

**DOI:** 10.26820/recimundo/9.(1).enero.2025.460-474

**URL:** <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2518>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIMUNDO

**ISSN:** 2588-073X

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 3203 Medicina Forense

**PAGINAS:** 460-474



## Identificación forense de restos óseos mediante imágenes de resonancia magnética y tomografía computarizada

Forensic identification of skeletal remains using magnetic resonance imaging and computed tomography

Identificação forense de restos esqueléticos usando ressonância magnética e tomografia computadorizada

**Luis Ramón Ramírez Verdezoto<sup>1</sup>; Jorge Marcelo Quintana Yáñez<sup>2</sup>**

**RECIBIDO:** 26/11/2024 **ACEPTADO:** 30/12/2024 **PUBLICADO:** 07/02/2025

1. Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional; Médico General; Maestrante de Criminalística y Ciencias Forenses en la Universidad Nacional de Chimborazo; Médico Residente de UCI del Hospital General Riobamba IESS; Riobamba, Ecuador; xramon2000@gmail.com;  <https://orcid.org/0009-0002-6383-1031>
2. Magíster en Criminalística; Especialista en Medicina Forense; Máster Universitario en Dirección y Gestión Sanitaria; Abogado; Médico Cirujano; Fiscalía General del Estado; Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo; Riobamba, Ecuador; marcelo.quintana.y@gmail.com;  <https://orcid.org/0009-0002-8666-378X>

### CORRESPONDENCIA

Luis Ramón Ramírez Verdezoto  
xramon2000@gmail.com

**Riobamba, Ecuador**

## RESUMEN

**Introducción.** La identificación de restos óseos es importante en investigaciones criminales donde se necesita la aplicación de la antropología forense, como ocurre en escenarios donde solo se dispone de osamentas en avanzado estado de descomposición o en circunstancias donde no se puede estudiar el cadáver íntegramente. Tanto la resonancia magnética nuclear (RMN) como la tomografía computarizada (TC) han emergido como herramientas importantes en este campo, debido a su capacidad de proporcionar imágenes detalladas y tridimensionales, fundamentalmente de las estructuras óseas. Estas técnicas permiten una evaluación no destructiva de los restos, facilitando la identificación de características anatómicas, vestigios de traumatismos, objetos extraños y patologías previas que son datos relevantes para la identificación de un individuo. **Metodología.** Se realizó una búsqueda en bases de datos académicas como PubMed, Scopus y Google Scholar. Se seleccionaron artículos publicados en los últimos veinte años que abordaban el uso de RMN y TC en el análisis de restos óseos, enfocándose en estudios que describen metodologías, técnicas de imagen, análisis, y resultados de validación, finalmente se sintetizaron las conclusiones de los estudios seleccionados para identificar las fortalezas, limitaciones y la potencial utilidad de estas tecnologías en la identificación forense. **Conclusiones.** La combinación de RM y TC proporciona imágenes detalladas y precisas que facilitan la identificación forense de restos óseos, siendo ampliamente aplicables en contextos específicos y complementando el estudio antropológico de dichos restos con el fin de llegar a una identificación eficaz y precisa. Además, brinda la posibilidad de almacenamiento digital de las imágenes representa una ventaja para la creación de bases de datos que permitan posteriores cotejos y estudios.

**Palabras clave:** Identificación, Óseos, Resonancia, Forense, Imágenes.

## ABSTRACT

**Introduction.** The identification of skeletal remains is important in criminal investigations where the application of forensic anthropology is needed, as occurs in scenarios where only bones in an advanced state of decomposition are available or in circumstances where the corpse cannot be studied in its entirety. Both magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT) have emerged as important tools in this field due to their ability to provide detailed, three-dimensional images, primarily of bone structures. These techniques allow a non-destructive evaluation of the remains, facilitating the identification of anatomical characteristics, vestiges of trauma, foreign objects and previous pathologies that are relevant data for the identification of an individual. **Methodology.** A search was carried out in academic databases such as PubMed, Scopus and Google Scholar. Articles published in the last twenty years that addressed the use of MRI and CT in the analysis of bone remains were selected, focusing on studies that describe methodologies, imaging and analysis techniques, and validation results. Finally, the conclusions of the selected studies were synthesized to identify the strengths, limitations, and potential usefulness of these technologies in forensic identification. **Conclusions.** The combination of MRI and CT provides detailed and precise images that facilitate the forensic identification of bone remains, being widely applicable in specific contexts and complementing the anthropological study of said remains in order to reach an accurate identification. Furthermore, the possibility of digital storage of images represents an advantage for the creation of databases that allow subsequent comparisons and studies.

