

# Modelos de identificación lofoscópica aplicados a la investigación pericial

*Dactyloscopic Identification Models Applied to Forensic Investigation*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20327791>

**AUTORES:** Escarleth Alexandra Lucio Garcia<sup>1</sup>

Jhosenka Yalitzá Manobanda Manobanda<sup>2</sup>

Arely Fernanda Suarez Tello<sup>3</sup>

Francisco David Sánchez Macías<sup>4</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [escarleth.lucio@ueb.edu.ec](mailto:escarleth.lucio@ueb.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 09 / 09 / 2025

**Fecha de aceptación:** 16 / 11 / 2025

## RESUMEN

Este trabajo ofrece una panorámica desde la lofoscopia como una herramienta técnico-científica dentro de la rama de la criminalística hacia la identificación humana y la investigación de carácter penal. La existencia de esta identificación forense a partir de huellas dactilares cierra una de las grandes grietas que tienen las ciencias forenses, dando que hay dificultades en la toma de evidencias, en la preservación, en el análisis y en la interpretación de los datos en escenarios contenciosos. Para ver de actualidad las contribuciones y limitaciones de la lofoscopia, se concretó un estudio documental comparativo, basado en un análisis cualitativo de diez artículos científicos seleccionados

---

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0002-2248-8839>, Universidad Estatal de Bolívar, [escarleth.lucio@ueb.edu.ec](mailto:escarleth.lucio@ueb.edu.ec)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0004-2070-0140>, Universidad Estatal de Bolívar, [jhosenka.manobanda@ueb.edu.ec](mailto:jhosenka.manobanda@ueb.edu.ec)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0009-0000-4079-2178>, Universidad Estatal de Bolívar [arely.suarez@ueb.edu.ec](mailto:arely.suarez@ueb.edu.ec)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0009-0000-7865-0845>, Universidad Estatal de Bolívar, [francisco.sanchez@ueb.edu.ec](mailto:francisco.sanchez@ueb.edu.ec)

con rigor por la temática de relevancia, el rigor metodológico y la actualidad. Desde esta perspectiva, fue posible reconocer los principales avances técnicos en lo concerniente a la aplicación del estudio de huellas dactilares. Tales avances técnicos fueron el uso de nanopartículas metálicas y compuestos fluorescentes, las técnicas espectroscópicas y físico-químicas para evaluar la estimación de envejecimiento de las impresiones dérmicas y nuevos protocolos para la digitalización de las huellas. Asimismo, se verificó que estas técnicas posibilitan el análisis de superficies complicadas, evidencias con exceso de contaminantes o con muy bajo contraste, mientras que algunas también permiten intentar la reconstrucción de las cronológicas delictivas. El análisis también reveló que la lofoscopía ha ampliado su campo de aplicación hacia otras áreas como la queiloscopía, permitiendo así una verificación integral de la identificación. No obstante, hay limitaciones significativas, como la falta de acceso a tecnologías avanzadas en ciertas prácticas y la verificación empírica de una variedad de muchas innovaciones en escenarios reales. Aunque actualmente la lofoscopía se respalda en ideas técnicas y metodológicas modernas, su verdadero potencial en el sistema judicial depende en gran medida de la capacitación del personal pericial, del aval de organismos acreditados y de la accesibilidad a recursos tecnológicos adecuados.

**Palabras clave:** *Ciencias forenses, Criminalística, Identificación forense, Lofoscopía, Medicina forense, Técnicas científicas*

## **ABSTRACT**

This paper offers an overview of lofoscopy as a technical and scientific tool within the field of forensics for human identification and criminal investigation. The existence of this forensic identification from fingerprints closes one of the major gaps in forensic science, given the difficulties in collecting evidence, preserving it, analyzing it, and interpreting it in contentious scenarios. To examine the current contributions and limitations of lofoscopy, a comparative documentary study was conducted based on a qualitative analysis of ten scientific articles rigorously selected for their thematic importance, methodological rigor, and up-to-date content. From this perspective, it was possible to identify the main technical advances in the application of fingerprint analysis. These technical advances included the

use of metallic nanoparticles and fluorescent compounds, spectroscopic and physical-chemical techniques to evaluate the aging of fingerprint impressions, and new protocols for fingerprint digitization. It was also verified that these techniques enable the analysis of complex surfaces, evidence with excessive contaminants, or evidence with very low contrast, while some also allow for attempts at reconstructing crime chronologies. The analysis also revealed that lofoscopy has expanded its field of application to other areas, such as cheiloscopia, thus allowing for comprehensive identification verification. However, there are significant limitations, such as the lack of access to advanced technologies in certain practices and the lack of empirical verification of many innovations in real-life scenarios. Although lofoscopy is currently supported by modern technical and methodological ideas, its true potential in the judicial system depends largely on the training of forensic personnel, the endorsement of accredited organizations, and the accessibility of appropriate technological resources.

