]; 5(1): pp. 1-58. Disponible en:
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/20.500.12672/2783/1/Jorge_bs.pdf

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.





Indexaciones



El reconocimiento facial como instrumento de investigación y prevención del delito

Facial recognition as a crime investigation and prevention instrument

- ¹ Celso Estalin Garcia Silva  <https://orcid.org/0009-0009-9297-6177>
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador.
Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses
estalingarcia4@gmail.com
- ² Jose David Mazon Loaiza  <https://orcid.org/0000-0003-0541-1119>
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador.
Docente de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses
josedavidm269@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 28/10/2024

Revisado: 04/11/2024

Aceptado: 08/11/2024

Publicado: 11/12/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3255>

Cítese:

García Silva, C. E., & Mazon Loaiza, J. D. (2024). El reconocimiento facial como instrumento de investigación y prevención del delito. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 274-291. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3255>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Facial, delito,
laboratorio, método,
escáner

Resumen

Introducción. El escáner facial es una herramienta que permite crear una imagen digital en 3D de la cara y dentadura del individuo, facilitando el análisis de su estructura facial para optimizar resultados estéticos. Este dispositivo supera las limitaciones de los métodos directos, que requieren instrumentos manuales y la cooperación del individuo, al ofrecer una forma rápida y precisa de capturar la información en tres dimensiones. **Objetivo.** Investigar la importancia y el impacto de la tecnología de escaneo facial en el ámbito forense mediante la exploración bibliográfica de sus aplicaciones, ventajas, limitaciones para establecer su contribución al estudio del delito. **Metodología.** La investigación presentada emplea una metodología documental con diseño bibliográfico, enfocada en la recopilación y análisis de información sobre el uso del escáner facial en investigaciones forenses. El estudio se basa en la revisión crítica de artículos científicos y publicaciones académicas relevantes, utilizando bases de datos como PubMed, Scopus y Google Scholar, y herramientas como Mendeley para organizar las referencias. Se seleccionaron 13 artículos científicos bajo criterios específicos, tales como la relevancia para las aplicaciones forenses del escáner facial, su publicación en los últimos 10 años, su revisión por pares y su accesibilidad. **Resultados.** En cuanto a los resultados, se detalla la historia del escáner facial, que comenzó en la década de 1960 con los primeros intentos de identificación a través de características faciales. Aunque los primeros avances fueron limitados, con el tiempo, el desarrollo de la informática y los algoritmos de reconocimiento facial permitió que la tecnología evolucionara, mejorando su precisión y acceso. Actualmente, el escáner facial es una herramienta clave no solo en la seguridad y el control de acceso, sino también en la identificación en investigaciones forenses. **Conclusión.** El escáner facial es una herramienta clave en la identificación de individuos en investigaciones forenses, destacándose por su alta precisión y capacidad para generar imágenes tridimensionales detalladas del rostro. Esta tecnología supera las limitaciones de métodos tradicionales como el análisis de ADN y huellas dactilares, especialmente en situaciones en las que estos métodos no son

aplicables debido a la falta de tejido o a condiciones que no permiten su recolección adecuada. Gracias a su alta precisión, los escáneres faciales 3D pueden comparar las imágenes obtenidas con bases de datos faciales, lo que facilita una identificación rápida y confiable en contextos criminales, mejorando así la eficiencia en la resolución de casos forenses.

Área de estudio general: Ciencias Forenses. **Área de estudio específica:** Odontología Forense. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Keywords:

Facial, crime, laboratory, method, scanner

Abstract

Introduction. The facial scanner is a tool that allows the creation of a 3D digital image of the patient's face and teeth, facilitating the analysis of their facial structure to optimize aesthetic results. This device overcomes the limitations of direct methods, which require manual instruments and the patient's cooperation, by offering a fast and accurate way of capturing information in three dimensions. **Objective.** To investigate the importance and impact of facial scanning technology in the forensic field by means of a bibliographical exploration of its applications, advantages, and limitations to establish its contribution to the study of crime. **Methodology.** The research presented uses a documentary methodology with a bibliographic design, focused on the collection and analysis of information on the use of facial scanners in forensic investigations. The study is based on the critical review of scientific articles and relevant academic publications, using databases such as PubMed, Scopus, and Google Scholar, and tools such as Mendeley to organize the references. 15 scientific articles were selected under specific criteria, such as relevance to forensic applications of facial scanning, publication in the last 10 years, peer review, and accessibility. **Results.** As for the results, the history of facial scanning is detailed, which began in the 1960s with the first attempts at identification through facial features. Although the first advances were limited, over time, the development of computer science and facial recognition algorithms allowed the technology to evolve, improving its accuracy and access. Today, the facial scanner is a key tool not only in security and access control, but also in identification in forensic investigations. **Conclusion.** The