**Keywords:** Identification, Skeletal, Resonance, Forensic, Imaging.

## RESUMO

**Introdução.** A identificação de restos esqueléticos é importante em investigações criminais onde a aplicação da antropologia forense é necessária, como ocorre em cenários onde apenas ossos em um estado avançado de decomposição estão disponíveis ou em circunstâncias onde o corpo não pode ser estudado em sua totalidade. Tanto a ressonância magnética (RM) quanto a tomografia computadorizada (TC) surgiram como ferramentas importantes nesta área devido à sua capacidade de fornecer imagens detalhadas em três dimensões, principalmente de estruturas ósseas. Essas técnicas permitem uma avaliação não destrutiva dos restos, facilitando a identificação de características anatômicas, vestígios de trauma, objetos estranhos e patologias anteriores que são dados relevantes para a identificação de um indivíduo. **Metodologia.** Foi realizada uma busca em bases de dados acadêmicas como PubMed, Scopus e Google Scholar. Artigos publicados nos últimos vinte anos que abordaram o uso de MRI e CT na análise de restos ósseos foram selecionados, com foco em estudos que descrevem metodologias, técnicas de imagem e análise, e resultados de validação. Finalmente, as conclusões dos estudos selecionados foram sintetizadas para identificar os pontos fortes, limitações e a utilidade potencial dessas tecnologias na identificação forense. **Conclusões.** A combinação de ressonância magnética e tomografia computadorizada fornece imagens detalhadas e precisas que facilitam a identificação forense de restos ósseos, sendo amplamente aplicável em contextos específicos e complementando o estudo antropológico desses restos para alcançar uma identificação precisa. Além disso, a possibilidade de armazenamento digital de imagens representa uma vantagem para a criação de bancos de dados que permitam comparações e estudos subsequentes.

**Palavras-chave:** Identificação, Esquelético, Ressonância, Forense, Imagem.

## Introducción

El vocablo virtopsia, acuñado en el año 2003, surge de la composición de los términos “virtual” y “autopsia” y hace referencia a un método multidisciplinario integrado por la medicina forense, la radiología, la patología, la física y la biomecánica. La virtopsia presenta varias ventajas para el médico moderno en la búsqueda de la justicia. Permite detectar detalles ocultos al examen físico externo, conocer el estado de los tejidos subcutáneos e investigar mecanismos de lesión con reconstrucciones tridimensionales, entre muchas otras aplicaciones. Este método ha tenido un auge significativo en las ciencias forenses, ya que permite la identificación de personas mediante los detalles encontrados en sus restos óseos, lo cual se ha convertido en una herramienta vanguardista para la criminalística (1).

La radiología forense es una técnica no invasiva que resalta el valor científico y pericial de las imágenes obtenidas. Esta contribuye de manera importante al dictamen forense por medio del estudio e identificación de señales particulares como edad, lesiones, elementos balísticos y antropología forense entre otros. Se usan las diferentes herramientas diagnósticas como: Rayos X, Tomografía Computarizada (TC), Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y Ecografía. Por supuesto, estas herramientas son tan potentes que trascienden el equipamiento para la jurisprudencia médica, siendo una realidad que los avances en imagenología, en especial en la RMN, han hecho que se constituyan como herramientas invaluableles en la identificación de individuos a partir de restos óseos (16).

En lo que respecta a la radiología, esta permite contribuir a un dictamen forense confiable, con sustentación por medio de imágenes diagnósticas. Este estudio consiste en revisar la importancia de la radiología en el ámbito forense. La cual permite identificar al cadáver cuando se conocen cambios específicos por deformidades o malformacio-

nes, cirugías o traumas antiguos, especialmente si la víctima utilizaba algún material de osteosíntesis y cuenta con radiografías premortem. Por medio de la radiología se puede determinar la edad, sexo, el perfil odontológico y otros aspectos relevantes en la identificación (16).

La importancia de los métodos radiológicos en medicina forense, específicamente la radiología convencional como soporte en la identificación de cadáveres, la hace muy útil en cualquier proceso investigativo, proporcionando un apoyo relevante a las autoridades para descubrir detalles anatómicos óseos que contribuyan a determinar la identidad de un resto óseo determinado. Al realizar los estudios radiográficos básicos se puede tener una visión panorámica del individuo, delimitando así detalles como la presencia de prótesis metálicas, restos de proyectiles, fracturas, material de osteosíntesis y otros aspectos relevantes en la identificación (6).

El desarrollo de todas estas técnicas de imagen ha revolucionado el campo de las ciencias forenses, fundamentalmente en el análisis postmortem de restos óseos y en la difícil tarea de lograr determinar la identidad de los mismos. Es así que el presente trabajo de revisión bibliográfica tiene como objetivo denotar la utilidad actual en las ciencias forenses.