**Keywords:** *Forensic Sciences, Criminalistics, Forensic Identification, Lofoscopy, Forensic Medicine, Scientific Techniques*

## **INTRODUCCIÓN**

La identificación humana representa uno de los pilares fundamentales dentro de la criminalística siendo así la lofoscopia una de las disciplinas más eficaces y precisas en este gran campo, esta área se centra en el estudio, la comparación y la clasificación de las impresiones dactilares y otras huellas dérmicas con fines de identificación, por lo cual se constituye como una herramienta clave en la investigación de presuntos delitos, a pesar de los avances tecnológicos aún persisten desafíos relacionados con la correcta recolección, análisis e interpretación de las huellas lofoscópicas especialmente en escenarios donde la evidencias es bastante limitada, parcial o llegase a estar contaminada (Frick et al., 2015).

La problemática central que aborda este estudio se enfoca en la eficacia y precisión del análisis lofoscópico en la resolución de delitos, considerando así su relevancia para el esclarecimiento de hechos criminales y la identificación certera, precisa de los individuos involucrados, esta problemática adquiere mayor importancia al observar casos en los que

las fallas o errores metodológicas pueden derivar en la impunidad o en la incriminación de personas inocentes afectando así de forma grave en la administración de justicia (Assis et al., 2023).

Este trabajo tiene como objetivo general analizar el papel de la lofoscopia en la criminalística actual evaluando su aporte técnico y científico en la identificación de personas y la resolución de investigaciones penales, se parte de la hipótesis de que una correcta aplicación de los principios lofoscópicos apoyada por herramientas tecnológicas y metodológicas sistemáticas permite mejorar de manera significativa la calidad de los procesos de identificación forense (Arias Garofalo et al., 2024; Johnson & Riemen, 2019).

La fundamentación de este estudio se basa en investigaciones recientes provenientes de fuentes y publicaciones especializadas en el campo de las ciencias forenses y criminalística, a través de este análisis se espera evidenciar la necesidad de fortalecer el uso de la lofoscopia mediante una formación técnica rigurosa, una constante actualización en técnicas de recolección y análisis de huellas (Dorakumbura et al., 2016).

Desde una perspectiva técnico- científica este trabajo pretende abordar el tema desde una visión crítica y aplicada, identificando no solo los aportes de la lofoscopia sino además sus limitaciones actuales y posibles áreas de mejora, al final se busca contribuir a una comprensión más precisa del valor probatorio de las huellas lofoscópicas y su importante papel dentro del sistema judicial (Dorakumbura et al., 2018). Esta investigación tiene como propósito evaluar la aplicación de la lofoscopia en la criminalística moderna como herramienta clave en la resolución de delitos e identificación humana, justificando la necesidad de optimizar sus procesos para garantizar resultados confiables, válidos y sobre todo científicamente sustentados.

## **METODOLOGÍA**

Esta investigación se basó en un enfoque cualitativo de tipo comparativo y documental, con un alcance descriptivo-analítico orientado a identificar tendencias y limitaciones en la

lofoscopia forense actual. La población de estudio consistió en artículos científicos publicados entre 2014 y 2024 en bases de datos de alto impacto (como Scopus, ScienceDirect y SciELO), seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por criterios de rigor y pertinencia. El tratamiento de la información se realizó a través de una matriz de análisis comparativo que categorizó variables clave como la técnica utilizada, el contexto de aplicación (laboratorio o escena del crimen) y los resultados obtenidos. Finalmente, el análisis trascendió la mera descripción para ofrecer una reflexión crítica sobre la innovación tecnológica, los aspectos químicos de las huellas y la importancia de la formación continua para garantizar la validez ética y científica en la resolución de delitos.

## **RESULTADOS**

Los resultados del análisis muestran que las estrategias actuales para la identificación lofoscópica se encuentran en constante evolución destacando un enfoque multidisciplinario que abarca desde la nanotecnología y la espectroscopía hasta la digitalización biométrica, la evidencia recolectada a partir de los diez artículos analizados revela un interés creciente por optimizar la revelación, conservación, análisis y comparación de huellas latentes, respondiendo así a las limitaciones que presentan las técnicas tradicionales en superficies difíciles o con evidencias envejecidas (Gorka et al., 2019).