facial scanner is a key tool in the identification of individuals in forensic investigations, standing out for its high accuracy and ability to generate detailed three-dimensional images of the face. This technology overcomes the limitations of traditional methods such as DNA and fingerprint analysis, especially in situations where these methods are not applicable due to lack of tissue or conditions that do not allow for its proper collection. Thanks to their high precision, 3D facial scanners can compare the images obtained with facial databases, facilitating rapid and reliable identification in criminal contexts, thus improving efficiency in solving forensic cases. **General area of study:** Forensic Sciences. **Specific area of study:** Forensic Dentistry. **Type of study:** Original articles.

1. Introducción

En las últimas décadas, el avance de la tecnología en el ámbito forense ha dado lugar a herramientas innovadoras para la identificación y análisis de personas en contextos legales y criminalísticos. El escáner facial es una técnica basada en el reconocimiento tridimensional del rostro humano, ha emergido como una herramienta crucial para el análisis forense, proporcionando resultados de alta precisión y minimizando errores asociados a métodos tradicionales de identificación.

En algunos estudios realizados anteriormente, se habla que el reconocimiento facial se ha convertido en uno de las aplicaciones más estudiadas en campos como la biometría, el procesamiento de imagen o el reconocimiento de patrones (1). Es un aparato que reproduce una muestra digital en 3D de la cara y la dentadura del paciente con información sobre diferentes aspectos relacionados con la armonía del rostro. Estos datos nos sirven para realizar un análisis fisiológico del paciente, realizando las mediciones necesarias y establecer cuál es el mejor resultado a nivel estético según sus rasgos. Una de las razones que ha llevado a este crecimiento son las necesidades cada vez mayores de aplicaciones de seguridad y vigilancia utilizadas en diferentes ámbitos.

En el ámbito de la investigación criminal, donde cada detalle es crucial para resolver un caso, la identificación precisa de individuos resulta fundamental. Este estudio se centra en la necesidad de superar las limitaciones actuales de los métodos de identificación, especialmente en situaciones donde la apariencia física ha sido modificada, ya sea por causas naturales o intencionales.

La identificación forense precisa es un desafío constante en el ámbito de la seguridad pública. Este estudio propone el uso de tecnologías avanzadas de escaneo facial como una solución innovadora para mejorar la precisión y fiabilidad de los sistemas de identificación. El carácter no invasivo y la alta precisión del escaneo facial lo convierten en una herramienta prometedora, especialmente en casos donde el reconocimiento facial tradicional encuentra limitaciones.

El objetivo principal de este estudio es investigar la importancia y el impacto de la tecnología de escaneo facial en el ámbito forense mediante la exploración bibliográfica de sus aplicaciones, ventajas y limitaciones para establecer su contribución al estudio del delito. En este estudio se busca analizar el fundamento del escáner facial, y los distintos métodos de reconocimiento en el ámbito forense, evaluando sus diversos usos y aplicaciones incluso más allá del ámbito forense, reconociendo como se integra en otros sectores.

2. Metodología

La metodología escogida fue de tipo documental, con diseño bibliográfico, utilizando para ello la compilación de información a través de la revisión de la bibliografía mediante análisis crítico, de contenido y comparativo de los documentos consultados, con una perspectiva descriptiva.

Se emplearon técnicas de análisis documental y revisión bibliográfica, para lo cual se utilizaron bases de datos académicas como PubMed, Scopus y Google Scholar, además de herramientas de gestión bibliográfica como Mendeley para organizar las referencias.

La población de estudio está compuesta por artículos científicos y publicaciones académicas sobre el uso del escáner facial en investigaciones forenses. La muestra se seleccionó de acuerdo con criterios específicos, incluyendo relevancia y rigor científico, resultando en un total de 13 artículos revisados.

2.1. Criterios de inclusión

Se incluyeron estudios que:

- Trataran sobre aplicaciones forenses del escáner facial.
- Estuvieran publicados en los últimos 10 años.
- Fueran revisados por pares y de acceso abierto o accesibles a través de bibliotecas académicas.
- Presentaran resultados empíricos o análisis de casos.

