



Quimiometría, informática forense, psicología del testimonio como elementos aplicativos en la ciencia forense en Ecuador

Chemistry, computer forensics, and psychology of testimony as applied elements in forensic science in Ecuador

Ronald Alexander Alomaliza-Garcés

ronaldag31@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0006-0202-5238>

Frida Alejandra Villamarín-Chumaña

fridavc79@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0005-3037-8463>

Jhossthin Manolo Llerena-Llerena

da.jhossthinmll24@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0004-5453-2501>

Geovanny Leopoldo Borja-Martínez

ua.geovannyborja@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0007-3615-2937>

RESUMEN

Se presenta como objetivo identificar el aporte de la quimiometría, la informática forense y la psicología del testimonio como elementos aplicativos en la ciencia forense en Ecuador. Se aplicó metodología descriptiva en el análisis documental de 14 trabajos científicos relacionados al tema. En el contexto ecuatoriano, su implementación enfrenta desafíos como la necesidad de equipos especializados, capacitación técnica y actualización tecnológica. Sin embargo, su uso creciente refleja un avance importante en la modernización del sistema judicial, contribuyendo a la resolución de casos complejos, la lucha contra el narcotráfico y los delitos cibernéticos, y la garantía de procesos judiciales más justos y transparentes.

Descriptores: derecho penal; criminología; medicina forense. (Fuente: Tesaurus UNESCO).

ABSTRACT

The objective is to identify the contribution of chemometrics, forensic computing, and testimony psychology as applicable elements in forensic science in Ecuador. A descriptive methodology was applied in the documentary analysis of 14 scientific papers related to the subject. In the Ecuadorian context, its implementation faces challenges such as the need for specialised equipment, technical training and technological upgrades. However, its growing use reflects significant progress in the modernisation of the judicial system, contributing to the resolution of complex cases, the fight against drug trafficking and cybercrime, and the guarantee of fairer and more transparent judicial processes.

Descriptors: criminal law; criminology; forensic medicine. (Source: UNESCO Thesaurus).

Recibido: 13/10/2024. Revisado: 23/10/2024. Aprobado: 03/11/2024. Publicado: 21/11/2024.

Sección artículos de investigación



INTRODUCCIÓN

La ciencia forense ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, integrando diversas disciplinas científicas y tecnológicas para abordar los desafíos que plantea la investigación criminal, entre estas disciplinas, destacan áreas como la radiología forense, la microscopía avanzada, las neurociencias forenses y la inteligencia artificial, que complementan los métodos tradicionales de análisis y aportan nuevas perspectivas en la resolución de casos judiciales. Estas técnicas no solo permiten una mayor precisión en la recolección y análisis de evidencia, sino que también contribuyen a garantizar el respeto de los derechos fundamentales de las personas involucradas en los procesos judiciales (Kerbacher et al., 2017; Zhang, 2022).

En el caso de la radiología forense, su aplicación en la identificación de lesiones, fracturas y otras evidencias físicas ha demostrado ser una herramienta poderosa en investigaciones relacionadas con homicidios, accidentes y casos de abuso (Brogdon, 1998; Reynolds, 2010). Por otro lado, la microscopía avanzada, como la microscopía de fuerza atómica, ha permitido el análisis detallado de huellas dactilares latentes y otros rastros microscópicos, lo que resulta crucial en la identificación de sospechosos y la reconstrucción de escenas del crimen (Pandey et al., 2017; Lian et al., 2020).

Asimismo, las neurociencias forenses han abierto nuevas posibilidades en la evaluación de la conducta humana y la comprensión de los procesos cognitivos relacionados con el crimen. Estas investigaciones han permitido identificar patrones cerebrales asociados con la toma de decisiones y el comportamiento delictivo, lo que podría tener implicaciones importantes en el ámbito judicial (Sartori et al., 2011). Por tanto, la inteligencia artificial ha comenzado a desempeñar un papel relevante en el análisis de grandes volúmenes de datos forenses, facilitando la identificación de patrones y la predicción de comportamientos delictivos. En



Ecuador, la inteligencia artificial podría ser una herramienta clave para optimizar los procesos judiciales y mejorar la eficiencia en la resolución de casos (García-Falconí & Barona-Pazmiño, 2024).