En primer lugar, se destaca el uso de nanopartículas metálicas como las de óxido de zinc (ZnO) para mejorar la visualización de huellas latentes en superficies no porosas, estas partículas aumentan significativamente el contraste y la definición de las crestas papilares, quienes revisaron el desarrollo de nuevos compuestos fluorescentes con mayor sensibilidad, ambos estudios coinciden en que las innovaciones en materiales reveladores representan una solución efectiva a los problemas de baja visibilidad y contaminación de huellas especialmente en contextos forenses complejos (Nawała et al., 2018).

Por otro lado investigaciones demuestran que el uso de técnicas fluorescentes ajustables o en el infrarrojo cercano (NIR) permite obtener detalles de nivel 1 a 3 incluso en fondos

oscuros o contaminados, esto refuerza la necesidad de adoptar estrategias que consideren no solo el tipo de superficie sino también las condiciones ambientales del lugar del hallazgo, de hecho estos hallazgos contrastan con métodos tradicionales con polvos físicos que aunque son económicos presentan limitaciones en sensibilidad y fidelidad (Paulson & Lee, 2022).

En relación con la persistencia y envejecimiento de las huellas, los estudios, indican que técnicas como GC-MS y AFM permiten estimar la antigüedad de las huellas con base en su composición lipídica y propiedades mecánicas, esta línea de investigación no solo aporta al análisis temporal de la evidencia sino que ofrece herramientas potenciales para reconstruir cronologías delictivas, además investigaciones posteriores con espectroscopía vibracional han mostrado que la distribución química heterogénea dentro de una misma huella puede ser utilizada tanto para determinar el tiempo de depósito como para individualizar al emisor (Francese & Bradshaw, 2021; Pleik et al., 2016).

Una dimensión estratégica emergente es la digitalización biométrica particularmente en la identificación post mortem, se proponen protocolos estandarizados de captura digital que podrían mejorar significativamente la eficiencia en contextos de desastres masivos, este enfoque está alineado con la tendencia a integrar escáneres portátiles y tecnologías móviles en contraste con el uso exclusivo de sistemas AFIS en distintos laboratorios (Shahbazi et al., 2020).

Así también, la ampliación de la lofoscopia hacia regiones menos exploradas como la queiloscopía que son huellas labiales se presenta como una estrategia prometedora, se destaca que ciertos patrones labiales pueden verse afectadas por patologías específicas lo que puede influir en su valor identificador, aunque esta técnica aún requiere mayor estandarización su incorporación representa un avance hacia una identificación forense más completa e inclusiva (Torres-Cobos et al., 2024). Los resultados obtenidos concuerdan con la literatura actual en que la identificación lofoscópica debe basarse en estrategias combinadas, claramente adaptables al tipo de superficie, al estado de conservación de la evidencia y al contexto del hecho, las diferencias observadas entre las técnicas empleadas por cada autor pueden atribuirse a la diversidad de entornos de aplicación (campo vs

laboratorio), resultados disponibles o incluso a la variabilidad biológica de las huellas (Kent, 2016).

Respecto a las limitaciones del estudio, una de las principales limitaciones de este trabajo radica en que el análisis se basó en estudios revisados de forma documental, sin validación empírica directa de los métodos comparados, además muchos de los avances técnicos como el uso de AFM o compuestos fluorescentes específicos aún no se encuentran disponibles en todos los entornos criminalísticos lo cual puede restringir su aplicabilidad práctica en regiones con menor acceso a tecnología (Francese & Bradshaw, 2021; Pleik et al., 2016).

En cuanto a las perspectivas y líneas de investigación futura, se tiene como proyección profundizar en estudios que evalúen la efectividad de las estrategias identificadas en escenarios reales con condiciones ambientales variables y evidencia contaminada, igualmente sería bastante valioso establecer protocolos universales de actuación que integren tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la biometría digital móvil, en el análisis lofoscópico, finalmente se desea continuar investigando la relación entre características fisiológicas como patologías dermatológicas o labiales y la modificación de patrones lofoscópicos para así continuar enriqueciendo el valor identificador de estas huellas (Shahbazi et al., 2020; Torres-Cobos et al., 2024).