2.2. Criterios de exclusión

Se excluyeron estudios que:

- No abordaran el escáner facial en un contexto forense.
- Fueran trabajos de opinión, reseñas no sistemáticas o artículos no revisados por pares.
- No estuvieran disponibles en inglés o español.
- Presentaran datos obsoletos o irrelevantes para el objetivo de la investigación.

3. Resultados

En el análisis facial, se examinan diversas características y patrones del rostro humano con el objetivo de identificar rasgos significativos que puedan aportar información sobre emociones, identidad, salud o incluso posibles características psicológicas. Los resultados obtenidos en este tipo de análisis pueden ofrecer una comprensión más profunda de las expresiones faciales, los movimientos musculares y las posibles correlaciones entre el rostro y factores internos o externos. A continuación, se presentan los principales hallazgos derivados del estudio facial realizado, destacando las observaciones clave y sus implicaciones.

¿Qué es un escáner facial?

El escáner facial es un aparato que reproduce una muestra digital en 3D de la cara y la dentadura del paciente con información sobre diferentes aspectos relacionados con la armonía del rostro. Estos datos nos sirven para realizar un análisis fisiológico del paciente, realizando las mediciones necesarias y establecer cuál es el mejor resultado a nivel estético según sus rasgos (2, 3).

3.1. Fundamento

Para el análisis facial, el profesional puede utilizar métodos directos, evaluándolo directamente sobre la cara del paciente, o métodos indirectos, tomando registros a partir de los cuales realizará las observaciones que considere oportunas. Cuando se utiliza el método directo, será necesario emplear un calibre, un compás o un transportador de ángulos. Este método ha sido validado tras su utilización durante años, pero tiene el inconveniente de que la recogida de datos es un proceso más lento y requiere de la cooperación del paciente (3, 4).

En cuanto al método indirecto, se pueden emplear métodos de visualización en 2D, como la fotografía o la fotogrametría, o métodos de visualización tridimensionales como el escáner facial para obtener registros sobre los cuales realizar las mediciones necesarias. Estos métodos han surgido con el fin de solucionar los inconvenientes que suponía el método directo (4).

Existen escáneres que, a través de diferentes vías de captación, permiten obtener registros del paciente, y elevando la calidad de los registros desde las dos hasta las tres

dimensiones. Al hacer un solo registro en 3D, ya no es necesario hacer varias fotografías desde diferentes ángulos o puntos de vista para evaluar al paciente. Un escáner facial 3D es una herramienta de medida por la cual se consigue un modelo facial tridimensional a través de un procedimiento de escaneado relativamente corto. Existen una variedad de escáneres faciales frecuentemente utilizados en el laboratorio y en la clínica (4).

El principio de operación de los dispositivos de visualización de superficie 3D, se basa fundamentalmente en tres tecnologías: luz estructurada, láser y estereofotogrametría. Los escáneres ópticos tanto el láser como el de luz estructurada, no requieren contacto físico y no se verán afectados por la densidad del objeto escaneado. Además, tienden a escanear más rápido que los de contacto. Sin embargo, el escáner por contacto no se verá afectado si el objeto a escanear tiene brillos o reflejos, mientras que los ópticos sí pueden tener dificultades captando zonas con dichas propiedades (4).

3.2. Historia del escáner facial

El desarrollo del escáner facial comenzó en la década de 1960, cuando investigadores comenzaron a explorar métodos para identificar a las personas basándose en características faciales únicas. Inicialmente, los avances fueron limitados y las tecnologías eran rudimentarias, pero en las décadas siguientes se mejoraron gracias a los avances en procesamiento de imágenes y algoritmos de reconocimiento. A medida que la informática y la inteligencia artificial avanzaron, los sistemas de escaneo facial se hicieron más precisos y accesibles, llegando a ser utilizados en diversas aplicaciones como la seguridad, el control de acceso y la identificación en dispositivos móviles, transformándose en una herramienta clave en la tecnología moderna (5, 6).