## Metodología

Se realizó una búsqueda en bases de datos académicas como PubMed, Scopus y Google Scholar. Se seleccionaron artículos publicados en los últimos veinte años que abordan el uso de RMN y TC en el análisis de restos óseos, enfocándose en estudios que describen metodologías, técnicas de imagen, análisis, y resultados de validación, finalmente se sintetizaron las conclusiones de los estudios seleccionados para identificar las fortalezas, limitaciones y el potencial futuro de estas tecnologías en la identificación forense. La tabla 1 resume los artículos que se incluyeron para el desarrollo del presente trabajo:

**Tabla 1.** Artículos revisados de acuerdo al tipo, año, autores, país e idioma

<b>Título</b>	<b>Tipo</b>	<b>Año</b>	<b>Autores</b>	<b>País</b>	<b>Idioma</b>
<b>Investigación médico legal de la muerte: Tanatología forense.</b>	Libro	2004	Vázquez Fanego, HO.	Argentina	Español
<b>The Utility of Advanced Imaging in Forensic Anthropology.</b>	Artículo de revista académica	2016	Garvin HM., Stock MK.	E.E.U.U.	Inglés
<b>Imaging in forensic science: Five years on. Journal of Forensic Radiology and Imaging.</b>	Artículo de revista académica	2019	Carew RM., Errickson D.	Reino Unido	Inglés
<b>Antropología forense: Identificación con técnicas 3D, Lesiones en cadáveres, reconstrucción facial, biología del esqueleto, genética forense, origen evolutivo de enfermedades neurológicas, identificación víctimas de desastres masivos.</b>	Artículo de revista académica	2021	Mayor Ortega V.	España	Español
<b>La intervención de la radiología e imagenología forense en la lesionología por radiación ionizante y no ionizante.</b>	Artículo de revista académica	2022	Calderon HIB.	México	Español
<b>Aplicación de Técnicas Radiológicas en Radiología Forense.</b>	Artículo de revista académica	2022	Martínez y Lorena	Colombia	Español
<b>Importancia de los métodos radiológicos en medicina forense.</b>	Artículo de revista académica	2022	Toro N., Andrea N.	Colombia	Español
<b>Aplicación de Técnicas Radiológicas en Radiología Forense.</b>	Artículo de revista académica	2022	Mujica Blanco CL.	Colombia	Español
<b>Relevancia de la virtopsia como método de inspección corporal no invasivo en las Ciencias Forenses.</b>	Trabajo de grado académico	2023	Gallo RÁ., de la Carrera NDD., Foyo R.	Argentina	Español
<b>Radiologia forense: identificação de corpos por imagens de tomografia computadorizada.</b>	Artículo de revista académica	2023	Cardoso AV., Leandro GC., Cássia RD., Silva M., do socorro de L.	Brasil	Portugués

<b>Análisis antropológico forense de restos humanos recuperados en Santa Cruz (Argentina).</b>	Artículo de revista académica	2023	Nasti A., Díaz IA., Echandi F.	Argentina	Español
<b>La Actuación de la Radiología e Imagenología Forense en México.</b>	Artículo de revista académica	2024	Calderon HIB., Canchola CA., Benola LB.	México	Español
<b>Identificación humana en cadáveres del Ecuador: avances y desafíos en técnicas forenses.</b>	Artículo de revista académica	2024	Coello JLC., Parra RDC., Pino JGL., Cevallos JEM.	Ecuador	Español
<b>Virtopsia: uso de la tecnología de imagen en el ámbito forense.</b>	Artículo de revista académica	2024	Campos D.	España	Español
<b>Human identification through forensic skeletal analysis: three case reviews.</b>	Artículo de revista académica	2024	Adserias-Garriga J., Feirstein S., Bell D., Skropits H., Dirkmaat DC.	E.E.U.U.	Inglés
<b>Combining anthropology and imaging to reconstruct antemortem trauma for identification purposes.</b>	Artículo de revista académica	2024	Petaros A, Lindblom M, Cunha E.	Suecia	Inglés

**Fuente:** Elaboración propia.

### Métodos de imagen utilizados en el campo forense

La imagenología forense es una rama de la medicina forense que estudia a través del uso de radiación ionizante o rayos X convencionales restos óseos o cadáveres, con el fin de obtener hallazgos de interés criminalístico que puedan ser punibles, estos hallazgos se pueden almacenar digitalmente, imprimir y presentar las veces que sean necesarias, sin que se afecte la integridad o durabilidad de la evidencia, permitiendo así que el proceso de descomposición natural de la fuente de origen siga su curso (2).

Las imágenes son una herramienta útil para los estudios postmortem en el campo de la criminalística. Como ya se abordó, estas permiten la identificación de rasgos, características y marcas propias, como traumatismos, lesiones, fracturas y materiales protésicos, que faciliten llegar a la identificación de restos humanos. En el caso de la existencia de lesiones también permiten el estudio del tiempo de evolución, determinando si ocurrieron antes o después de la muerte. Los hallazgos son expresados siguiendo criterios radiológicos validados por la comunidad científica y su meta es optimizar los protocolos de actuación médi-

co legal tendiente a la virtopsia o autopsia virtual (1).