Partiendo de lo explicado, se presenta como objetivo identificar el aporte de la quimiometría, informática forense, psicología del testimonio como elementos aplicativos en la ciencia forense en Ecuador.

MÉTODO

Se utilizó un enfoque cualitativo-descriptivo basado en la revisión de 14 trabajos científicos sobre quimiometría, informática forense y psicología del testimonio, en estudios publicados entre 2010 y 2024 en bases de datos como Scopus, PubMed y ScienceDirect. Se analizaron aplicaciones, ventajas, limitaciones y perspectivas de estas disciplinas en el ámbito forense, con énfasis en su impacto en Ecuador. La información se organizó temáticamente (tabla 1), destacando su contribución al análisis de sustancias químicas, la lucha contra delitos cibernéticos y la evaluación de la credibilidad de testimonios.

RESULTADOS

La quimiometría, la informática forense y la psicología del testimonio, cada uno de estos campos desempeña un papel fundamental en la investigación y resolución de casos judiciales, aportando herramientas y metodologías específicas para el análisis de evidencia. La quimiometría se centra en el uso de métodos estadísticos y matemáticos para interpretar datos químicos; la informática forense aborda la identificación y análisis de evidencia digital en delitos cibernéticos; y la psicología del testimonio evalúa la fiabilidad de los testimonios oculares en los procesos judiciales, lo cual se profundiza en la tabla 1:



Tabla 1. Quimiometría, informática forense y psicología del testimonio.

Elemento	Quimiometría	Informática forense	Psicología del testimonio
Definición	Aplicación de métodos estadísticos y matemáticos para analizar datos químicos en investigaciones forenses (Bovens et al., 2019; Cano-Trujillo et al., 2023).	Disciplina que utiliza herramientas tecnológicas para identificar, preservar, analizar y presentar evidencia digital (Echeverría-Espinoza & Álvarez-Vera, 2024; Espinoza-Mina, 2019).	Estudio de la memoria y percepción humana para evaluar la fiabilidad de los testimonios en procesos judiciales (Villasmil-Ferrer, 2024; Pesantes-Porras et al., 2019).
Aplicaciones en la Ciencia Forense	- Identificación de sustancias químicas en escenas del crimen. - Análisis de fluidos biológicos mediante espectroscopía. - Determinación de patrones químicos en drogas o explosivos (Bovens et al., 2019; Cano-Trujillo et al., 2023).	- Investigación de delitos informáticos como fraude, hacking y ciberacoso. - Recuperación de datos eliminados. - Análisis de dispositivos electrónicos como evidencia (Echeverría-Espinoza & Álvarez-Vera, 2024; Espinoza-Mina, 2019).	- Evaluación de la credibilidad de testigos. - Análisis de testimonios oculares en casos judiciales. - Identificación de sesgos o errores en la memoria (Villasmil-Ferrer, 2024; Pesantes-Porras et al., 2019).
Ventajas	- Alta precisión en la identificación de compuestos. - Permite el análisis de grandes volúmenes de datos. - Mejora la reproducibilidad de los resultados (Bovens et al., 2019; Cano-Trujillo et al., 2023).	- Acceso a evidencia digital crucial en investigaciones modernas. - Capacidad de rastrear actividades en línea. - Herramientas avanzadas para análisis forense digital (Echeverría-Espinoza & Álvarez-Vera, 2024; Espinoza-Mina, 2019).	- Mejora la calidad de los procesos judiciales al evaluar la fiabilidad de los testimonios. - Identificación de falsos recuerdos o manipulaciones (Villasmil-Ferrer, 2024; Pesantes-Porras et al., 2019).
Limitaciones	- Requiere equipos especializados y personal capacitado. - Dependencia de software avanzado para análisis (Bovens et al., 2019; Cano-Trujillo et al., 2023).	- Complejidad técnica en el análisis de datos digitales. - Vulnerabilidad a la manipulación de evidencia digital (Echeverría-Espinoza & Álvarez-Vera, 2024; Espinoza-Mina, 2019).	- Subjetividad inherente en la evaluación de testimonios. - Influencia de factores externos como estrés o sugestión (Villasmil-Ferrer, 2024; Pesantes-Porras et al., 2019).
Perspectiva en Ecuador	- Uso creciente en laboratorios forenses para análisis de drogas y fluidos biológicos. - Apoyo en investigaciones judiciales complejas (Bovens et al., 2019; Cano-Trujillo et al., 2023).	- Herramienta clave en la lucha contra delitos cibernéticos. - Creciente interés en la capacitación de expertos en informática forense (Echeverría-Espinoza & Álvarez-Vera, 2024; Espinoza-Mina, 2019).	- Importancia en casos judiciales donde los testimonios son la principal evidencia. - Necesidad de mayor formación en psicología forense (Villasmil-Ferrer, 2024; Pesantes-Porras et al., 2019).