LÍNEA DE TIEMPO EN RECONOCIMIENTO FACIAL

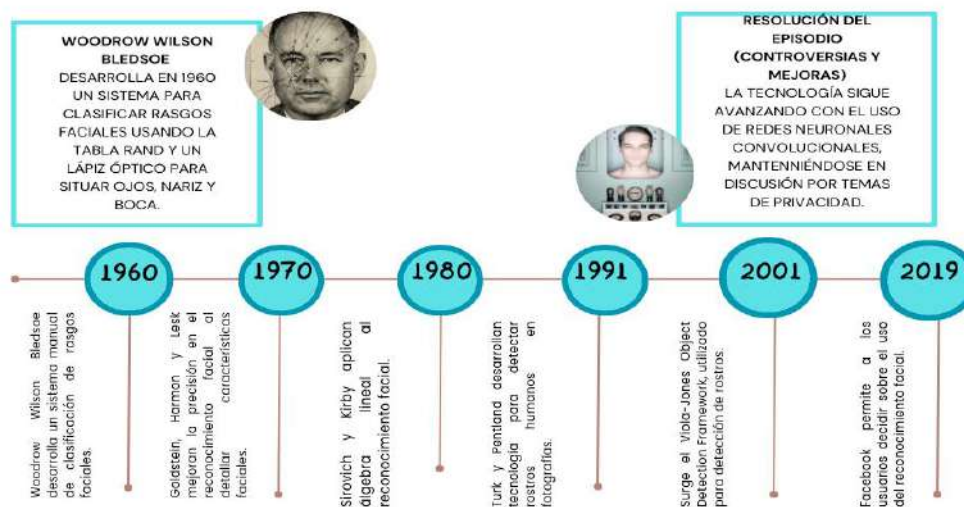


Figura 1. Línea de tiempo en reconocimiento facial. Fuente: Taskiran et al. (7)

3.3. Aplicaciones

Según la recopilación realizada por Lee et al. (8), existen varios mecanismos de escaneo facial, entre los que se encuentran: fotogrametría, estereofotogrametría, escaneo de luz estructurada y escaneo láser.

Existen dos metodologías aplicadas, el método pasivo en el cual se utiliza el rostro escaneado por dos o más fotografías; y el método activo que utiliza sensores 3D para capturar patrones de luz por triangulación, sin importar el método, el escáner facial presenta varias ventajas al ser no invasivo, preciso y reproducible (8).

La fotogrametría obtiene información de múltiples fotografías que se sintetizan en una imagen 3D, al igual que la estereofotogrametría, se obtienen los datos de un objeto fotografiado en dos planos, permitiendo calcular la distancia, área de la superficie y volumen. Sin embargo, esta tecnología es sensible a la luz ambiental, necesita de un software calibrado para convertir las imágenes 2D a 3D y carece de habilidad de detectar con precisión el cabello, brillo en las superficies o en la piel, a pesar de ello, los programas pueden ser utilizados en el campo médico y odontológico, desarrollo de identificación facial para celulares inteligentes, desarrollo de personajes para videos juegos y películas, y ser aplicados para el estudio de imagen de cuello y cabeza (8).

El escáner de luz estructurada utiliza la triangulación trigonométrica para capturar patrones de luz y obtener una figura 3D del rostro de un sujeto, es un método más rápido, preciso y reproducible. Se puede aplicar en el campo de la odontología para el desarrollo de prótesis dentales, modelos faciales, además puede ser aplicado para ingeniería y artes plásticas (8).

El escáner de láser utiliza tecnología similar al escáner de luz, capturando la reflexión del láser sobre la superficie del objeto a ser escaneado, detectando la forma y distancia en tres dimensiones, para un escaneo completo es necesario que existan múltiples y consecutivos escaneos en varias posiciones. Puede ser aplicado en ingeniería para sistemas de inspección y medida, y en odontología para el desarrollo de prótesis dentales.

3.4. Aplicaciones dentro de medicina y odontología

En odontología, un escáner facial puede proveer información necesaria del paciente como su historia, registros dentales, posibles lesiones y la opción de elegir y programar tratamientos óptimos, como la obtención de prótesis o cirugía. La creación de un paciente virtual recoge información del escáner facial e información adicional de tejido extraoral y estructura facial por medio del uso del arco facial, escáner intraoral y tomografía computarizada, esta información se sintetiza en un modelo 3D con condiciones estáticas, permitiendo la simulación del tratamiento, manejo de las expectativas del paciente y facilita la comunicación efectiva entre diferentes áreas de tratamiento (8, 9). Las

aplicaciones futuras involucran el desarrollo de inteligencias artificiales para el control y automatización de los softwares utilizados.

Además, el escáner facial se puede aplicar para una serie de disciplinas medicas como cirugía maxilofacial, ortodoncia, prótesis, seguridad biométrica y odontología forense.

Por ejemplo, el uso de los escáneres faciales ayuda a el diagnóstico de la apnea obstructiva del sueño, caracterizada por la interrupción parcial o completa de las vías respiratorias durante el sueño, la detección de una correlación cráneo-facial y el colapso de las vías respiratorias se puede identificar en base de imágenes 2D (8).