La creciente disponibilidad de radiografías y estudios de imagen forense digitalizados también ha abierto las puertas para la creación de bases de datos de imágenes que permitan agilizar el trabajo comparativo entre las ya existentes y las que se encuentren dubitadas. Algunos de los ejemplos de los anterior son el Denver Growth Study (DWE) y el Fels Longitudinal Study (FLS), que tomaron imágenes óseas humanas desde la infancia hasta la adultez en muestras aleatorias de individuos para proporcionar datos de consulta en la identificación de restos óseos de personas que se encuentren en distintos estados de desarrollo. Otra base de datos popular es la llamada PATRICIA, que presenta imágenes radiológicas pediátricas de más de 9000 personas norteamericanas recolectadas de los registros médicos. La utilización reciente de dichas herramientas ha abierto grandes posibilidades en el campo de la identificación y la antropología forense (8).

Como complemento, las técnicas de imagenología pueden llegar a evitar procedimientos innecesarios, así como podrían llegar a reducir el número de procedimientos que destruyan o modifiquen las evidencias lo cual dificulta inspecciones posteriores. A continuación, se detallará las distintas técnicas radiológicas empleadas en la práctica forense y sus alcances:

### **Radiografía simple:**

#### **Identificación de placas**

Los rayos X y los rayos gamma son radiaciones de onda corta que transportan la energía suficiente para producir la ionización de los materiales que las absorben; recordando que como ionización se conoce el fenómeno por el cual los átomos o grupos de átomos pierden o adquieren electrones, y así se convierten en iones que poseen una o más cargas elementales, positivas o negativas. Los rayos X y los

rayos gamma son tipos de radiación idénticas, cuya única diferencia está en las fuentes de donde se originan:

- Los rayos X, también llamados rayos Röntgen: se producen artificialmente en tubos especiales.
- Los rayos gamma: son emitidos de manera espontánea por sustancias radiactivas.

Los rayos X fueron descubiertos por Wilhem Conrad Röntgen, investigador de la universidad de Würzburg, en noviembre de 1895. Se comprobó que se generaban por el impacto de los rayos catódicos sobre un blanco de cualquier material, aunque sustancias pesadas de alto punto de fusión, como el tungsteno, resultaron ser las más convenientes. En diciembre de ese año, Röntgen anunció su descubrimiento y como final de su demostración tomo la radiografía de una mano del profesor de anatomía, Albert Von Kölliker, quien de modo espontáneo bautizo a las nuevas radiaciones como "rayos X"(9).

La radiografía simple es empleada ampliamente en las pericias legales y, en relación con el tema estudiado, también se emplea en la investigación de cadáveres y restos óseos (exhumaciones) con la finalidad de lograr la identificación de los mismos. Para que las mismas tengan un valor medicolegal deben poseer una identificación indeleble, ya sea con números y letras plomadas o con identificadores de placas conocidos como printer. En ambos casos la leyenda identificatoria se coloca antes de la exposición a los rayos X. Los equipos actualmente utilizados de radiología digital, tomografía computada y resonancia magnética permiten imprimir de forma indeleble los datos del paciente al tener printer incorporado.

Las radiografías identificadas con marcador o etiquetas autoadhesivas, no reúnen las condiciones óptimas de seguridad ya que pueden ser adulteradas. Se recomienda que en la identificación conste: fecha, apellido y nombre, institución y número que porta el cadáver desde su ingreso a la mor-

gue. Los estudios radiológicos deben registrarse en libros foliados donde consten las placas e incidencias obtenidas, fecha, número de autopsia, nombre completo, médico que realiza la autopsia y demás datos de interés legal (10).

### Identificación radiológica y antropológica

La radiología resulta de gran utilidad para la identificación anatómica, dado que es un método simple, económico y rápido que se basa en las características antropológicas del individuo. Además, las estructuras óseas se preservan en el tiempo. Podemos a través de ellas determinar la especie a la que corresponden, ya que con frecuencia se suelen recibir restos aislados de huesos o fragmentos hallados. Frente a esto se debe establecer si los restos son humanos o pertenecen a

un animal. En caso de ser humanos se debe establecer la posibilidad de que se trate de más de un individuo, intentar descubrir el sexo, estimar la edad y por último lograr la identificación del individuo, si ello es posible.

Para realizar la identificación radiológica resulta imprescindible contar con placas premortem, aportadas generalmente por las familias a los efectos de compararlas con las postmortem. Este análisis comparativo permite establecer criterios de inclusión o exclusión. Cualquier área del esqueleto puede ser útil para la identificación, pero existen huesos o estructuras de especial interés. En el cráneo son de enorme utilidad los senos frontales. Estas cavidades con distinto grado y forma de neumatización resultan de vital importancia ya que no existen dos personas con senos frontales idénticos (figura 1).



**Figura 1.** Senos frontales de distintos individuos en proyección de Waters. Mentonasopla

**Fuente.** Vázquez (10).

Por otra parte, la forma y características de la silla turca, la región mastoidea y los canales vasculares del cráneo también pueden ser consideradas para identificación. La radiología odontológica provee datos valiosos en el momento de la identificación, como

son cantidad y tipo de arreglos dentarios, ausencia de piezas y/o tratamientos realizados (figura 2).