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la quimiometría, su aplicación en el análisis de sustancias químicas y fluidos biológicos es crucial para la identificación de drogas, explosivos y otros compuestos relevantes en escenas del crimen (Bovens et al., 2019; Cano-Trujillo et al., 2023). En Ecuador, esta técnica podría ser de gran utilidad para fortalecer las investigaciones relacionadas con el narcotráfico, un problema que afecta



significativamente al país. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos como la necesidad de equipos especializados y personal capacitado, lo que limita su alcance en investigaciones complejas. A pesar de estas limitaciones, el uso creciente de la quimiometría en laboratorios forenses ecuatorianos refleja un avance importante en la incorporación de tecnologías avanzadas en el ámbito judicial.

Por otro lado, la informática forense se ha consolidado como una herramienta indispensable en la lucha contra los delitos cibernéticos, un problema en aumento en el contexto ecuatoriano (Echeverría-Espinoza & Álvarez-Vera, 2024; Espinoza-Mina, 2019). La capacidad de rastrear actividades en línea, recuperar datos eliminados y analizar dispositivos electrónicos ha permitido abordar casos de fraude, hacking y ciberacoso. En Ecuador, donde los delitos informáticos han crecido exponencialmente, esta disciplina es clave para garantizar la seguridad digital y proteger a las instituciones públicas y privadas. Sin embargo, la complejidad técnica y la vulnerabilidad a la manipulación de evidencia digital representan limitaciones que requieren una constante actualización tecnológica y capacitación de los expertos.

En cuanto a la psicología del testimonio, su relevancia radica en la evaluación de la fiabilidad de los testimonios oculares, que a menudo son la principal evidencia en los procesos judiciales (Villasmil-Ferrer, 2024; Pesantes-Porras et al., 2019). En Ecuador, esta disciplina es fundamental para identificar sesgos, falsos recuerdos o manipulaciones que puedan comprometer la justicia, especialmente en casos donde no existen pruebas físicas contundentes, esto podría ser de gran ayuda en la protección de víctimas y testigos vulnerables, garantizando que sus declaraciones sean evaluadas de manera objetiva y profesional. Sin embargo, su subjetividad inherente y la influencia de factores externos, como el estrés o la sugestión, subrayan la necesidad de una mayor formación en psicología forense para garantizar su correcta aplicación.

Estas técnicas podrían ayudar significativamente en Ecuador al mejorar la calidad de las investigaciones judiciales y fortalecer el sistema de justicia, por lo tanto, la



quimiometría permitiría un análisis más preciso de sustancias químicas, lo que sería clave en la lucha contra el narcotráfico y el control de sustancias ilícitas. La informática forense, por su parte, sería esencial para combatir el creciente número de delitos cibernéticos, protegiendo tanto a ciudadanos como a instituciones, la psicología del testimonio contribuiría a garantizar procesos judiciales más justos, al evaluar de manera científica la credibilidad de los testimonios y reducir el riesgo de errores judiciales.