3.5. Otras aplicaciones

Los escáneres faciales tienen una variedad de aplicaciones fuera del campo de la medicina, los más conocidos son en uso del reconocimiento facial y sistemas biométricos aplicados en la actualidad en celulares inteligentes y otras áreas, creación de videojuegos de realidad aumentada, animación y cine para personajes digitales, en la industria de la moda para el diseño virtual, análisis facial de las emociones en el ámbito de la psicología y educación (5).

3.6. Aplicaciones en forense

El uso de escáneres faciales en medicina forense ha avanzado notablemente, ya que estas herramientas se emplean en varias áreas clave debido a su precisión y capacidad de análisis detallado, algunas aplicaciones incluyen (8):

- *Reconstrucción facial:* los escáneres faciales permiten reconstruir rostros a partir de cráneos, ayudando a identificar personas fallecidas en casos donde los tejidos blandos están dañados, la reconstrucción digital 3D está basada en medidas anatómicas aproximadas para compararla con bases de datos de desaparecidos.
- *Identificación de personas:* ayudan a identificar cuerpos que aún conservan tejido blando, los escaneos 3D del rostro pueden compararse con fotografías o bases de datos y pueden detectar coincidencias en características faciales.
- *Análisis de lesiones faciales:* los escáneres permiten documentar y analizar en 3D lesiones en el rostro de una víctima, ayuda a reconstruir eventos en casos de violencia, estos datos pueden usarse en investigaciones criminales y como evidencia ante tribunales (6).
- *Estimación de edad y perfil biológico:* a partir del análisis facial, es posible hacer estimaciones sobre edad, sexo y origen étnico del individuo, lo que puede facilitar la identificación preliminar en situaciones forenses.
- *Reconstrucción de escenas de crimen:* en algunos casos el análisis facial se integra en la reconstrucción de escenas, por ejemplo, los escaneos 3D permiten situar a la

víctima en una posición exacta en el lugar del crimen, ayudando a inferir ángulos de impacto en casos de heridas (6).

3.7. Limitaciones

El reconocimiento facial tiene varias limitaciones debido al desarrollo de la tecnología. Por un lado, las cámaras son muy sensibles a la calidad de las imágenes capturadas, lo que a menudo conduce a distorsiones de la realidad. Dado que esta identificación se basa en similitudes o diferencias entre las dos imágenes, es necesario saber determinar si estas diferencias se deben a que son dos personas diferentes, o si están relacionadas con las condiciones en las que se produjeron las imágenes, lente, enfoque a distancia (10).

Además, se producen limitaciones en cuanto a la posición de la cara, que debe ser preferiblemente de frente y no más de una curvatura de 15 grados; a su vez no reconoce muchas expresiones por lo que se recomienda que la expresión de la cara sea neutra para ser reconocida, con lo que una simple sonrisa, o una persona estrábica o con los ojos cerrados no podrían ser nunca identificadas por el programa informático en adición la edad de la persona en cuestión también puede afectar en el proceso. Otras de las limitaciones existentes se basan en el ángulo por el que entre la luz en la foto y a que no reconoce objetos extraños como gafas o barbas (10, 11).

3.8. Comparación con otros métodos

El escáner facial es un método biométrico accesible y no invasivo que permite identificar a una persona a través de sus características faciales, lo cual lo hace útil en situaciones donde se dispone de imágenes o videos. Sin embargo, su precisión puede verse afectada por factores como la iluminación, el ángulo o la calidad de la imagen, comparado con otros métodos biométricos como las huellas dactilares, que son altamente precisas y ampliamente utilizadas en la ciencias forenses, el reconocimiento facial tiene menos fiabilidad, por ello las huellas dactilares siguen siendo uno de los métodos más confiables, ya que el patrón único de huellas que no cambia a lo largo del tiempo, aunque este método requiere contacto físico y no siempre es posible obtener muestras en todas las escenas del crimen (12).

Otros métodos biométricos como el análisis de la voz, aunque fácil de obtener, puede verse afectado por el ruido de fondo y las variaciones en la salud de la persona. El análisis del iris y la retina es muy preciso, pero es más invasivo y requiere condiciones específicas para su captura.