**Figura 2.** Rx panorámica odontológica

**Fuente.** Vázquez (10).

El estudio de la columna vertebral, comenzando por la cervical, donde incluyen en parte a las mandíbulas, puede en ocasiones ser de gran ayuda cuando no se cuenta con las placas radiográficas odontológicas. En cuanto al resto de la columna vertebral,

especialmente la forma, tamaño y disposición de los osteofitos, apófisis transversas, espinosas y calcificaciones, brinda buenos resultados siempre que existan elementos comparativos (figura 3).



**Figura 3.** Rx columna cervical perfil

**Fuente.** Vázquez (10).

En ocasiones una única peculiaridad esquelética como una malformación o secuelas fracturarias, quirúrgicas, prótesis o patología ósea preexistente pueden ser suficientes para el reconocimiento (figuras 4 y 5); en otros casos, cuando no existe detalle de relevancia, a mayor número de detalles

óseos coincidentes, mayor certeza en la individualización y posterior identificación. Citando a Reverte Coma (médico antropólogo, investigador y escritor español), la presencia de 10 a 12 puntos de coincidencia en la zona que se analiza da la seguridad de una correcta identificación.



**Figura 4.** Fractura con pseudoartrosis cuello humeral derecho

**Fuente.** Vázquez (10).



**Figura 5.** Material de osteosíntesis a nivel de radio izquierdo

**Fuente.** Vázquez (10).

### **TOMOGRAFIA COMPUTADA (TC)**

La TC es un estudio de imagen cuya técnica se basa en la combinación de Rayos X

y sistemas informáticos para conseguir una serie de imágenes transversales de una estructura, que ofrecen información de anato-

mía en tres dimensiones. Gracias a ello es posible estudiar con precisión, detalles de las vísceras, huesos, tejido muscular, graso, entre otras estructuras.

### Origen y evolución

La TC fue desarrollada en 1972 por Godfrey Hounsfield y Allan Cormack como instrumento para el estudio del cuerpo humano a partir de múltiples "cortes". La primera aplicación documentada de esta técnica de imagen en las ciencias forenses fue en 1977 para el análisis de una lesión por arma de fuego en un cráneo. Si bien al inicio no existía la posibilidad de realizar reconstrucciones tridimensionales y modelos digitales, en la actualidad ya es posible la obtención de imágenes casi perfectas y la revisión de las mismas en cualquier plano anatómico con la ayuda de la tecnología.

El principio de funcionamiento de esta máquina está basado en los rayos X y la capacidad de absorción de los mismos por los diferentes tejidos y densidades. De esta forma, las imágenes obtenidas permiten no solo la identificación de material orgánico (huesos, cartílagos y tejido conectivo entre otros), sino que también puede detectar la presencia de los denominados cuerpos extraños (materiales protésicos, vestigios de proyectiles, metales y otros) que potencialmente facilitan el proceso de reconstrucción e identificación a través de las imágenes (1,3,6).

### Utilidad en la identificación forense

A pesar de los beneficios que aportan estas tecnologías y su potencial dentro del campo de la antropología forense, cabe destacar que su utilización en el mismo es bastante limitada. Esto debido a que la mayoría de profesionales del campo de la criminalística, sobre todo aquellos que laboran en países en vías de desarrollo como el Ecuador, no poseen el acceso a este tipo de estudios, ya que por lo general su costo es elevado. De la misma forma, se requiere una amplia infraestructura informática para la manipulación y reconstrucción de las imágenes.

No obstante, el estudio tomográfico de los restos óseos puede facilitar la identificación de restos óseos mediante la estimación del perfil biológico de los mismos. Este perfil se compone de datos relevantes como la aparición de los centros de osificación, la fusión de las epífisis de crecimiento y los patrones de erupción dentaria entre otros que ayudan a la estimación de la edad, sobre todo cuando se trata de restos de niños y/o adolescentes. En cuanto a los adultos, recientemente se ha implementado el estudio de la osificación del cartílago costal para la estimación de la edad.

Para los antropólogos forenses, el análisis de los detalles anatómicos de las osamentas mediante las reconstrucciones tridimensionales elaboradas por TC es bastante prometedor, sobre todo si se trata de restos que aún poseen adheridos tejidos blandos que puedan ser empleados para otro tipo de investigación en el ámbito del laboratorio de criminalística. Un ejemplo de lo anterior es la medición a partir de los puntos osteométricos utilizando las reconstrucciones tridimensionales, estudio que convencionalmente solo se podía realizar sobre el hueso seco y que brinda información importante referente a la edad, sexo y posible etnia de los huesos estudiados, elementos cruciales para una buena identificación.