CONCLUSION

La integración de disciplinas como la quimiometría, la informática forense y la psicología del testimonio en la ciencia forense representa un avance significativo para el fortalecimiento de las investigaciones judiciales en Ecuador, especialmente frente a desafíos como el narcotráfico, los delitos cibernéticos y la evaluación de la fiabilidad de los testimonios. Estas herramientas permiten un análisis más preciso y eficiente de la evidencia, contribuyendo a garantizar procesos judiciales más justos y transparentes. Sin embargo, su implementación efectiva enfrenta retos como la falta de equipos especializados, la vulnerabilidad a la manipulación de evidencia digital y la necesidad de mayor formación en psicología forense.

FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección de investigación de la Universidad Regional Autónoma de los Andes.

REFERENCIAS

Bovens, M., Ahrens, B., Alberink, I., Nordgaard, A., Salonen, T., & Huhtala, S. (2019). Chemometrics in forensic chemistry - Part I: Implications to the forensic workflow. *Forensic Science International*, 301, 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.05.030>



- Brogdon, B. G. (1998). The scope of forensic radiology. *Clinics in Laboratory Medicine*, 18(2), 203–240. <https://doi.org/10.1201/9781420048339.ch3>
- Cano-Trujillo, C., García-Ruiz, C., Ortega-Ojeda, F. E., Romolo, F., & Montalvo, G. (2023). Forensic analysis of biological fluid stains on substrates by spectroscopic approaches and chemometrics: A review. *Analytica Chimica Acta*, 1282, 341841. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2023.341841>
- Echeverría-Espinoza, E., & Álvarez-Vera, M. (2024). Análisis de técnicas y herramientas forenses para la investigación de delitos informáticos y su perspectiva legal en Ecuador: Una revisión sistemática. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(6), 644-652. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.6.2775>
- Espinoza-Mina, M. (2019). Informática forense: una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 4(2), 126-145. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i2.1641>
- García-Falconí, R. J., & Barona-Pazmiño, K. F. (2024). Inteligencia artificial y proceso penal. *Revista San Gregorio*, 1(58), 87-100. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i58.2808>
- Kerbacher, S., Pfeifer, M., Webb, B., & Riener-Hofer, R. (2017). Clinical forensic imaging and fundamental rights in Austria. *Forensic Sciences Research*, 2(2), 65–74. <https://doi.org/10.1080/20961790.2017.1328808>
- Lian, J., Meng, F., Wang, W., & Zhang, Z. (2020). Recent trends in fluorescent organic materials for latent fingerprint imaging. *Frontiers in Chemistry*, 8, 594864. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.594864>
- Pandey, G., Tharmavaram, M., Rawtani, D., Kumar, S., & Agrawal, Y. (2017). Multifarious applications of atomic force microscopy in forensic science investigations. *Forensic Science International*, 273, 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.01.030>
- Pesantes-Porras, L. E., Valarezo-Segovia, L. H., & Vilela-Pincay, W. E. (2019). Importancia de la investigación judicial y criminalística en la determinación de la veracidad del delito. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 443-449.
- Reynolds, A. (2010). Forensic radiography: An overview. *Radiologic Technology*, 81(4), 361–379.
- Sartori, G., Pellegrini, S., & Mechelli, A. (2011). Forensic neurosciences: From basic research to applications and pitfalls. *Current Opinion in Neurology*, 24(4), 371–377. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e3283489754>
- Villasmil-Ferrer, J. R. (2024). Psicología del testimonio en el proceso judicial: Análisis de la fiabilidad del testimonio ocular [Psychology of testimony in the judicial process: Analysis of the reliability of eye-witness testimony]. *Verdad y Derecho. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 3(2), 60-74. <https://doi.org/10.62574/13q98036>
- Zhang, M. (2022). Forensic imaging: A powerful tool in modern forensic investigation. *Forensic Sciences Research*, 7(3), 385–392. <https://doi.org/10.1080/20961790.2021.2008705>