Tabla 1. Comparación de métodos biométricos





Métodos Biométricos	Características	Ventajas	Desventajas
Reconocimiento facial 	Ubicación y forma de los atributos faciales. Combinación ponderada de una serie de caras canónicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Puede operar en imágenes simples en 2D o en 3D en imágenes estáticas en películas. • Precisión razonable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión dependiente de la adquisición controlada (fondo, luz). • Sensibilidad a cambios simples (gafas, vello facial, emociones, edad)
Huellas dactilares 	Patrón de textura determinado por las crestas y valles intercalados en la punta de un dedo.	<ul style="list-style-type: none"> • Biometría más utilizada. • Tecnología madura • Precisión de coincidencia relativamente alta • Bajo costo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor dedicado que requiere ser tocado y mantenido. • Los sensores pueden ser engañados con huellas dactilares falsificadas.
Geometría de las manos 	Estructura geométrica de la mano (altura, ancho, grosor y superficie del dorso de la mano y de los dedos).	<ul style="list-style-type: none"> • El sensor de adquisición puede funcionar en entornos muy difíciles. • Fácil de usar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Características distintivas medias. • Baja precisión • Alto costo en comparación con otras modalidades
Reconocimiento del iris 	Patrón de textura del iris (parte coloreada del ojo)	<ul style="list-style-type: none"> • Alta precisión. • Difícil de engañar (incluso con lentes o iris muerto). 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja aceptabilidad por parte del usuario (incomodidad física) • Los costos suelen ser altos.

Tabla 1. Comparación de métodos biométricos (continuación)





Métodos Biométricos	Características	Ventajas	Desventajas
<p>Reconocimiento de la voz</p> 	<p>Aspectos distintivos de la voz pueden combinarse con otros aspectos físicos como tractos vocales, boca, cavidades nasales y labios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de uso. • Bajo costo. • Interfaz sencilla con frases y palabras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja precisión • Posibilidad de elusión por parte de personas expertas en imitación. • Puede verse afectado por las condiciones de grabación, ruido • Sensible a los cambios de voz
<p>Firma</p> 	<p>La forma en que una persona firma: movimiento de la mano más imagen de la firma.</p>	<p>Aceptado en transacciones gubernamentales, legales y comerciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede verse afectado por condiciones físicas y emocionales • Variabilidad significativa entre usuarios
<p>Otogramas de las orejas</p> 	<p>La apariencia, estructura y morfología del oído humano definen marcas auriculares individuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimamente afectado por cambios en la expresión facial • Adquisición sin contacto explícito con el sensor 	<ul style="list-style-type: none"> • Oclusión de la oreja debido al cabello del sujeto. • Afectado por modificaciones en la oreja como perforaciones.
<p>Análisis de movimientos o forma de caminar</p> 	<p>La manera en que una persona camina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación basada en la distancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja precisión • Puede verse afectada por el calzado, la naturaleza de la ropa, las afecciones de las piernas y la superficie sobre la que se camina.

Tabla 1. Comparación de métodos biométricos (continuación)

Métodos Biométricos	Características	Ventajas	Desventajas
Análisis de ADN	Código genético	<ul style="list-style-type: none"> Más utilizado para aplicaciones forenses. Ideal para determinar la relación de paternidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere operaciones químicas con habilidades específicas. Dos gemelos tienen la misma secuencia de ADN.



Fuente: Modalidades más utilizadas en los sistemas de reconocimiento en términos de principios, ventajas y desventajas (12 - 14)

4. Discusión

Los diferentes métodos biométricos incluyen medidas biológicas o características físicas que se pueden emplear para identificar a las personas, y se incardina en el nuevo paradigma algorítmico en el que vivimos; una sociedad con la hipervaloración de los datos, favoreciendo su obtención y explotación. Por otro lado, su uso se limitó al ADN y a la comprobación de las huellas digitales, especialmente en materia criminal, con una enorme incidencia en la investigación (penal y civil) y en la prueba.

Según Jain & Ross (14), indican que los dispositivos de escáner están disponibles para un análisis de ADN, ya que se convierte en una modalidad biométrica factible incluso si su aplicación se utilice indistintamente (14), de la misma forma para Haddrill (15) el análisis de ADN de pruebas biológicas es beneficioso para la investigaciones, sin embargo, debido a algunos factores estos pueden tener un valor limitado, de tal modo que no todos los elementos biométricos son equivalentes y el índice de diferenciación de una persona frente a otra es diverso en función del tipo de biometría utilizada (15).

Como, por ejemplo, en los sistemas biométricos de reconocimiento utilizan un dato y lo comparan con una lista o base de datos, como sucede con las bases de datos criminales, mientras que los sistemas biométricos de verificación sólo utilizan un dato comparándolo con el mismo dato previamente almacenado, como es el caso de las bases migratorias (16).