## **DISCUSIÓN**

La presente investigación revela que la lofoscopia forense atraviesa una fase de metamorfosis tecnológica, donde la transición de los métodos físicos tradicionales hacia la química analítica avanzada no es solo una mejora de contraste, sino un cambio en la naturaleza de la prueba. Los resultados obtenidos permiten discutir cuatro ejes fundamentales:

El uso de nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) y compuestos fluorescentes, como señalan Nawała et al. (2018), marca un antes y un después en el revelado en superficies no porosas o contaminadas. Mientras que los polvos convencionales fallan ante evidencias envejecidas o fondos complejos, la nanotecnología permite una adhesión selectiva a los residuos

sebáceos mínimos. Esto concuerda con lo expuesto por Gorka et al. (2019), sugiriendo que la lofoscopia actual está superando la barrera de la "huella invisible", permitiendo la recuperación de crestas papilares en contextos donde antes se consideraba la evidencia como perdida.

Uno de los puntos más disruptivos de esta discusión es la capacidad de estimar la antigüedad de una huella mediante GC-MS y espectroscopía. Como plantean Francese y Bradshaw (2021), la huella ha dejado de ser una imagen estática para convertirse en una fuente de datos temporales. La degradación lipídica analizada por Pleik et al. (2016) permite a los peritos no solo identificar "quién" estuvo en la escena, sino "cuándo". Este postulado es vital para la reconstrucción de la teoría del caso, permitiendo descartar o confirmar coartadas con base en la degradación química de la evidencia.

La tendencia hacia la captura digital directa, mencionada por Shahbazi et al. (2020), desafía el uso exclusivo de los sistemas AFIS tradicionales de laboratorio. En contextos de desastres masivos o identificación de cadáveres en estado de descomposición, la tecnología móvil y los escáneres portátiles ofrecen una respuesta inmediata. Esta "democratización tecnológica" de la lofoscopia permite que la identificación humana sea más eficiente y menos dependiente de infraestructuras centralizadas, aunque, como se observa en los resultados, su implementación aún enfrenta barreras económicas en regiones en desarrollo.

Finalmente, la incorporación de la queiloscopía (Torres-Cobos et al., 2024) y el análisis bimodal representan el futuro de la identificación inclusiva. El hecho de que patologías dermatológicas o labiales puedan influir en los patrones lofoscópicos no debe verse como una limitación, sino como una característica individualizante adicional. Al igual que Kent (2016) sugiere una estrategia combinada, la discusión concluye que el perito moderno debe ser un analista integral capaz de combinar la morfología papilar con la inteligencia artificial y la biología molecular.

## **CONCLUSIONES**

Por lo tanto, en la conclusión, el problema de analizar el papel de la lofoscopia en la criminalística moderna fue el objetivo de este estudio. Se ha demostrado su importancia técnica y científica en los procesos judiciales de identificación humana y en la investigación de delitos. De acuerdo con el análisis comparativo de los diez artículos científicos, la lofoscopia sigue siendo una herramienta clave para los expertos, especialmente en combinación con tecnologías de seguimiento de alta productividad y procedimientos de saneamiento altamente sensibles, en la mayoría de los casos de estudio.

Según los resultados resultantes, las estrategias de tratamiento modernas de impresiones dactilares latentes informan un progreso significativo hacia un apalancamiento multidisciplinario. Como se desprende de la tendencia establecida en el material leído, existen varias innovaciones, como el uso de nanopartículas novedosas y compuestos fluorescentes. Ha habido una creciente convergencia con la espectroscopia, la digitalización biométrica y el análisis químico especializado. Estos enfoques, en general, contribuyen a la detección, conservación y evaluación de huellas dactilares, a veces incluso en superficies no absorbentes o evidencia furtiva.

Así mismo, se evidenció que la capacidad para estimar la antigüedad de las huellas y obtener información a nivel microscópico amplía las posibilidades investigativas, permitiendo reconstruir contextos delictivos con mayor precisión. Se confirma también la importancia de adaptar las técnicas según el entorno físico y biológico en el que se encuentre la evidencia.

En resumen, aunque los avances son notables, las limitaciones en forma de disponibilidad tecnológica y la falta de validación empírica en algunos aspectos siguen siendo relevantes. Por lo tanto, el desarrollo de la lofoscopia no debe basarse solo en el fortalecimiento del campo técnico, sino también en su aplicabilidad práctica, capacitación profesional y actualización metodológica. Esta obra finalmente contribuye a los conocimientos ya existentes, al proporcionar una visión estructurada de los avances más importantes en el análisis lofoscópico. Al identificar los campos específicos que requieren mucha atención, se

elimina la probabilidad de implementar métodos de identificación más efectivos y confiables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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>
- Assis, A. M. L., Costa, C. V., Alves, M. S., Melo, J. C. S., de Oliveira, V. R., Tonholo, J., Hillman, A. R., & Ribeiro, A. S. (2023). From nanomaterials to macromolecules: Innovative technologies for latent fingerprint development. *WIREs Forensic Science*, 5(2), e1475. <https://doi.org/10.1002/wfs2.1475>
- Dorakumbura, B. N., Becker, T., & Lewis, S. W. (2016). Nanomechanical mapping of latent fingerprints: A preliminary investigation into the changes in surface interactions and topography over time. *Forensic Science International*, 267, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.07.024>
- Dorakumbura, B. N., Boseley, R. E., Becker, T., Martin, D. E., Richter, A., Tobin, M. J., van Bronswijk, W., Vongsvivut, J., Hackett, M. J., & Lewis, S. W. (2018). Revealing the spatial distribution of chemical species within latent fingerprints using vibrational spectroscopy. *The Analyst*, 143(17), 4027–4039. <https://doi.org/10.1039/C7AN01615H>
- Francese, S., & Bradshaw, R. (2021). New chemical imaging approaches to fingerprint dating by mass spectrometry. En *Technologies for Fingerprint Age Estimations: A Step Forward* (pp. 237–259). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69337-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69337-4_8)
- Francese, S., & Bradshaw, R. (2021). *Latent fingerprint analysis: Beyond the ridge pattern*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-64356-0>
- Frick, A. A., Chidlow, G., Lewis, S. W., & van Bronswijk, W. (2015). Investigations into the initial composition of latent fingerprint lipids by gas chromatography-mass spectrometry. *Forensic Science International*, 254, 133–147. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.06.032>
- Gorka, A., Augsburger, M., Thomas, A., & Bécue, A. (2019). Molecular composition of fingerprints: Assessment of the intra- and inter-variability in a small group of donors using MALDI-MSI. *Forensic Chemistry*, 12, 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.forc.2018.12.002>

- Johnson, B. T., & Riemen, J. A. J. M. (2019). Digital capture of fingerprints in a disaster victim identification setting: a review and case study. *Forensic Sciences Research*, 4(4), 293–302. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1521327>
- Kent, T. (2016). *Standardizing the process of fingerprint development*. Home Office Centre for Applied Science and Technology.
- Kent, T. (2016). Water content of latent fingerprints – Dispelling the myth. *Forensic Science International*, 266, 134–138. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.016>
- Nawała, J., Dawidziuk, B., Dziedzic, D., Gordon, D., & Popiel, S. (2018). Synthesis and application of fluorescent powders for latent fingerprint detection. *Optical Materials*, 84, 451–460. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2018.07.032>
- Paulson, A. E., & Lee, Y. J. (2022). Novel ambient oxidation trends in fingerprint aging discovered by Kendrick mass defect analysis. *ACS Central Science*, 8(9), 1328–1335. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.2c00408>
- Paulson, L., & Lee, H. C. (2022). *Advances in Fingerprint Technology* (3.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.
- Pleik, S., Spengler, B., Schäfer, T., Urbach, D., Luhn, S., & Kirsch, D. (2016). Fatty acid ethyl esters in latent fingerprints: A potential tool for age estimation. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(13), 3501–3511. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9429-6>
- Shahbazi, S., Goodpaster, J. V., Smith, G. D., Becker, T., & Lewis, S. W. (2020). Preparation, characterization, and application of a lipophilic coated exfoliated Egyptian blue for near-infrared luminescent latent fingerprint detection. *Forensic Chemistry*, 18, 100208. <https://doi.org/10.1016/j.forc.2019.100208>
- Shahbazi, S., Shahbazi, S., Smith, G. D., & Lewis, S. W. (2020). Digital post-mortem identification: A new era in mass fatality management. *Forensic Science International: Reports*, 2, 100112. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100067>
- Torres-Cobos, B., Quintanilla-Casas, B., Rovira, M., Romero, A., Guardiola, F., Vichi, S., & Tres, A. (2024). Prospective exploration of hazelnut's unsaponifiable fraction for geographical and varietal authentication: A comparative study of advanced fingerprinting and untargeted profiling techniques. *Food Chemistry*, 441, 138294. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138294>
- Torres-Cobos, B., Quintanilla-Casas, B., Tres, A., & Vichi, S. (2024). Cheiloscopy as a complementary tool in forensic identification: Challenges and perspectives. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 102, 102645. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2024.102645>