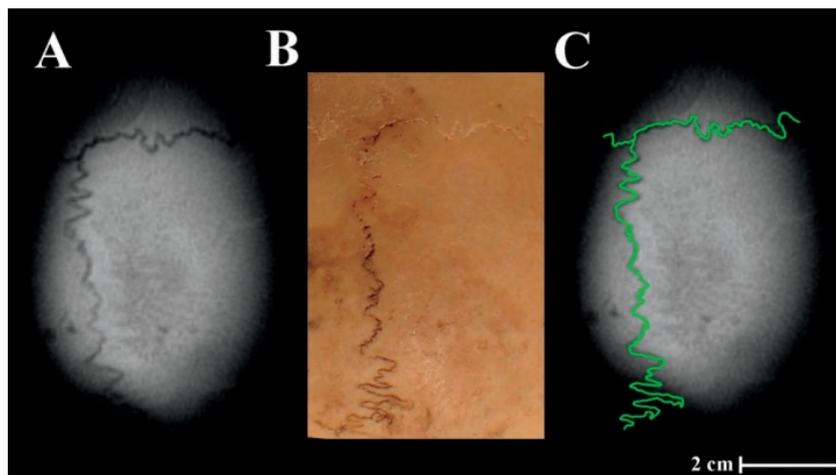
Si bien es cierto que la fiabilidad de la TC en la identificación forense requiere de más estudios para la validación de los métodos específicos. Su estandarización e implementación abriría las puertas a un nuevo mundo en el análisis métrico de restos óseos, ayudando a la identificación de datos como el sexo, la ascendencia, la estatura, la edad aproximada y otros. Actualmente, los antropólogos forenses que utilizan estas innovadoras tecnologías lo realizan con mucha cautela, siendo la medición osteológica el examen de oro, la creación paulatina de bases de datos de imágenes y la facilidad que confiere el almacenamiento digital permiten el abordaje multidisciplinario para la identificación y la preservación de las evidencias a

lo largo del tiempo. Tal es así que, a medida que estas ideas continúen en auge, se podría atestiguar la creación de modelos y colecciones esqueléticas virtuales accesibles desde cualquier parte del mundo.

En este sentido, la sínfisis del pubis, articulación frecuentemente utilizada para la determinación del sexo y la edad del individuo, ha sido evaluada mediante modelos de imágenes tomográficas, obteniendo resultados prometedores. De la misma forma en la literatura científica se citan la medición de la superficie auricular y las mediciones del cráneo, mismos que se desarrollan actualmente mediante la implementación de modelos en tres dimensiones y escaneos de superficie por TC, lo cual permite no solo la medición, sino también la determinación de la morfometría o estudio de los contornos, curvas y superficies óseas, eliminando la subjetividad de la apreciación visual humana. Tal es así que los investigadores Garvin y Ruff emplean modelos 3D creados a partir de TC para el análisis objetivo del sexo y la ascendencia en las crestas supraorbitarias y mentones de cráneos (8,12).

En algunos países de Latinoamérica emplean imágenes digitales obtenidas por TC para detallar estructuras craneales y dentales, ya que la odontología forense también tiene interés en la identificación de restos óseos. De esta forma, además de estimar rasgos y características mediante las imágenes de las osamentas, se puede realizar la comparación con los registros médicos antemortem para la localización de posibles coincidencias y, de esta manera, reducir el campo de búsqueda de identidad humana (13).

La disponibilidad de registros médicos y además de imágenes tomográficas digitales antemortem también son mencionadas como armas invaluable en la identificación forense de restos óseos. Inclusive en casos donde no exista una adecuada conservación de las osamentas, la reconstrucción de manera virtual, la disponibilidad de imágenes anteriores en un registro adecuado y el ojo entrenado del antropólogo pueden lograr captar detalles de singularidad. Las herramientas brindadas por la tecnología actual también son de gran ayuda en estos casos, ya que facilitan la comparación de las imágenes mediante la contraposición y la elaboración de modelos de reconstrucción facial (figura 6).

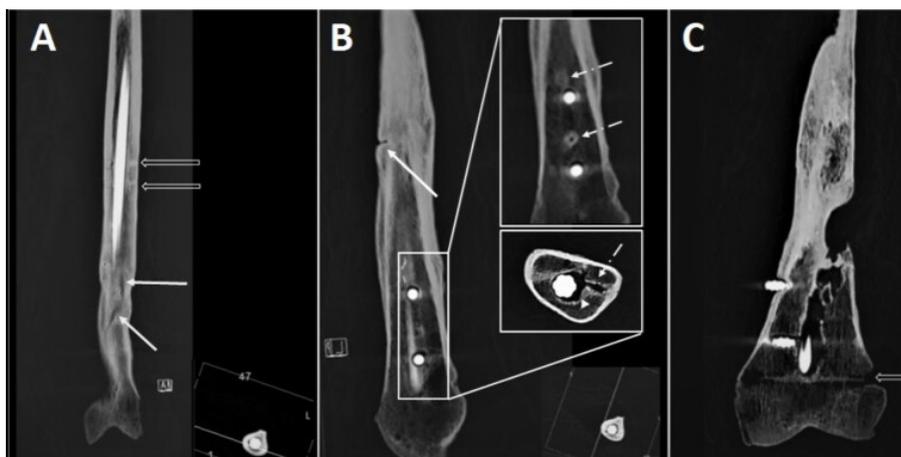


**Figura 6.** Comparación de imágenes tomográficas de suturas craneales antemortem y postmortem para la identificación forense