En estudios realizado por Jain & Ross (14) se evidencia que el uso de los escáneres faciales crea un impacto significativo en la sociedad, y desempeña un papel fundamental en las aplicaciones de la ley como herramienta de investigación y en pruebas forenses (14), al contrario de lo mencionado Freire (17) informa con gran preocupación que este tipo de tecnologías crea desacuerdos civiles, debido al uso de la caracterización facial para detectar los marcadores de identidad (17).

Para Álvarez et al. (18), una de las modernas posibilidades que se presentan, asociada a la técnica de captación de imágenes, es el uso de datos biométricos; en concreto, nos referiremos aquí al empleo de procedimientos de análisis de los rasgos faciales de un individuo: el reconocimiento facial, también llamado «reconocimiento biométrico de los rostros de las personas». Se trataría de extraer esta clase de datos de las imágenes del autor de un hecho delictivo que hayan sido captadas previamente en el ejercicio de la videovigilancia preventiva o investigativa, para posteriormente someter tales datos a determinados procesos de análisis que desemboquen en la determinación, con un elevado grado de certeza, de la identidad de esa persona (18), el reconocimiento facial en una imagen o video, es un tema que ha sido investigado y desarrollado en los últimos años. Sin embargo, continúa siendo una tarea abierta con grandes complejidades, desde el punto de vista científico y económico. Se investiga para desarrollar o mejorar técnicas y algoritmos que permitan tener mayor efectividad que las existentes y presentar menores costos computacionales (18).

5. Conclusiones

- El escáner facial comprende una herramienta de utilidad en la identificación de individuos en contextos forenses, representando una técnica de alta precisión con la capacidad de producir imágenes tridimensionales detalladas de rostro. Esta tecnología supera limitación de métodos tradicionales como ADN y huellas dactilares que suelen no ser aplicables en ciertas situaciones como falta de tejido en condiciones adecuadas. La alta precisión de los escáneres fáciles 3D permite la comparación con bases de datos fáciles, lo cual es crucial en situaciones de identificación rápido y confiable en investigaciones criminales, produciendo una mayor eficacia en la resolución de casos forenses.
- En cuanto a las aplicaciones, el escáner facial en la medicina forense presenta aplicaciones diversas y de suma importancia. Entre ellas se encuentra la reconstrucción facial, que permite recrear la fisonomía de un individuo a partir de restos óseos, facilitando la identificación en casos de desapariciones o víctimas de desastres. Otra aplicación es el análisis de lesiones faciales para reconstruir eventos violentos, proporcionando evidencia visual que pueden ser utilizadas como pruebas en tribunales. Además, esta tecnología permite realizar estimaciones de edad, género y perfil biológico del individuo a partir de la estructura facial, comprendiendo una técnica de identificación preliminar en investigaciones forenses.
- Al comparar el escáner facial con otros métodos biométricos en criminalística, se puede concluir que este método ofrece un balance entre precisión, flexibilidad y aplicabilidad sin la necesidad de contacto físico o invasión. El escáner facial permite el reconocimiento a partir de imágenes 2D o 3D y puede operar a distancia. Sin embargo, el escáner facial puede ser inexacto frente a alteraciones

en la apariencia del sujeto (uso de gafas, expresiones, envejecimiento), desventajas que, en otros métodos, como el reconocimiento de iris o huellas dactilares, no están presente. El escáner facial debe ser utilizado en situaciones donde se necesita rapidez y adaptabilidad, posteriormente otros métodos biométricos pueden complementar la investigación para obtener una exactitud absoluta.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias bibliográficas

1. Hernández RG. Estudio de técnicas de reconocimiento facial. Universitat Politècnica de Catalunya [Internet]. 2010 [cited 2024 Ago.16]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9782/PFC_RogerGimeno.pdf
2. Martínez PP. Escáner facial: ¿qué ventajas aporta en los tratamientos dentales? Ferrus & Bratos Odontología Especializada [Internet]. 2022 [cited 2024 Ago.16]. Disponible en: <https://www.clinicaferrusbratos.com/tecnologia/escaner-facial/>
3. Azis A, Nurlia AA, Bachrul A, Rambe KM, Syahputra AR. Facial recognition technology: a multinational analysis of regulatory framework, ethics, and legal implications in security and privacy. International Journal of Science and Society - IJSOC [Internet]. 2023 [cited 2024 Ago.16]; 5(4): 498-510. Available from: <https://ijsoc.goacademica.com/index.php/ijsoc/article/view/808>
4. Celis Trigo J. El escáner facial como instrumento para realizar mediciones estéticas del tercio inferior, en comparación con otros sistemas de medición [Tesis de maestría, Universidad Complutense Madrid, España] [Internet]. 2021 [cited 2024 Ago.16]. Disponible en: <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/d045b85f-632f-490f-aa3e-3079473e881e/content>
5. Qinjun L, Tianwei C, Yan Z, Yuying W. Facial recognition technology: a