**Fuente.** Garvin y Sotck (8).

Un ejemplo de lo anterior es lo referido por Petaros et al. en su reporte de caso, donde la combinación del análisis antropológico y de las imágenes generadas por TC confirmaron la identidad de un individuo que llevaba aproximadamente 10 años desaparecido. Esto fue posible gracias a la disponibilidad del historial médico antemortem, donde se reflejaba el antecedente de una fractura traumática de fémur derecho por una precipitación y, varios años después

previo a la desaparición el impacto de un proyectil en el mismo hueso. Gracias al examen radiológico, se pudo identificar que dicha pieza ósea se había sometido a varios procedimientos con material de osteosíntesis, que existía el cayo óseo sobre la fractura curada adyacente al defecto de superficie causado por la bala, permitiendo no solo la identificación forense, sino también la determinación de los traumatismos antemortem en este caso (figura 7).



**Figura 7.** Imágenes obtenidas por TC donde se evidencian los vestigios traumáticos en el fémur derecho y restos de material de osteosíntesis que permitieron la identificación de los restos óseos

**Fuente.** Petaros et al. (15).

La identificación forense de restos óseos a partir de imágenes ha demostrado ser útil no solamente en condiciones donde se encuentran osamentas en estados avanzados de descomposición, sino también en ciertos escenarios donde existen elementos que aceleran dicho proceso o destruyen tejidos blandos se encuentran implicados. Un ejemplo de esto es el caso publicado por Adserias-Garriga et al. donde se encontró un cadáver con un gran porcentaje de superficie corporal (incluido el rostro) se encontraba quemado, determinando el tiempo estimado de muerte entre 24 y 48 horas. Ante tal desafío se realizó el estudio radiológico de las piezas dentales y se obtuvieron imágenes de los miembros inferiores como

parte del abordaje inicial. La identificación del cuerpo finalmente ocurrió gracias a la disponibilidad de registros médicos antemortem en el caso de las piezas dentarias y a la existencia de un material de osteosíntesis en la fíbula derecha con un número de serie que permitió rastrear el hospital al que acudía este individuo (14).

### RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN)

Se trata de otro estudio que no emplea radiación para la obtención de las imágenes, sino que se basa en el campo magnético que toda materia, al estar compuesta de átomos, presenta. Si bien es más costosa y

requiere de una mayor infraestructura para su implementación en relación a la TC, es más sensible a elementos blandos, sangre, grasas y similares que puedan encontrarse dentro del material óseo.

### Origen y evolución

La RMN es creada por Feliz Bloch t Edward Purcell en la década de 1940, inducida por los avances de la física nuclear del momento histórico. No obstante, su aplicación en el campo médico no sucedió hasta la los años 70, cuando se comprobó su utilidad para estudiar el cuerpo humano de manera no invasiva. Se basa en la utilización de un campo magnético potente que alinea los átomos de hidrógeno, abundantes en el cuerpo humano, haciendo que emitan una señal que es captada por un equipo altamente especializado para generar una imagen. Si bien es especialmente útil para la observación de estructuras blandas como el cerebro, la musculatura y los órganos internos, existen ciertas patologías osteomioarticulares que requieren de este estudio para su valoración. Actualmente, se consolida como una de las herramientas más utilizadas para realizar diagnósticos de manera no invasiva, ya que no utiliza radiación (4,12,19).

### Utilidad en la identificación forense

En cuanto a técnicas de imagen y su implementación en el campo de la identificación forense, la RMN no es muy utilizada en este sentido, ya que con el empleo de la TC se realiza prácticamente la mayor parte de estudios de restos óseos. Sin embargo, la RMN ha demostrado su valía cuando se requiere obtener información más detallada sobre detalles anatómicos relacionados con fracturas, anomalías o enfermedades del esqueleto, que pueden complementar la osteometría y contribuir a una identificación certera. Dada la capacidad de este examen para visualizar la morfología interna del hueso, es particularmente útil en casos donde el esqueleto se encuentra muy deteriorado, permitiendo así dilucidar datos relevantes como la edad aproximada (12,17).

Un ejemplo de lo anteriormente mencionado es el estudio de Martínez Vera et al. en el cual se emplearon imágenes generadas por RMN del manubrio del esternón para la estimación de la edad de los restos, obteniendo resultados bastante prometedores. Otro caso relevante donde la RMN fue particularmente útil suscitó en Argentina cuando se encontraron unos restos óseos en avanzado estado de descomposición y se planteó el desafío de lograr una buena identificación forense, ya que los registros de personas desaparecidas en esa zona eran considerables. En este caso en particular, la RMN sirvió como complemento a los estudios radiológicos convencionales y de TC para detectar platispondilia traumática de la vértebra D8, una patología ósea poco frecuente que jugó un papel clave en la identificación del individuo (figura 8).



**Figura 8.** Imagen obtenida por RMN de los restos humanos que muestran la presencia de platispondilia en la vértebra D8 (flecha roja)

**Fuente.** Nasti et al. (18).

### Conclusión

La irrupción de la TC y la RMN ha revolucionado el campo de la identificación forense, proporcionando un conjunto de herramientas poderosas y versátiles para el análisis

de restos óseos. Estas técnicas de imagen ofrecen varias ventajas sobre los métodos tradicionales, incluyendo la capacidad de generar imágenes tridimensionales detalladas, realizar estudios antropométricos, visualizar tejidos blandos y preservar la integridad de los restos.

Muchos estudios han indicado como estas tecnologías complementan con gran eficiencia los estudios de antropología forense tradicionales, facilitando el estudio de restos óseos y de cadáveres en estados avanzados de descomposición, ya que logran la identificación de objetos extraños, caracterizan lesiones y detalles anatómicos relevantes y evidencian otros hallazgos no siempre visibles al examen externo. Además, la disponibilidad de almacenamiento digital ha abierto nuevas puertas para la creación de bases de datos antropológicas que permitan el co-tejo y estudio de futuros casos.

La principal limitación en cuanto al uso de estas tecnologías es la accesibilidad a las mismas y la disponibilidad de una infraestructura adecuada, así como la existencia de personal capacitado para la implementación de dichas herramientas. No obstante, el ímpetu y deseo de continuar con el desarrollo de estas tecnologías en el campo de la antropología forense se mantienen y se aúnan esfuerzos para lograr este fin en un futuro no muy lejano.

### Bibliografía

- Campos D. Virtopsia: uso de la tecnología de imagen en el ámbito forense. *Gaceta internacional de ciencias forenses*. 2024;50:8-28.
- Carew RM, Errickson D. Imaging in forensic science: Five years on. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. marzo de 2019;16:24-33.
- Gallo RÁ, de la Carrera NDD, Foyo R. Relevancia de la virtopsia como método de inspección corporal no invasivo en las Ciencias Forenses. *Fundación H.A Barceló*; 2023.
- Mujica Blanco CL. Aplicación de Técnicas Radiológicas en Radiología Forense. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*; 2022.
- Toro N, Andrea N. Importancia de los métodos radiológicos en medicina forense. 18 de agosto de 2022 [citado 5 de febrero de 2025]; Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/51337>
- Garvin HM, Stock MK. The Utility of Advanced Imaging in Forensic Anthropology. *Acad Forensic Pathol*. septiembre de 2016;6(3):499-516.
- Calderon HIB. La intervención de la radiología e imagenología forense en la lesionología por radiación ionizante y no ionizante. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 28 de junio de 2022;6(3):2954-73.
- Vázquez Fanego HO. Investigación médico legal de la muerte: Tanatología forense. Buenos Aires: Astrea; 2004.
- Cardoso AV, Leandro GC, Cássia RD, Silva M do socorro de L. RADIOLOGIA FORENSE: IDENTIFICAÇÃO DE CORPOS POR IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA. *Revista Acadêmica Saúde e Educação [Internet]*. 5 de mayo de 2023 [citado 5 de febrero de 2025];1(02). Disponible en: <https://revistaacademicaafalog.com.br/index.php/falog/article/view/50>
- Coello JLC, Parra RDC, Pino JGL, Cevallos JEM. Identificación humana en cadáveres del Ecuador: avances y desafíos en técnicas forenses. *Anatomía Digital*. 5 de julio de 2024;7(2.2):54-75.
- Adserias-Garriga J, Feirstein S, Bell D, Skropits H, Dirkmaat DC. Human identification through forensic skeletal analysis: three case reviews. *Forensic Sci Res*. septiembre de 2024;9(3):owae053.
- Petaros A, Lindblom M, Cunha E. Combining anthropology and imaging to reconstruct antemortem trauma for identification purposes. *Forensic Sci Res*. septiembre de 2024;9(3):owae048.
- Martínez S, Lorena D. Aplicación de la Radiología en el Campo Forense. 27 de julio de 2022 [citado 5 de febrero de 2025]; Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/42183>
- Calderon HIB, Canchola CA, Benola LB. La Actuación de la Radiología e Imagenología Forense en México. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*. 28 de junio de 2024;4(2):2209-19.
- Nasti A, Díaz IA, Echandi F, Nasti A, Díaz IA, Echandi F. Análisis antropológico forense de restos humanos recuperados en Santa Cruz (Argentina). *Revista argentina de antropología biológica*. enero de 2023;25(1):59-59.

Mayor Ortega V. Antropología forense: Identificación con técnicas 3D, Lesiones en cadáveres, reconstrucción facial, biología del esqueleto, genética forense, origen evolutivo de enfermedades neurológicas, identificación víctimas de desastres masivos. 2021 [citado 5 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/46637>



### CITAR ESTE ARTICULO:

Ramírez Verdezoto, L. R., & Quintana Yánez, J. M. (2025). Identificación forense de restos óseos mediante imágenes de resonancia magnética y tomografía computarizada. RECIMUNDO, 9(1), 460–474. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(1\).enero.2025.460-474](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(1).enero.2025.460-474)