- comprehensive overview. *Academic Journal of Computing & Information Science* [Internet]. 2023 [cited 2024 Ago.16]; 6(7): 15-26. Available from: <https://doi.org/10.25236/ajcis.2023.060703>
6. Adjabi I, Ouahabi A, Benzaoui A, Taleb-Ahmed A. Past, present, and future of face recognition: a review. *Electron* [Internet]. 2020 [cited 2024 Ago.16];9(8):1–53. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/8/1188>.
<https://doi.org/10.3390/electronics9081188>
 7. Taskiran M, Kahraman N, Erdem CE. Face recognition: past, present, and future (a review). *Digit Signal Process* [Internet]. 2020 [cited 2024 Ago.16];106. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1051200420301548>.
<https://doi.org/10.1016/j.dsp.2020.102809>
 8. Lee JD, Nguyen O, Lin Y-C, Luu D, Kim S, Amini A, Lee SJ. Facial scanners in dentistry: an overview. *Prosthesis* [Internet]. 2022 [cited 2024 Ago.16]; 4(4):664-678. <https://doi.org/10.3390/prosthesis4040053>
 9. Major M, Mészáros B, Würsching T, Polyák M, Kammerhofer G, Németh Z, Szabó G, Nagy K. Evaluation of a structured light scanner for 3d facial imaging: a comparative study with direct anthropometry. *Sensors* [Internet]. 2024 [cited 2024 Ago.16];24(16): 5286. Disponible en:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11358891/#sec1-sensors-24-05286>
 10. Bueno de Mata F. Biometria e Investigacion Criminal. *Revista Eletrônica de Direito Processual – REDP* [Internet]. 2020 [cited 2024 Ago.16];14(21):121–134. Disponible en: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/redp/article/download/54200/34874/185607>
 11. Waelen RA. The struggle for recognition in the age of facial recognition technology. *AI Ethics* [Internet]. 2023 [cited 2024 Ago.16];3:215–222. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43681-022-00146-8>
 12. Martins N, Silva JS, Bernardino A. Fingerprint Recognition in Forensic Scenarios. *Sensors* [Internet]. 2024 [cited 2024 Ago.16];24(2): 664. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10819264/>
 13. Belhadj F. Biometric system for identification and authentication [Doctoral dissertation, Computer Vision and Pattern Recognition. Ecole nationale Supérieure en Informatique Alger, 2017] [Internet]. 2017 [cited 2024 Ago.16]. Disponible en: https://hal.science/tel-01456829v1/file/BELHADJ_Final%20thesis_2017.pdf

14. Jain AK, Ross A. Bridging the gap: from biometrics to forensics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A – Journals* [Internet]. 2015 [cited 2024 Ago.16]; B (370). Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4580999/pdf/rstb20140254.pdf>
15. Haddrill PR. Developments in forensic DNA analysis. *Emerging Topics in Life Sciences* [Internet]. 2021 [cited 2024 Ago.16];5:381–393. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8457771/pdf/ETLS-5-381.pdf>
16. Barona S. Tecnología biométrica y datos biométricos. Bondades y peligros. No todo vale. *Actualidad Jurídica Iberoamericana* [Internet]. 2024 [cited 2024 Ago.16]; 21:298–331. Disponible en: https://revista-aji.com/wp-content/uploads/2024/07/AJI21_Art11.pdf
17. Freire Montero AF. El reconocimiento facial como instrumento de investigación y prevención del delito. *Anuario da Facultade de Dereito da Universidade da Coruña* [Internet]. 2022 [cited 2024 Ago.16];26:64–88. Disponible en: <https://doi.org/10.17979/afdudc.2022.26.0.9145>
18. Álvarez Navarro A, Marañón Reyes EJ, Orozco Morales R. Revisión de los métodos de reconocimiento facial en imágenes RGB-D adquiridas mediante un sensor Kinect. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* [Internet]. 2022 [cited 2024 Ago.16];16(2):157–187. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-1892022000200157

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones

