

# Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense

## *International Journal of Forensic Anthropology and Odontology*



Asociación Española de Antropología y Odontología Forense

Volumen. 1 | N°1 | Enero 2018



- ▶ **PROTOCOLO DE BÚSQUEDA, LEVANTAMIENTO Y EXHUMACION DE RESTOS HUMANOS.**  
Polo-Cerdá M. | García-Prósper E. | Crespo Alonso S. | Galtés I. | Márquez-Grant N.  
García-Rubio A. | Armentano N. | Muñoz Hernández V.
- ▶ **LA ARQUEOLOGIA EN EL CONTEXTO FORENSE ESPAÑOL. ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS.**  
Muñoz Hernández V. | Viéitez López A.
- ▶ **EL HUESO COMO MATRIZ PARA ANÁLISIS TOXICOLÓGICO FORENSE.**  
Morillas Fernández M.L. | Sepúlveda Pérez J. A. | Font Valsecchi G. | Morillas Fernández D. | Morillas Fernández A.
- ▶ **RASGOS PERIMORTALES DE LAS FRACTURAS DE HUESOS LARGOS.**  
Ignasi Galtés I. | Scheirs S. | Ortega M. | Rodríguez-Baeza A. | Malgosa A.
- ▶ **OSTEITIS MAXILAR COMO CAUSA DE MUERTE.**  
Serrulla Rech F. | Ramón Díaz-Varela A.

REVISTA INTERNACIONAL DE ANTROPOLOGÍA Y ODONTOLOGÍA FORENSE.  
International Journal of Forensic Anthropology and Odontology.

La Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (AEAOF) se fundó en 2006 en Madrid y está registrada en el Registro Nacional de Asociaciones de España con el número 587299. Realiza desde entonces una vez al año una reunión científica y está integrada hasta 2018 por 118 miembros. La actual Junta Directiva está formada por Fernando Serrulla (Presidente), Inmaculada Alemán (Vicepresidenta de Antropología), Stella Martín (Vicepresidenta de Odontología), Ignasi Galtés (Secretario), María Benito (Tesorera) y Luis Ríos (Vocal). La AEAOF mantiene activa una web ([www.aeaof.com](http://www.aeaof.com)) donde se aloja esta revista y tiene su dirección postal en la Unidad de Antropología Forense. Hospital de Verín 32600 Verín (Ourense).

EDITA:  
Asociación Española de Antropología y Odontología Forense.  
Unidad de Antropología Forense. Hospital de Verín  
32600 Verín (Ourense)

La Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense es una revista Open Access (OA) que comparte el Copyright con los autores: cada autor con respecto a su trabajo y el editor con respecto a la revista en sí misma.

La revista se adhiere a los principios y procedimientos dictados por el Committee on Publication Ethics (COPE)  
[www.publicationethics.org](http://www.publicationethics.org)



©Asociación Española de Antropología y Odontología Forense.

ISSN 2603-6797.

Maquetación: Fernando Salgado Iglesias.

---



**Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense**  
***International Journal of Forensic Anthropology and Odontology***

La Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense, es el órgano de expresión oficial de la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense.

**Director de la revista.**

Presidente de la AEAOF

Fernando Serrulla

**Comité Editorial.**

*Editor Jefe*

Miguel Botella

(Universidad de Granada)

*Editores asociados.*

Inmaculada Alemán

(Universidad de Granada)

Stella Martin de las Heras

(Universidad de Granada)

Francisco Etxeberria

(Universidad del País Vasco)

José Antonio Sanchez

(Universidad Complutense de Madrid)

Morris Tindball Binz

(Comité Internacional de la Cruz Roja)

*Redactor Jefe.*

Joan Viciano

(Universidad de Granada España, Universidad de Chieti-Pescara- Italia).

*Secretarios de Redacción.*

Cristina Amaya Ferrer (Instituto de Medicina Legal de Catalunya, Tarragona), Silvia Carnicero (Instituto de Medicina Legal de Cantabria, Santander) Gonçalo Carnim (Instituto Nacional de Medicina Legal de Portugal, Coimbra) Alexandra Muñoz (Universidad Complutense de Madrid) Valeriano Muñoz (Instituto de Medicina Legal de Toledo) Fernando Rodes Lloret (Instituto de Medicina Legal de Alicante) Antía Simón (Instituto Nacional de Medicina Legal de Portugal, Oporto).

### **Consejo Editorial.**

José Pablo Baraybar (Equipo Peruano de Antropología Forense), Alan Briem Stamm (Universidad de Buenos Aires, Argentina), Teresa Cabellos (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses), Cristina Cattaneo (Presidenta Sociedad Europea de Antropología Forense), Eugenia Cunha (Universidad de Coimbra, Portugal), Luis Fondebrieder (Equipo Argentino de Antropología Forense), Gabriel Fonseca (Sociedad de Odontostomatólogos Forenses Iberoamericanos), Anahí Ginarte (Equipo Argentino de Antropología Forense Argentina), Ana Hospital Rivas (Instituto de Medicina Legal de Catalunya, Girona), Marisol Intriago Leiva (Servicio Médico Legal, Chile, Amparo Jiménez (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses) Madrid, Norberto López Ramos (Cuerpo Médico Forense, Argentina), Esther Mora (Sociedad de Odontostomatólogos Forenses Iberoamericanos), Georgina Pacheco (Universidad de Costa Rica, Costa Rica), Roberto Parra (Presidente Asociación Latinoamericana de Antropología Forense), Vilma Pinchi (International Organization for Forensic Odonto-Stomatology), Joao Pinheiro (Instituto Nacional de Medicina Legal de Portugal), Angel J Reyes (Escuela de Antropología, Universidad Central de Venezuela), Claudia Rivera (Fundación Antropología Forense de Guatemala), César Sanabria Medina (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Colombia), Lorena Valencia Caballero (Universidad Nacional Autónoma de México), Cruz Valero (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses, Madrid).

### **Comité Científico.**

María Benito (Universidad Complutense de Madrid), Santiago Crespo (Instituto de Medicina Legal de Catalunya), Enrique Dorado (Instituto Anatómico Forense de Madrid), Ignasi Galtés (Instituto de Medicina Legal de Catalunya, Barcelona), Elisa García Prósper (Grupo Paleolab, Valencia), Almudena García-Rubio (Universidad Autónoma de Madrid), Elena Labajo (Universidad Complutense de Madrid), Concha Magaña (Instituto Anatómico Forense de Madrid), Assumpció Malgosa (Universidad Autónoma de Barcelona), Bernardo Perea (Escuela de Medicina Legal de Madrid), Manuel Polo (Instituto de Medicina Legal de Valencia), Luis Ríos (Museo de Ciencias Naturales de Madrid), Mercedes Salado (Equipo Argentino de Antropología Forense), Mercè Subirana (Instituto de Medicina Legal Catalunya, Barcelona) Aurora Valenzuela (Universidad de Granada).

### **Características generales.**

1. Revista en español sobre Antropología y Odontología Forense que acepta artículos también en inglés y portugués y que aspira a reunir las experiencias y los trabajos de investigación de investigadores, profesionales y expertos en Antropología y Odontología Forense del ámbito iberoamericano, así como a convertirse en un foro de encuentro y discusión científica. Se pretende editar inicialmente 1 ó 2 números al año.
2. Revista que se edita sólo de forma *on line*, descargable gratuitamente e incluida en la Plataforma Open Access de Revistas Científicas Españolas y Latinoamericanas del Centro Superior de Investigaciones Científicas. La revista estará alojada en la web de la AEAOF y seguirá el protocolo OAI-PMH (Open Access Initiative-Protocol for Metadata Harvesting) a fin de estar incluida en múltiples bases de datos y catálogos internacionales.
3. Revista editada por la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense.
4. El Consejo Editorial tendrá esencialmente funciones consultivas y está abierto a la incorporación de otros profesionales destacados de la Antropología y Odontología Forense del mundo.
5. La Secretaría de Redacción tiene funciones de gestión de la revista.
6. El Comité Científico está formado por destacados miembros de la Antropología y Odontología Forense a nivel mundial y podrán incorporarse más expertos propuestos por el Consejo Editorial.

## Información para los autores

1. Las personas interesadas en remitir un artículo para su publicación deberán registrarse a través de la web de la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (pestaña REVISTA) y seguir las instrucciones que aparecen en el programa para subir los diferentes archivos.
2. Cada trabajo remitido para su publicación será revisado por dos revisores independientes que conocerán el trabajo a publicar de forma totalmente anónima ('*peer review*'). La decisión de publicación será del Secretario de Redacción correspondiente oída la opinión de los revisores.
3. Los trabajos serán publicados según las recomendaciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, Normas Vancouver (<http://www.icmje.org>). La bibliografía deberá estar referenciada según Normas Vancouver.
4. La revista incluirá las siguientes secciones: EDITORIAL, ORIGINALES, REVISIONES, PRESENTACION DE CASOS, INFORMES DE ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE, ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE PRACTICA Y EN IMÁGENES e INFORMACION DE INTERÉS PARA LA ANTROPOLOGIA FORENSE IBEROAMERICANA (Cursos, Congresos, Ofertas de Trabajo, Formación,...). Podrán existir números monográficos.

**EDITORIAL:** Es un texto que podrá redactar alguien del Consejo Editorial o bien quien éste encargue sobre temas de actualidad o debate.

**ORIGINALES:** Se considerarán 'Originales' aquellas investigaciones originales en Antropología u Odontología Forense como estudios experimentales, Trabajos Fin de Grado o Master, Resumen de Tesis Doctorales, etc... Tendrán una extensión máxima de unas 20 páginas incluida la bibliografía.

**REVISIONES:** Se consideran 'Revisiones' aquellos estudios de revisión bibliográfica sobre uno o varios temas de interés. Tendrán una extensión máxima de 20 páginas incluida la bibliografía.

**PRESENTACION DE CASOS:** Se podrán presentar casos de forma breve con un máximo de 2 páginas de texto (incluida bibliografía) y 3 páginas de fotografías.

**INFORMES DE ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE:** En esta sección se podrán presentar directamente informes de casos, aunque los autores se responsabilizarán: 1º) De que el caso esté archivado judicialmente o tenga sentencia firme y 2º) Que en el texto y las fotos se respeten los derechos a la intimidad, al honor y la propia imagen de las víctimas. Los informes enviados a publicar podrán ser limitados en su publicación por razones no científicas atendiendo a las peculiaridades del caso. En estas situaciones el Consejo Editorial comunicara al autor/es los motivos de la limitación. Los informes en principio no tendrán limitación de páginas ni fotografías aunque el Consejo Editorial se reserva negociar con el/los autor/es la extensión.

**ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE EN IMÁGENES:** Se trata de una sección en la que se podrán exponer de forma muy resumida y gráfica aspectos de interés en Antropología u Odontología Forense. Tendrán un texto breve (máximo 250 palabras) y las imágenes que se consideren necesarias hasta un máximo de 5 páginas.

**NOTICIAS DE INTERES:** Se podrá incluir todo tipo de información que pueda tener interés para los lectores en relación con la Antropología y Odontología Forenses.

**BIBLIOGRAFIA:** En todas las secciones deberá existir un apartado final de bibliografía de acuerdo con las normas Vancouver. Las referencias bibliográficas listadas al final aparecerán todas en el texto ordenadas según orden de aparición y entre corchetes (por ejemplo: [4]) al tamaño de la letra que se escribe.

5. **MANUSCRITO:** Los autores deberán tener en cuenta lo siguiente: El manuscrito deberá enviarse completo en Word con TITULO (en español en inglés), AUTORES (Apellidos y Nombre, indicando la filiación de cada uno de ellos), RESUMEN con PALABRAS CLAVES (en castellano e inglés), MANUSCRITO con IMÁGENES Y TABLAS situadas en el texto cerca de su referencia y BIBLIOGRAFIA en normas Vancouver. Será necesario enviar las imágenes y figuras por separado con calidad suficiente (no inferior a 200 ppp) así como las tablas que deberán ser incluidas en hojas separadas.



# ÍNDICE

EDITORIAL .....	5
1. PROTOCOLO DE BÚSQUEDA, LEVANTAMIENTO Y EXHUMACIÓN DE RESTOS HUMANOS. <i>PROTOCOL OF SEARCH, ANALYSIS AND EXHUMATION OF HUMAN REMAINS</i> Polo-Cerdá M, García-Prósper E; Crespo Alonso S, Galtés I, Márquez-Grant N, García-Rubio A, Armentano N, Muñoz Hernández V .....	7
2. LA ARQUEOLOGÍA EN EL CONTEXTO FORENSE ESPAÑOL. ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS. <i>ARCHAEOLOGY IN THE SPANISH FORENSIC CONTEXT. CURRENT STATUS AND PROPOSALS.</i> Muñoz Hernández V. <sup>1</sup> , Viéitez López A .....	25
3. EL HUESO COMO MATRIZ PARA ANÁLISIS TOXICOLÓGICO FORENSE. <i>BONE AS A MATRIX FOR FORENSIC TOXICOLOGICAL ANALYSIS.</i> Morilla Fernández ML, Sepúlveda Pérez JA; Font Valsecchi G, Morillas Fernández D, Morillas Fernández A .....	31
4. RASGOS PERIMORTALES DE LAS FRACTURAS DE HUESOS LARGOS. <i>LONG BONE FRACTURES PERIMORTEM TRAITS.</i> Galtés I, Scheirs S; Ortega M, Rodríguez-Baeza A, Malgosta A.....	41
5. OSTEITIS MAXILAR COMO CAUSA DE MUERTE. <i>OSTEITIS MAXILLARY AS CAUSE OF DEATH.</i> Serrulla Rech F, Díaz-Varela AR .....	45



## **Editorial**

### **IBEROAMÉRICA.**

Comenzamos una nueva etapa. La Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (AEAOF) impulsa un proyecto que pretende ser el proyecto del mundo Iberoamericano. En Español, la lengua que nos une, pero contando -como no puede ser de otra manera- con el Portugués y sin excluir al Inglés la lengua más utilizada en las publicaciones científicas. Todos los profesionales de la Antropología y la Odontología Forenses sabemos que quizás donde más se practican estas disciplinas es en la parte centro y sudamericana del continente americano. Las dictaduras, la violencia criminal común, los grupos armados incontrolados o los estados corruptos son responsables del importante desarrollo de estas disciplinas. Justo es por lo tanto que nuestra iniciativa tenga el foco puesto en esta parte del mundo. Para que consideren esta revista como suya, para facilitar la publicación de sus casos o informes. En definitiva para difundir un conocimiento que a todos nos ayudará a ser mejores profesionales y más rigurosos.

Pero esta revista científica no es solo esto, es también un medio de comunicación, un órgano de expresión de la AEAOF y queremos también que sirva para establecer sólidos puentes de unión entre los profesionales del mundo Iberoamericano. Ya hemos establecido acuerdos con la Asociación Latinoamericana de Antropología Forense (ALAF) y con la Sociedad de Odontoesomatologos Forenses Iberoamericana (SOFIA) para que podamos presentar comunicaciones orales en los respectivos congresos. Nuestras sociedades científicas tienen y deben de mantener contactos permanentes y colaborar en todo lo que podamos.

Queremos agradecer a todos los profesionales que han colaborado desinteresadamente para crear la revista: a los miembros tanto del Comité Científico como Editorial así como a todos los Editores. Gracias también al responsable directo de la revista

Por último agradecer a los autores su colaboración en la edición de este primer número. Es importante y necesario difundir nuestros conocimientos e investigaciones. Espero que disfruten y que nos hagan llegar sus aportaciones para seguir creciendo todos.

Fernando Serrulla

Presidente de la AEOAF







**ORIGINAL**

# Protocolo de búsqueda, levantamiento y exhumación de restos humanos.

## PROTOCOL OF SEARCH, ANALYSIS AND EXHUMATION OF HUMAN REMAINS.

Polo-Cerdá M<sup>1,2</sup>, García-Prósper E<sup>2</sup>; Crespo Alonso S<sup>3</sup>, Galtés I<sup>4,5,6</sup>, Márquez-Grant N<sup>7</sup>,  
García-Rubio A<sup>8,9</sup>, Armentano N<sup>6,10</sup>, Muñoz Hernández V<sup>11</sup>

- 1 Unidad de Antropología y Odontología Forense. Servicio de Patología Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Valencia.
- 2 Grupo Paleolab@. E-mail: grupopaleolab@gmail.com
- 3 Unidad de Antropología Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Cataluña. E-mail: 27790sca@comb.cat
- 4 Unidad de Antropología Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Cataluña. E-mail: ignasigaltes@gmail.com
- 5 Unidad Medicina Legal y Forense. Universitat Autònoma de Barcelona.
- 6 GROB, Unitat d'Antropologia Biològica. Universitat Autònoma de Barcelona.
- 7 Cranfield Forensic Institute. Cranfield University, Defence Academy of the United Kingdom. E-mail: nmg104@hotmail.com
- 8 Departamento de Antropología Física. Sociedad de Ciencias Aranzadi. E-mail: almugarciarubio@yahoo.es
- 9 Unidad de Antropología Física. Universidad Autónoma de Madrid.
- 10 ANTROPÒLEGS.LAB. E-mail: armentano.nuria@gmail.com
- 11 Sección de Patología Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Ciudad Real y Toledo. E-mail: forensemher@gmail.com

**RESUMEN:** La Antropología forense se concibe actualmente como una ciencia multidisciplinar, cuyos objetivos van más allá de la identificación de unos restos esqueléticos. Dentro de esta multidisciplinariedad, juega un papel preponderante la Arqueología forense. La Arqueología forense participa como método de aplicación de las técnicas arqueológicas clásicas a la búsqueda, levantamiento y exhumación de unos restos humanos en un contexto judicial en el que es fundamental el esclarecimiento de las circunstancias de la muerte. Atendiendo a la actual legislación española, específicamente en el ámbito penal, creemos que existen bases legales suficientes como para permitir la inclusión del especialista en Antropología y Arqueología Forense en estos casos. Este protocolo analiza las posibilidades de inclusión, así como el marco formativo, objetivos y actuación específica de los profesionales de la Antropología y fundamentalmente Arqueología en la investigación medicolegal de la muerte.

**PALABRAS CLAVE:** Antropología forense, arqueología forense, tafonomía, ciencias forenses.

**ABSTRACT:** Forensic anthropology is actually defined as a multidisciplinary science, whose objectives go beyond the identification of skeletal remains. Forensic Archeology plays an important role in this multidisciplinary. Thus, Forensic Archeology applies classical archaeological techniques to the search, analysis and exhumation of human remains in a judicial context. In this field, clarification of the circumstances of death is fundamental. In accordance with the current Spanish legislation, specifically in the criminal field, we believe that there are enough legal basis to allow the inclusion of the specialist in Forensic Anthropology and Archeology in judicial cases. This protocol, analyzes the possibilities of inclusion, as well as the training framework, objectives and specific action of the professionals of Anthropology and fundamentally Archeology in the medicolegal investigation of death.

**KEY WORDS:** Forensic anthropology, forensic archeology, taphonomy, forensic sciences.

**CONTACTO:** M Polo-Cerda. E-mail: grupopaleolab@gmail.com

### 1. INTRODUCCIÓN.

El campo de actuación de la Antropología Forense ha ido aumentando a lo largo del tiempo debido a la problemática, cada vez mayor, que surge en el proceso de identificación de un cadáver (Dirkmaat et al, 2008). Un ejemplo claro de ello

son los sucesos con víctimas múltiples derivados de desastres naturales, accidentes colectivos o atentados terroristas (Mundorff, 2012). Sin embargo, la mayoría de casos objeto de estudio en un laboratorio de Antropología Forense vienen dados por uno solo o pocos cadáveres que se puedan encontrar en fase de reducción esquelética, total o

parcialmente, en mal estado de conservación o bien en proceso avanzado de putrefacción.

Estos restos los podemos encontrar bien en superficie o bien inhumados, entre las situaciones más comunes. Desde el punto de vista forense, la mayoría de casos son del primer grupo, mientras que los segundos suelen ser hallados como consecuencia de obras accidentales o bien en el contexto de una confesión judicial o un testimonio obtenido en el curso de una investigación policial.

A nadie debería extrañar que en todas las actuaciones médico-legales donde un cadáver se encuentre enterrado deberían participar otros profesionales especializados con el registro y este tipo de escenas, como son los arqueólogos (Polo-Cerdá, 2002). Sin embargo, en España esta circunstancia se antoja una excepción, no siendo su participación una norma establecida (Márquez-Grant et al, 2016). A pesar de ello, el reciente protocolo *“Guía de recomendaciones para la práctica de la exhumación en los casos de posible sustracción de recién nacidos”* (Ministerio de Justicia, 2012) establece una recomendación sobre *“la presencia de un experto en Arqueología Forense para la búsqueda, localización y excavación de una inhumación en tierra”*, indicando además que *“este experto codirigirá la exhumación con el responsable del equipo médico forense y emitirá el informe correspondiente sobre su actividad que se adjuntará al informe del equipo Médico Forense”*. Así pues, observamos que a nivel técnico-científico la figura del arqueólogo forense se plantea necesaria en determinados casos de actuación.

En otro ámbito de actuación complejo, que se suele desarrollar dentro un proceso principalmente de orden administrativo (excepcionalmente también judicial), como son las exhumaciones de víctimas de la guerra civil y la dictadura, el protocolo de actuación publicado en la Orden PRE/2568/2011, de 26 de septiembre (B.O.E, n° 232, martes 27 de septiembre de 2011), recomienda que la participación de arqueólogos que *“dirigirán la actuación desde el punto de vista de la arqueología”*, antropólogos forenses que *“realizarán la investigación in situ cuando sea necesaria y la vigilancia del traslado de los materiales”*, y médicos forenses *“si la exhumación se realiza dentro de un cementerio”*. Indudablemente, la experiencia adquirida por equipos interdisciplinarios en esta materia ha permitido un desarrollo de la *“arqueología forense”* en España que debería tener su traslación al ámbito judicial y médico-legal (Etxeberria, 2005; Polo-Cerdá, 2008; Polo et al, 2009; Polo-Cerdá y García-Prósper, 2010; Malgosa et al, 2010; Rios et al, 2012; Etxeberria, 2012; Herrasti y Jiménez, 2012; Polo et al, 2012, 2013; Herrasti et al, 2014; Rios et al, 2014; Marquez-Grant, 2015).

Así pues, y a la vista de su necesaria participación en casos de posibles sustracciones de recién nacidos o en exhumaciones

de víctimas de la guerra civil y la dictadura franquista, de alguna forma habría que articular la presencia ocasional y específica del especialista en arqueología forense dentro de la praxis médico-legal habitual con el fin de mejorar el registro, cadena de custodia, estudio de la escena y la correcta recuperación de cadáveres esqueletizados o en avanzado estado de descomposición. En estos casos, el equipo forense constituido por el médico forense y la policía judicial o científica, además de otros expertos, debería incorporar como perito al *“especialista en arqueología forense”*.

En este sentido y tratando de articular la presencia del especialista en arqueología forense dentro del procedimiento judicial penal, revisando la normativa al respecto hemos de señalar que la Ley de Enjuiciamiento Criminal establece, en el capítulo II referente al *“cuerpo del delito”*, en su artículo 348, que *“cuando en algún caso, además de la intervención del Médico Forense, el Juez estime necesaria la cooperación de uno o más facultativos hará el oportuno nombramiento”*. Posteriormente, señala que la designación de peritos debe recaer, en principio, en personal técnico adscrito a los órganos jurisdiccionales. Pero cuando por razón de la materia a que se refiera el informe no existan técnicos y organismos dependientes de la administración de justicia, se recurrirá a funcionarios, organismos o servicios técnicos dependientes de otras administraciones públicas (De Luca et al, 2013). Es dentro de este marco legislativo donde podría encuadrarse la inclusión del Arqueólogo Forense en la intervención judicial penal referida al levantamiento de cadáveres esqueletizados o en mal estado y al estudio de la escena o lugar de los hechos.

En este marco de actuación, la Arqueología forense participa como método de aplicación de las técnicas arqueológicas pero con ligeras variaciones. La importancia que tiene la incorporación al equipo forense de un especialista en ésta ciencia, radica en que cuenta con la preparación adecuada para llevar a cabo tareas de prospección y exhumación de campo, que son propias de su disciplina. Sin embargo, también es necesario que el arqueólogo esté formado en el ámbito del proceso penal, situación que habitualmente no se da. Resulta importante destacar que el arqueólogo en general no está preparado para acometer su función pericial en el ámbito judicial, por lo que debería haber una formación específica desde el ámbito médico-legal hacia estos profesionales con el fin de que finalmente existiera una verdadera especialización en Arqueología forense.

Más allá de estos objetivos, el equipo constituido por arqueólogo-antropólogo debería ya participar en las tareas de búsqueda y localización de los restos, como una metodología más a utilizar entre las disponibles por parte de las Unidades de policía dedicadas a la investigación de personas desaparecidas.

La Arqueología forense se vale de la investigación previa (bibliografía, entrevistas, estudios del terreno, climatología, tipo de vegetación, etc...), las tareas de prospección del terreno, incluyendo sondeos si así se requiriera, y las relativas a la excavación con elementos propios de la arqueología tradicional adaptados a la práctica forense. Por otro lado, hemos de tener en cuenta que no todos los médicos forenses tienen un conocimiento exhaustivo en antropología forense, por lo que es conveniente que el proceso de exhumación esté codirigido por especialistas en antropología y arqueología forense, habitualmente coordinados por el médico forense de guardia designado por el juzgado de instrucción correspondiente. En todo este proceso, los especialistas en policía científica se encargarán de la inspección ocular (el perimundo del cadáver) y de la recogida y análisis de evidencias de interés criminalístico. Huelga decir la importancia de toda esta información en la investigación judicial. Sirva como ejemplo el hecho de que el estudio del lugar de aparición o forma de encontrarse los restos ya puede orientar hacia el tipo de muerte. Así mismo, la data de la muerte se podrá circunscribir mejor si estudiamos los elementos de la escena y los correlacionamos con el cadáver.

Por todo lo anterior es necesario establecer unas pautas de actuación básicas ante el hallazgo de un cadáver a identificar en fase de reducción esquelética o en avanzado estado de putrefacción, que permitan la recogida de la máxima información posible de los restos, de su entorno, de las circunstancias que lo rodean, y de su posterior traslado al laboratorio de Antropología Forense correspondiente para su análisis e identificación.

## 2. METODOLOGÍAS DE INTERVENCIÓN.

La Arqueología tradicional es una ciencia empírica centrada en el estudio de la cultura a través de los vestigios materiales. Además de ciencia, también es una metodología perfectamente exportable a ámbitos de la investigación criminal.

Conviene establecer los principales aspectos en los que interviene la arqueología como método y su aplicación en el ámbito forense. En este sentido, la Arqueología funeraria ha desarrollado aspectos metodológicos propios que son transferibles al ámbito médico-legal.

### 2.1. La metodología arqueológica tradicional.

De forma genérica se podría decir que la investigación arqueológica de campo se puede desarrollar en tres fases: la prospección, la excavación (del hallazgo arqueológico) y la

datación (de dicho hallazgo). Las dos primeras se consideran intervenciones activas para la obtención de datos, y la tercera, la datación, es objetivo resultante de las anteriores. Estas actuaciones pueden desarrollarse en la evolución científica de un mismo proyecto, entendiendo la prospección como el paso previo, o tal vez, se desarrolle directamente la excavación dada la positividad de resultados tras la investigación inicial. Lo que está fuera de duda es la necesidad de establecer una datación relativa como resultado del trabajo de prospección y/o excavación.

Los especialistas intervinientes deben ser necesariamente arqueólogos titulados que bajo su experiencia dirigen ambas acciones (prospección-excavación). La participación de la figura del antropólogo se antoja fundamental para el correcto estudio bioantropológico, tanto en la fase de campo (como la toma de datos relativos a gestos funerarios, registro de medidas antropométricas de salvamento o implicaciones tafonómicas, entre otras muchas cuestiones), como la posterior de laboratorio.

Cada una de estas acciones o momentos contienen elementos metodológicos interesantes que resumimos en el siguiente organigrama (Fig. 1):

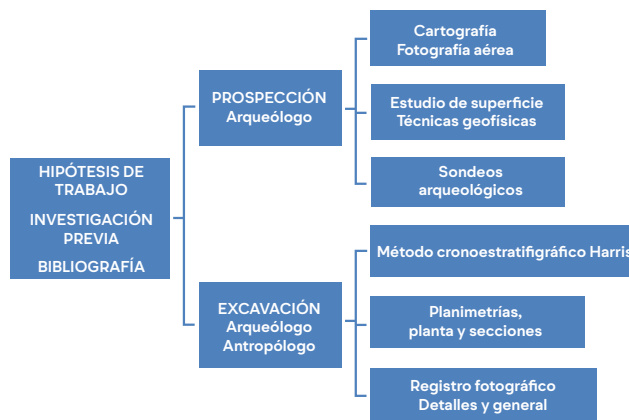


FIG. 1. Personal y métodos en Arqueología tradicional.

### 2.2. Aplicaciones metodológicas en el ámbito forense.

Ya se ha hecho referencia a que la experiencia obtenida de la Arqueología tradicional, concretamente la funeraria, y la incorporación a estas tareas de la antropología física, ha supuesto un importante campo de experimentación cuyas prácticas son exportables a otras disciplinas.

La práctica en arqueología forense utiliza elementos comunes de la investigación arqueológica tradicional, siendo el objetivo fundamental el hallazgo, la identificación y la data.

A nuestro juicio podríamos decir que algunas de las cuestiones propias de la arqueología forense, y que difieren de la tradicional, residen en la investigación previa. En este sentido, son fundamentales la toma de datos en relación a la observación del entorno, el estado de la vegetación, la climatología, entrevistas, características socio-culturales, económicas y poblacionales, entre otras cuestiones, todos ellos aspectos fundamentales en la investigación judicial.

En el siguiente organigrama (Fig.2) recogemos la traslación de los métodos arqueológicos clásicos al ámbito propio de una investigación criminal:

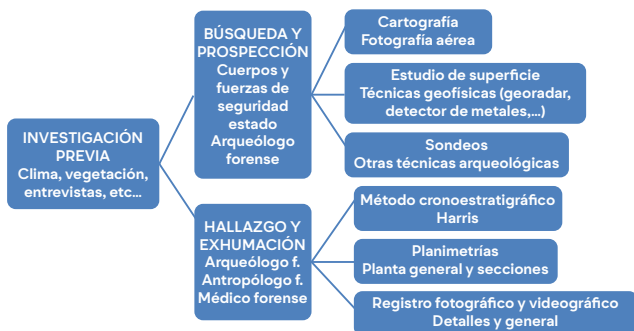


Fig. 2. Personal y métodos en Arqueología Forense.

Los especialistas intervinientes en la investigación criminal son de dos tipos: los miembros especializados de Cuerpos y Fuerzas de Seguridad Estado (Policía Judicial, Policía Científica y otros cuerpos autonómicos) y el médico forense de guardia designado. Obviamente, en todos aquellos casos en los que el cadáver se encuentre en fase esquelética y/o enterrado (o semienterrado), junto a los especialistas habituales (médico forense de guardia y policía judicial-científica), deberán participar obligatoriamente otros como el antropólogo forense, el cual suele estar integrado dentro del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses interviniente, y el arqueólogo forense, al que habría que recurrir de manera específica en estos casos mediante un sistema análogo al de designación de peritos judiciales.

De acuerdo con la Ley de Enjuiciamiento Criminal, la inspección ocular será dirigida por el cuerpo policial designado, y la eventual exhumación y levantamiento del

cadáver por el médico forense de guardia, el cual será el responsable de redactar la diligencia de levantamiento de cadáver, informe forense integrado (Serrulla y Verano, 2013) donde se incorporará el informe emitido por el experto en arqueología forense en aquellas tareas en las que haya participado (prospección, sondeos, exhumación). Cabe recordar, que todo el proceso de investigación estará bajo la dirección del juez instructor de guardia.

### 3. PAUTAS DE ACTUACIÓN.

Tras la noticia de la aparición de restos óseos humanos, lo primero es proceder a comunicar el hallazgo a la Unidad de Antropología Forense adscrita al Servicio de Patología del IMLCF correspondiente. Es importante que el médico forense de guardia informe del hallazgo y actúe como mediador ante el Juez de guardia, explicando la necesidad de programar la intervención mediante un equipo especializado y no precipitarse en la recuperación de restos.

#### 3.1. Prospección y sondeos.

Cuando se trata de casos en los que hay indicios de que un cadáver se haya en superficie o semiculto, lo más recomendable es llevar a cabo recorridos pedestres, es decir, efectuar una **prospección** al igual que se desarrolla en la arqueología tradicional. Para esta intervención se requiere de un número considerable de personas (habitualmente miembros policiales) que dependerá lógicamente de la topografía de la zona a explorar. El equipo debería coordinarse mediante una dirección policial, antropológica y arqueológica, y deberá dividirse en personas alineadas y separadas, dispuestas de norte a sur y de oeste a este. El objetivo fundamental será observar cualquier indicio en superficie o bien alteración del terreno que indique una posible fosa o hallazgo en superficie, el cual es caso de localización habrá que georeferenciar. Métodos arqueológicos tradicionales como el georadar, el uso del detector de metales y la interpretación fotográfica o cartográfica son de especial utilidad en su aplicación forense. Así mismo, el uso de perros adiestrados también puede ayudar a la detección de restos humanos enterrados u ocultos.

Es posible que tras la prospección se localicen posibles lugares de ocultación de una o más fosas de tipo clandestino. En esos casos conviene realizar sondeos previos que confirmen la positividad o no del hallazgo. Estos sondeos se

podrán efectuar con la ayuda de medios mecánicos (preferentemente máquina excavadora de pequeño tamaño con cazo o pala sin dientes), siempre bajo la supervisión del arqueólogo forense y la policía designada. Una vez rebajado el sustrato, y con la toma de cotas necesaria para su referencia, se determinará su ampliación hasta controlar los límites de una posible fosa.

Todo el procedimiento deberá referenciarse en un informe técnico, en el cual se añadirán todos los documentados gráficos necesarios con el fin de poder indicar el estado previo a la intervención así como las actuaciones posteriores (exhumación).

En estas intervenciones es recomendable la contribución del arqueólogo forense en conjunción con la participación de los miembros policiales previamente entrenados en esta materia, el médico forense de guardia y el antropólogo forense (el cual debería estar presente también en las primeras fases junto con el arqueólogo).

La toma de datos debe realizarse en un cuaderno de trabajo (diario de intervención), además de realizar planimetrías o croquis y las fotografías necesarias para su correcta documentación (cenital, de detalle, etc...). Se aconseja grabar videográficamente todas las actuaciones con el fin de servir de soporte en la investigación.

Por último, se deberá redactar un informe técnico que reúna todas las observaciones y datos obtenidos durante el desempeño de estas funciones, el cual, como ya hemos indicado anteriormente, se incorporará a la diligencia de levantamiento de cadáver, de la cual se hará responsable el médico forense designado.

### 3.2. Exhumación.

Una vez localizados los hallazgos, éstos pueden ser, por su frecuencia, en el contexto de cuatro situaciones fundamentalmente, y en cada una ellas se procederá a actuar de una forma diferenciada:

1. Hallazgo en superficie de un cadáver esqueletizado o de restos óseos dispersos.
2. Cadáveres enterrados (o semienterrados), recientes, en avanzado estado de descomposición o esqueletizados.
3. Cadáver/es esqueletizado/s sumergido/s total o parcialmente (en pozos, fosas sépticas, lagunas, etc...).
4. Cadáver esqueletizado en un lugar confinado (nichos, tumbas construidas bajo tierra, panteones, etc...).

#### 3.2.1. Hallazgo en superficie de un cadáver esqueletizado o de restos óseos dispersos.

Estableceremos dos fases, una no invasiva y otra invasiva, en función de si entramos o no en el área que rodea los restos. Las situaciones de los restos óseos pueden ser diversas, si bien las más habituales serán restos óseos con o sin componentes de ropas y restos óseos carbonizados o incinerados.

En la **fase no invasiva** documentaremos todos los hallazgos desde la periferia de los restos y realizaremos una observación ordenada y meticulosa de la escena. Fijaremos la escena mediante croquis, fotografía o vídeo. Cuando utilicemos un croquis siempre señalaremos el norte geográfico y las mediciones se realizarán tomando como referencia elementos fijos no removibles.

La observación tiene que incluir la zona donde se encuentra los elementos a estudiar (piso, descampado, aire libre, arroyo, etc.), circunstancias del hallazgo (primera noticia, contaminación previa), condiciones ambientales actuales (temperatura, estación del año), condiciones ambientales anuales (clima lluvioso, soleado, húmedo, seco), circunstancias previas al hallazgo (riadas, trabajos en la vía pública o privados), características del hallazgo (accesibilidad, frecuencia de paso, visibilidad), características de los restos (cadáver en avanzado estado de descomposición, estado de conservación o esqueletizado), en el caso de encontrarse con restos óseos interesa distribución, concentración, grado de dispersión y posiciones (normales, anormales, grado de articulación, tipo).

En la **fase invasiva** entramos dentro del perímetro donde se encuentran los restos a estudiar. Sin tocar, hacemos una primera valoración sobre el origen (es o no es hueso o restos) y especie (humano o animal). Buscaremos elementos que aporten datos sobre la identidad. De esta forma ponemos especial atención a la ropa, de la cual describiremos tipo, tejido, talla, marca, dibujos, detalles particulares (cremalleras, bolsillos, fondos), etiquetas identificativas (sobre todo en personas que están institucionalizadas), ajuar personal (gafas, joyas, etc...), documentos personales (de identidad, seguridad social, tarjetas de crédito, etc...).

Hemos de poner especial atención a los elementos que pueden tener relación directa con la posible causa de muerte y que pudieran encontrarse en el perimundo de los restos, por ejemplo, armas de fuego y/o munición, armas blancas, medicamentos, tóxicos, o bien la existencia de elementos que puedan contener fluidos biológicos como pañuelos de papel o la existencia de indicios biológicos como pueden ser manchas secas (sangre, esperma, etc), que también habrá que recoger para su posterior análisis. También resulta de especial interés el análisis de elementos secundarios de datación como la presencia y evolución de basura en la zona, estado de

conservación de ropas, degradación de papeles, entre otros aspectos.

El siguiente paso sería centrarse en el cuerpo o restos y realizar un estudio preliminar, del cual se podrá avanzar algunas respuestas, que aunque siendo provisionales, puedan orientar sobre la posible identificación. Así, por ejemplo, podríamos señalar, el sexo y un intervalo de edad aproximado. De la misma forma podemos apreciar, con una mínima manipulación, si se trata del sitio original o bien de la posibilidad de un traslado previo (tratándose de un depósito secundario). Estudiaremos la pérdida de restos óseos valorando un origen vital o postmortal en dicha desaparición, y la presencia eventual de fauna cadavérica.

Si apreciamos lesiones haremos la misma valoración sobre el origen vital o no de las mismas. A modo de ejemplo, en ocasiones la posición de una extremidad fracturada orienta mucho sobre esta cuestión, especialmente en los casos de traumas *perimortem*.

Una vez realizadas estas observaciones preliminares se procederá a recoger cada fragmento o resto. Dicha recogida se ha llevar a cabo de forma ordenada, así se colocarán los huesos de las manos y de los pies separados e indicando al lado que pertenecen. Especial protección se hará a las costillas y el cráneo, dada su fragilidad, así como a los elementos óseos de dimensiones más reducidas, como por ejemplo el hueso hioides, cartílagos tiroides y traqueales, falanges, etc.

El embalaje ha de ser un material seco como puedan ser bolsas de papel. En caso de utilizar plástico se ha de tener la precaución de que haya orificios pequeños, para permitir la ventilación y evitar la aparición de hongos u otras especies invasoras. En el caso de los dientes hemos de tener en cuenta que suelen desprenderse con relativa facilidad debido a la pérdida de anclaje, por lo que hemos de asegurarnos que no se pierdan, siendo aconsejable, en caso de que estén sueltos en el lugar de la escena, que se introduzcan en un contenedor diferenciado.

Todos los huesos embalados se colorarán en una caja diseñada para el traslado de restos o en su defecto en una caja con material absorbente de golpes. Junto con los restos se remitirá un oficio del juez donde se ordene el estudio antropológico forense y cuantas cuestiones plantee. De igual forma se enviarán los restos con la documentación que consiste en: informe de levantamiento o informe de recogida de restos, el cual contendrá toda la información sobre las actuaciones realizadas en la zona del hallazgo. Huelga decir que esta información es crucial para el estudio forense. Recordemos que el embalaje y traslado de los restos a la Unidad de Antropología Forense deberá de ir acompañado de la correspondiente hoja de cadena de custodia.

Un aspecto muy relevante, estudiando los restos en superficie y la escena, será valorar la posibilidad de que se traten **restos antiguos**, es decir, de interés arqueológico y no judicial, en cuyo caso será necesario, previa comunicación al Juez instructor, de protocolizar el “traspaso” de responsabilidades a la Administración correspondiente en materia de patrimonio histórico. En España, la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español considera de interés arqueológico aquellos restos cuya data es superior a 100 o más años de antigüedad (en el ámbito judicial, datas superiores a los 20 años suelen conllevar el archivo de la causa por prescripción de la responsabilidad penal conforme a lo dispuesto en los artículos 130.6 y 131 del Código Penal). No obstante, y a pesar de la eventual data antigua de los posibles restos hallados, se procederá a emitir el correspondiente informe médico forense sobre la data antigua de los restos óseos localizados, que servirá de apoyo al Juez de Instrucción para decretar el posible auto de archivo judicial, requisito imprescindible para se hagan cargo del estudio los responsables de patrimonio que correspondan.

El **equipo técnico pericial** que participará en esta situación de hallazgos en superficie será el habitual formado por el **médico forense de guardia o antropólogo forense** y los miembros de la **Policía Judicial o Científica** correspondientes, dirigidos por el Juez de Instrucción. En estos casos, **es aconsejable la incorporación al equipo forense de un especialista en arqueología forense**, el cual puede aportar conocimientos y experiencia en la recuperación integral tanto de los restos óseos como de los elementos y evidencias que lo circundan.

En este sentido, la aplicación de ciertas técnicas arqueológicas aplicadas a la escena criminal, mejorarán el registro y posterior levantamiento de restos óseos, si bien las necesidades de personal y tiempo serán mayores. Recomendamos los siguientes pasos metodológicos en estos casos:

1. Acordonamiento y señalización del lugar.
2. El establecimiento de una retícula o cuadrícula puede ser muy útil (**Fig. 3**), ya que permite ubicar de forma tridimensional tanto de los restos cadavéricos como de los objetos que lo acompañan. Esta retícula se realizará con hilos resistentes unidos a estacas clavadas en el perímetro. Dependiendo del área de intervención éstas cuadrículas serán de mayores o menores dimensiones. Todos los elementos susceptibles de ser excavados quedarán dentro de la cuadrícula, por lo que ésta deberá tener márgenes de seguridad holgados. En caso de que el hallazgo sea en una zona frondosa de un bosque, por ejemplo, donde resulta difícil hacer una cuadrícula se puede emplear un área delimitada mediante cinta de seguridad que servirá para establecer mediciones en relación a la posición y dispersión de los restos humanos.

3. La limpieza en superficie del sedimento se debe llevar a cabo sin mover los restos óseos con el fin de establecer la correcta documentación. Se aconseja recoger datos sobre la evolución botánica de la zona que ayuda a circunscribir la data de los restos. Durante estas tareas ya se pueden localizar restos óseos, monedas, proyectiles, así como otros objetos de diversa naturaleza que pudieran aparecer.
4. Metodológicamente se debe abordar la documentación de la escena como si de una excavación se tratase, actuando desde la periferia hacia los límites sin pisar en el interior de los cuadros a no ser que fueran negativos (previa comprobación). Cada técnico del equipo debe tener asignada una cuadrícula de la que se encargará de recuperar y excavar superficialmente su contenido, así como tomar las notas necesarias. Un técnico se encargará de situar con un dibujo los hallazgos en toda la zona y en las diferentes cuadrículas.
5. El sedimento superficial y profundo que envuelve los restos en superficie debe recogerse de forma independiente en bolsas de plástico y con una etiqueta referenciando la cuadrícula. Tras el cribado del contenido de la bolsa, éste debe guardarse en bolsas independientes para su análisis posterior en el laboratorio.
6. Una vez retirado el relleno que envuelve o cubre parcialmente los restos, se debe tomar nota del contenido de cada cuadrícula en un croquis para una correcta documentación gráfica, y fotografiar cenitalmente de forma independiente cada cuadro así como los posibles detalles de todos los objetos reseñables (ropas, proyectiles, etc). Las tomas fotográficas deberían ser de cada cuadrícula, lo más cenitales posible, donde quede detallado su contenido, así como generales y del ámbito o área natural del hallazgo. En esta fase se cumplimentará la ficha de registro correspondiente, donde deberán quedar reseñados todos los aspectos recopilados en el **anexo 1** (cuaderno de campo/ informe de levantamiento/ restos en superficie).
7. Tras la toma de datos se llevarán a cabo mediciones para el establecimiento de un croquis detallado sobre papel milimetrado con el fin de poder escalar los restos y precisar elementos del perimundo. Es aconsejable hacerlo a escala 1:10 para escasos restos o bien a escala 1:20 en caso de ser una extensión amplia de dispersión de restos.
8. Realizadas las tareas de documentación superficiales, se procederá tal y como nos hemos referido anteriormente,

al levantamiento, embalaje y transporte de los restos y evidencias recuperadas a la Unidad de Antropología Forense del IMLCF. Los restos deberán de ir acompañados de la correspondiente hoja de cadena de custodia.



Fig.3. Reticula para la recuperación de restos humanos en superficie.

### 3.2.2. Cadáveres enterrados recientes, en avanzado estado de descomposición o en reducción esquelética.

En todos los casos donde los restos humanos a recuperar se encuentren inhumados o semienterrados **será necesaria la participación de un especialista en arqueología forense**, dado que la exhumación se realizará siempre siguiendo los métodos y las técnicas de esta disciplina, es decir, una adaptación a la escena forense. El arqueólogo forense ejercerá funciones de co-dirección junto con el médico o antropólogo forense durante el proceso de exhumación y levantamiento. No obstante, la diligencia de levantamiento de cadáver corresponderá realizarla al médico forense de guardia designado, tal y como señala la Ley de Enjuiciamiento Criminal.

En ocasiones las prospecciones y los sondeos dan como resultado el hallazgo de una o varias fosas de carácter clandestino cuyas características morfológicas pueden ser variables. Pero también se puede dar el caso de la necesidad de intervenir en espacios cerrados como los cementerios.

En cualquier caso se ha de recabar previamente toda la información *antemortem* posible, como características identificadoras de la persona inhumada susceptible de recuperación (edad, sexo, estatura), vestimenta utilizada la última vez que se le vio con vida, patologías en vida que pudo tener, trabajos odontológicos (se intentará conseguir una ficha dental lo antes posible), señales particulares (tatuajes, piercings, etc...), pruebas complementarias clínicas practicadas (principalmente de imagen), tipo de violencia sufrida, tiempo de desaparición, etc...

Una vez localizado el lugar del enterramiento se tendrá que prestar atención a las características del terreno, irregularidades, vegetación, etc... con el fin de planificar la intervención y sus necesidades materiales y de recursos humanos.

Se ha de establecer en un inicio si se trata de un enterramiento individual o colectivo, aislado o adyacente a otros lugares de inhumación o tumbas (en el caso de cementerios), si es primario o secundario (en función de si ha existido un traslado previo), si el enterramiento está intacto o ha sido alterado (debido a la acción del hombre, animales u otros fenómenos tafonómicos o edáficos). En este último caso hemos de señalar que algunos casos forenses corresponden a exhumaciones alteradas debido a la existencia de trabajos de construcción previos o hallazgos esporádicos. Siempre será importante observar la presencia eventual de fauna cadavérica, y tomar muestras de fauna viva y muerta, representativa de cada uno de los ejemplares.

Las primeras tareas previas a la intervención irán encaminadas a delimitar la zona mediante estacas o balizas y cintas de seguridad. La zona de seguridad debe ser amplia. Se fijará la escena mediante fotografía, video y cartografiado, así como por sistema global de posicionamiento (coordenadas UTM mediante un GPS).

Conocida la zona de intervención se procederá a la retirada y limpieza manual de desecho y sustrato vegetal (puede variar, pero esta capa habitualmente tiene 10-40 cm de espesor aproximadamente) previo cribado. Especialmente habrá que tener cuidado con la existencia de posibles restos biológicos en superficie como cabellos, ropa, colillas, etc... los cuales habrá que posicionar en la escena y recoger.

Se retirará la capa superior de tierra de forma uniforme y horizontalizada. Se delimitará el perfil de la tumba si es posible. A este respecto facilita mucho el examen de

cualquier cambio de coloración y/o textura en el terreno con el fin de conocer los límites de la fosa y su relleno. Si ha sido posible delimitarla, describir el tipo, la forma y sus dimensiones generales, así como especificar el color y la consistencia de la tierra. Se seguirá la excavación del interior de la estructura siempre por capas, y manteniendo las paredes hasta encontrar los restos esqueléticos. Si es posible habrá que recoger evidencias del uso de instrumentos de trabajo, como las marcas dejadas por una pala, una picoleta, etc, en las paredes de la estructura.

Para las dos situaciones más comunes (fosas en espacios abiertos o cementerios), recomendamos que la actuación forense siga una adaptación de la metodología cronoestratigráfica Harris. Se trata de un método práctico y científico utilizado desde la década de 1980 que se basa en la utilización de la matriz de Harris (Harris, 1975, 1979), derivada del registro de datos en fichas de unidades estratigráficas. Con esta base metodológica, se han ido sustituyendo otros métodos como el diario de las excavaciones, el método Wheeler-Kenyon, entre otros. Este método perfectamente asimilado en el ejercicio de la práctica arqueológica desde las últimas décadas, se implementa en funciones propias de exhumación de restos óseos humanos para su correcta individualización e identificación.

Cada elemento que constituye un hecho se referencia con un número unidad estratigráfica (UE). Las relaciones estratigráficas se reflejarán en un diagrama de relaciones de deposición, como por ejemplo el que recoge la Fig.4.

Se asignará un número de UE a cada estrato evidenciado con la eliminación de la tierra. A medida que vayan apareciendo los primeros restos se fijaran mediante descripción, fotografía y cartografiado. Como mínimo la unidad funeraria contendrá tres UE (fosa, relleno, cadáver). El proceso de excavación tendrá especial cuidado en no dañar los restos óseos, de ahí que se recomiende el uso de material de madera o plástico. Anotar el aspecto y la disposición general del esqueleto, así como la coloración de los huesos. Intentar determinar si el cuerpo se ha descompuesto en medio vacío o en medio colmatado. Una atenta observación del esqueleto también nos permitirá advertir signos de amortajamiento, si los hubiera. A este respecto, parar atención a la existencia de agujas, hebillas o cualquier otro tipo de "pasador" junto al esqueleto, que pudieron haberse empleado. Se tamizará toda la tierra en busca de indicios (proyectiles, casquillos, cigarrillos, pañuelos de tela o papel, envoltorios, colillas, etc,...).

Formando parte de las tareas propias de excavación se llevarán a cabo las siguientes acciones fundamentales:

- Toma de cotas (de los restos esqueléticos, situación de proyectiles u otros elementos importantes mediante



banderas numeradas).

- Perfilado y limpieza de los restos esqueléticos y objetos con medios apropiados (pinceles, rasquetas de madera, palillos, etc...).
- Cribado de la tierra del relleno (recuperación de restos de indumentaria, proyectiles, etc...).
- Cumplimentación de la ficha de exhumación y levantamiento de restos antropológicos (que deberá incluir al menos los aspectos recogidos en el anexo 2).

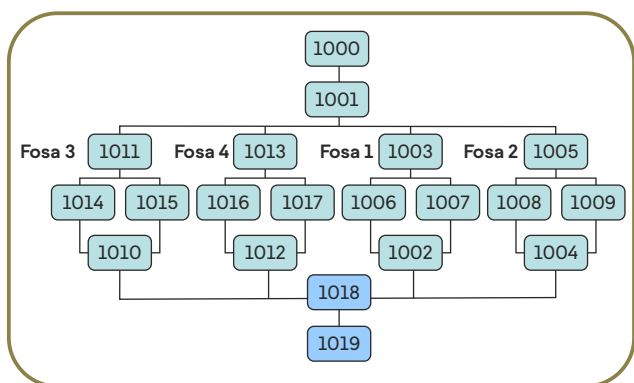


Fig.4. Ejemplo de matriz Harris aplicada a cuatro fosas dobles. Correlaciones de unidades estratigráficas aplicadas para la Fosa 1: UE1000 (manto vegetal), UE1001 (estrato de tierra rojiza), UE1003 (relleno de fosa 1), UE1006 (cadáver 1), UE1007 (cadáver 2), UE1002 (fosa 1), UE1018 (estrato de tierra oscura de cultivo), UE1019 (sustrato natural) (Polo-Cerdá et al, 2012).

La documentación gráfica asociada a este proceso estará compuesta por fotografías con el empleo de un testigo métrico, y planimetrías a escala 1:20 para la planta general, en caso de una fosa común, y una planta individualizada a escala 1:10 de cada esqueleto con su referencia de UE. En los dibujos deberá detallarse la presencia de cualquier artefacto presente en el perimundo (indumentaria, proyectiles, etc). En la cartela de cada plano habrá que el número de diligencias o acrónimo del lugar, fecha, fuerzas actuantes, autor del dibujo, escala y orientación geográfica. Paralelamente y como complemento a los trabajos forenses de campo, se llevará a cabo una filmación videográfica del proceso de intervención, la cual puede ser realizada por los miembros de la Policía Judicial o Científica.

Cualquier aspecto relativo a la deposición, disposición del o los esqueletos, antropometría de campo y las relaciones estratigráficas, deberá reflejarse en el cuaderno de campo o informe de levantamiento según los datos que se recogen en el **anexo 2**.

Los objetos personales de la indumentaria (botones, calzado, ropa, etc...) documentados durante el proceso, así como balística recuperada (proyectiles) también deberán quedar debidamente reflejados en la ficha de recogida de datos.

Una vez expuesto todo el cadáver, sin alterar las evidencias, se ha de tener especial cuidado de recoger toda la tierra alrededor del cráneo por si hubiera cabello, para posteriormente remitirla al laboratorio.

A continuación se procederá a levantar los restos y las evidencias asociadas. Se ha de realizar un inventario completo y detallado de todo lo que se registra en el interior de la fosa. Así pues, una vez perfilados el o los esqueletos, y documentados gráficamente, se procederá al levantamiento con sumo cuidado, por lo que se propone seguir el procedimiento recogido en la **Fig.5**. No obstante, su uso se puede ver condicionado por la posición primaria del esqueleto y la presencia de ropas.

La recogida y levantamiento se ha llevar a cabo de forma ordenada, así se colocarán los huesos de las manos y de los pies separados e indicando a qué lado pertenecen. Especial protección, por su fragilidad, se hará a las costillas, cráneo y dientes asilados. En caso de disponer de un esqueleto completo deberíamos tener en contenedores diferenciados (bolsas de papel o plástico perforado) las siguientes regiones anatómicas:

1. Cráneo.
2. Cintura escapular (escápula y clavícula) y brazo derecho.
3. Cintura escapular (escápula y clavícula) y brazo izquierdo.
4. Mano derecha.
5. Mano izquierda.
6. Tórax, que contendrá a su vez tres bolsas: hemitórax derecho (costillas derechas), hemitórax izquierdo (costillas izquierdas) y esternón. Es aconsejable separar la cuarta costilla para la correcta estimación de la edad.
7. Raquis (a ser posible se diferenciarán las regiones).
8. Cintura pélvica (sacro y coxales).
9. Pierna derecha
10. Pierna izquierda.
11. Pie derecho.
12. Pie izquierdo.

Una vez exhumado el esqueleto, se procederá a fotografiar el fondo o base de la tumba (suelo intacto o estéril), siempre con testigo métrico y orientación geográfica. Posteriormente se progresará la excavación y se tamizará toda la tierra existente en la base de la fosa, con el objeto de descartar la existencia de elementos biológicos (pequeños huesos, fauna cadavérica) o no biológicos (proyectiles, etc...). Se aconseja recoger muestras de tierra en unos 10cm por debajo de la posición primaria del esqueleto.

Cada paquete óseo y evidencia se numerará, y se fotografiará con testigo métrico antes de ser movida y levantada. Todas las evidencias se introducirán en un contenedor único. Se aconseja el empleo de cajas de restos óseos de plástico, las cuales se cerrarán y precintarán con el objeto de asegurar un adecuado mantenimiento de la cadena de custodia.

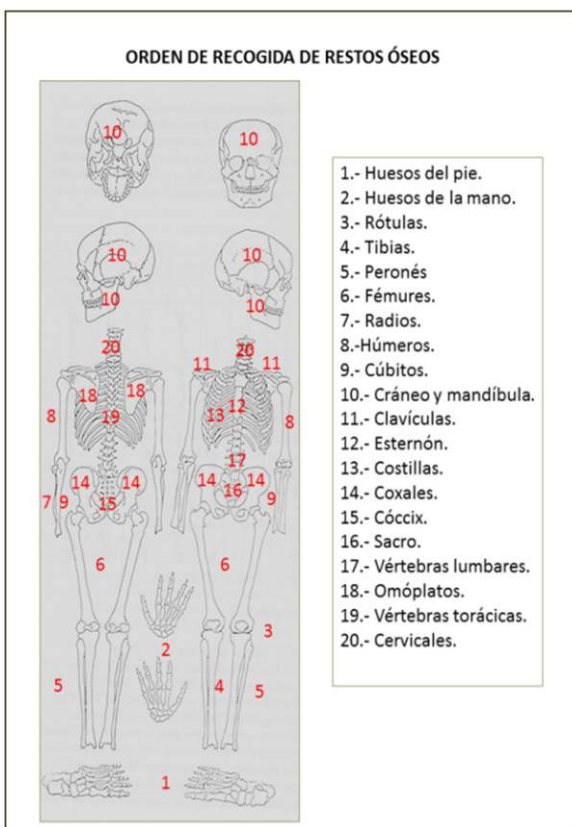


Fig.5. Propuesta de recogida y levantamiento de restos óseos (Rivero de la Calle, 1984).

El **equipo técnico pericial** que participará en esta situación de exhumación de cadáver enterrado será el habitual formado por el **médico forense de guardia o antropólogo forense** y los miembros de la **Policía Judicial o Científica** correspondientes, dirigidos por el Juez de Instrucción. En estos casos, **resulta imprescindible la incorporación al**

**equipo forense de un especialista en arqueología forense** con el fin de alcanzar un mejor registro y reconstrucción dinámica de la inhumación.

### 3.2.3. Cadáver en avanzado estado de descomposición o esqueletizado, sumergido total o parcialmente.

La exhumación de cadáveres en avanzado estado de descomposición o esqueletizados en lugares sumergidos (fosas sépticas, pozos, balsas, lagunas, etc) es una de las más complejas a realizar, fundamentalmente por las necesidades tanto de personal especializado como de medios mecánicos. A este respecto, diferenciaremos dos situaciones bien distintas y que condicionarán la metodología a aplicar en cada caso: en espacio acuático abierto (lagunas, lagos, mares) o cerrado (fosas, pozos, balsas, piscinas, etc...). En ambos casos se requerirá de dos equipos de trabajo: un equipo en la escena (sumergido total o parcialmente) y un equipo auxiliar en la zona perimetral o externa.

La exhumación de restos humanos en **lugares sumergidos confinados** como puedan ser fosas sépticas, pozos o balsas, requerirá previamente del dragado con filtrado asociado del agua contenida desde la superficie, evitando alcanzar el fondo o base de la estructura sobre la que se posiciona el cadáver o restos humanos esqueléticos. Esto implica que toda el agua extraída deberá ser filtrada, y los posibles lodos tamizados, con el objeto de valorar y recuperar la presencia de evidencias de interés criminalístico.

Liberado el contenido líquido, se pueden plantear dos acciones metodológicas diferenciadas: dejar secar en la medida de lo posible el contenido de fango o lodo con el fin de acometer el levantamiento de forma diferida, tal y como si de una exhumación en tierra se tratase (lo cual implica tiempos prolongados y demoras en la investigación en la escena, pero aseguran un adecuado registro de la misma), o por el contrario, si el sedimento de lodo o fango es escaso, dejarlo secar por un tiempo menor, y posteriormente acometer la exhumación tal y como hemos reseñado en el apartado de restos en superficie. En ambos casos se puede emplear como referencia espacial una cuadrícula o retícula rígida con anclaje al suelo (de PVC o aluminio, por ejemplo) o mediante el sistema tradicional de estacas y cuerdas. El sistema Harris no es de aplicación en estos casos, en tanto en cuanto el sustrato que envuelve a los restos será una única unidad estratigráfica. El procedimiento de exhumación será similar al descrito en los apartados anteriores.

La exhumación de restos **humanos en lugares sumergidos abiertos** como puedan ser lagunas, lagos o mares, va a requerir de personal especializado y autorizado para ejercer labores subacuáticas. Indudablemente, las tareas en la

escena generalmente serán realizadas por equipos de las fuerzas y cuerpos de seguridad del estado o por equipos civiles de rescate especializados (bomberos, otros) o del ejército, siendo el equipo médico forense y de policía judicial o científica el que se situará en la zona externa o perimetral de la escena (en la superficie) para identificar e inventariar los restos extraídos así como cualquier otro objeto de interés criminalístico, su embalaje y remisión al laboratorio de Antropología forense.

En caso de tratarse de una situación en la que hubiera múltiples cadáveres esqueletizados depositados, sí es aconsejable la participación de expertos en arqueología subacuática, con el fin de documentar exactamente la disposición y dispersión de restos óseos humanos, lo cual ayudará a los estudios antropológicos forenses posteriores. La metodología a aplicar será equiparable a la empleada en excavaciones arqueológicas subacuáticas, pero siempre bajo la coordinación médico forense correspondiente, siendo siempre aconsejable la participación del especialista en antropología forense para los casos de restos esqueléticos.

En ambas situaciones, los restos humanos y objetos asociados extraídos se encontrarán mojados o húmedos, por lo que su empaquetado requerirá de un secado previo y el uso contenedores de papel o cartón y nunca bolsas de plástico. En todo caso, se recomienda que el traslado se haga lo antes posible al laboratorio de Antropología forense correspondiente, y una vez allí, de manera inmediata se proceda a la apertura de paquetes o contenedores en un lugar seco y ventilado con el fin de que restos y evidencias inicien un proceso de secado natural en un lugar controlado. Como en los casos, todo el material remitido deberá de ir acompañado del correspondiente documento de cadena de custodia.

El **equipo técnico pericial** que participará en esta situación de exhumación será el habitual formado por el **médico forense de guardia o antropólogo forense** y los miembros de la **Policía Judicial o Científica** correspondientes, dirigidos por el **Juez de Instrucción**. Así mismo, resulta imprescindible la incorporación en el equipo forense de **especialistas en rescate subacuático de la policía, civiles (bomberos, otros) o del ejército**, según cada caso. A este equipo nuclear se incorporará un **especialista en arqueología subacuática** si procediera el uso de metodología arqueológica según el caso.

#### 3.2.4. Cadáver esqueletizado en un lugar confinado.

Las exhumaciones en lugares confinados (nichos, panteones u otras construcciones funerarias) plantean, *a priori*, una

menor dificultad que los casos anteriores, por el hecho de conocer su lugar de ubicación y las posibles condiciones medio-ambientales a las que ha estado sometido el cadáver objeto de recuperación e investigación.

El proceso de exhumación puede desarrollarse en dos ámbitos judiciales fundamentalmente, de carácter penal (en el contexto de un nuevo examen necrópsico, identificaciones, entre otras situaciones procesales) o civil (identificaciones, paternidades, entre otras situaciones procesales). No obstante, otros casos se desarrollan en el ámbito estrictamente sanitario y administrativo bajo el marco legal del Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria correspondiente. A este respecto, cada Comunidad Autónoma ha desarrollado su propia reglamentación y es necesario conocer las limitaciones que existen, fundamentalmente temporales, a la hora de realizar las exhumaciones en cementerios, estando prohibidas durante determinadas épocas del año (generalmente el verano) según cada reglamentación y cada comunidad de la que se trate. Esta última cuestión sólo afectaría a las actuaciones realizadas al amparo del ámbito civil, sanitario y administrativo, pero nunca en los asuntos penales, dadas las características de este último tipo de procedimiento.

En estos casos, salvo que exista algún tipo de bien patrimonial que sea susceptible de afectación (sobre todo en aquellas actuaciones que pudieran hacerse en cementerios históricos que tengan la consideración de Bien de Relevancia Local u otra consideración de protección patrimonial), la presencia del experto en arqueología forense no es esencial, y fundamentalmente será practicada por el médico o antropólogo forense, además de la comisión judicial correspondiente.

La exhumación conllevará la elaboración de la **diligencia o acta** correspondiente, en la que al menos deberán recogerse datos relativos al lugar exacto de la exhumación, tipología del contenedor del cadáver o restos (ataúd, caja, bolsa, etc) y el estado de conservación de los mismos.

El protocolo publicado por el Ministerio de Justicia en 2012 sobre la práctica de la exhumación en los casos de posible sustracción de recién nacidos es una guía óptima para acometer dichos casos y es exportable a cualquier situación análoga.

El acto exhumatorio deberá realizarse con las medidas de protección adecuadas (véase a este respecto el apartado sobre medidas de salud laboral en este mismo trabajo). Se aconseja que se documente fotográficamente y videográficamente todo el proceso. Se anotará exactamente el lugar donde se practica, y se documentará el estado anterior a la exhumación (lápida), así como el estado del contenedor (ataúd, bolsa, caja, etc) y de los restos humanos una vez

abierto el nicho, panteón o construcción funeraria. Es aconsejable tomar datos sobre temperatura y humedad del lugar de depósito funerario con el objeto de poner conocer afectaciones tafonómicas.

Metodológicamente se pueden plantear dos posibles actuaciones:

- a) Se documenta *in situ* y se valora preliminarmente el estado del contenedor y los restos óseos humanos, y se traslada todo el conjunto (contenedor y restos) al laboratorio de Antropología Forense.
- b) Se documenta *in situ* y se valora preliminarmente el estado del contenedor y los restos humanos. Se extrae el contenedor, se fotografía, y en caso de que el cadáver esqueletizado se encuentre en posición anatómica *in situ*, se procederá al levantamiento del mismo. Se fotografiará cenitalmente en su conjunto así como por regiones anatómicas antes de su manipulación. Se procederá a inventariar las ropas u objetos personales, los cuales se extraerán y se colocarán en un contenedor diferenciado (bolsas de papel o de plástico perforadas). Posteriormente se procederá a levantar el esqueleto en el orden establecido en la Fig.5 y se reintroducirán en contenedores diferenciados las diferentes regiones anatómicas (bolsas de papel, bolsas de plástico perforadas o bolsas con autocierre en los casos de restos óseos perinatales), tal y como se ha indicado en el apartado correspondiente a exhumaciones de cadáveres enterrados. Todos los paquetes o bolsas se introducirán en un contenedor acondicionado con las medidas de protección que eviten su deterioro en el traslado.

Como en las situaciones anteriores, se trasladará todo el contenedor al laboratorio de Antropología Forense cumplimentándose el correspondiente documento de cadena de custodia.

### 3.2.5. Otras situaciones de exhumación.

Existen otras muchas situaciones en las que se requeriría la exhumación de restos humanos, y donde sería de aplicación alguna de las metodologías ya expuestas con anterioridad. Por ejemplo, en los casos de restos humanos en el interior de cuevas o simas, dependiendo de si estos se encuentran en superficie o enterrados, el procedimiento metodológico sería análogo al ya expuesto en los apartados correspondientes, si bien, habría que tener en cuenta las medidas de seguridad necesarias para el acceso del personal forense a la escena, así como la necesaria participación de equipos policiales especializados en montaña y espeleología.

Otra situación sería la recuperación y exhumación de restos humanos con alto grado de carbonización o incineración. En estos casos, si los restos se encuentran en superficie o enterrados aplicaríamos los métodos ya referidos en su apartado correspondiente.

## 4. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD E HIGIENE A ADOPTAR EN EXHUMACIONES.

Las normas de seguridad e higiene a adoptar en estos casos son aquellas encaminadas a la protección del espacio de actuación con el fin de evitar accidentes a terceras personas, del personal técnico participante en cuanto a su protección a posibles agentes biológicos externos propios de áreas contaminadas funerarias, y protección de la contaminación exógena de ADN sobre los restos cadavéricos.

El área de exhumación en los casos de hallazgos en superficie y enterrados se delimitará exclusivamente a la tumba, área de enterramiento o hallazgo con un margen de seguridad a determinar según cada caso, y se protegerá mediante una carpa cerrada o estructura análoga (sobre todo en los casos de exhumaciones prolongadas) para evitar efectos negativos de tipo tafonómico o medioambiental como la lluvia, impacto de polen reciente, entre otros factores. Externamente se colocará una valla de perímetro secundario que proporcionará intimidad, aislamiento y protección al equipo de trabajo y la escena, con el fin de evitar accidentes y contaminaciones exógenas de tipo biológico que pudieran dificultar análisis genéticos posteriores. Indudablemente, todo el área perimetral deberá estar precintada policialmente para evitar la entrada de personal no autorizado.

Durante los trabajos de campo, cada miembro del equipo estará identificado mediante acreditaciones o logotipos visibles en la ropa (médico forense, arqueólogo forense, antropólogo forense, guardia civil, etc...).

Dentro del área de exhumación solo podrá estar el personal del equipo técnico designado, el cual es recomendable que disponga o esté en disposición de tener un perfil genético propio. Esta no es una cuestión baladí, pues resulta imprescindible conocer eventuales contaminaciones de ADN exógeno por parte del personal participante en la exhumación.

Las medidas de higiene a adoptar por parte del equipo técnico para la prevención de posibles enfermedades infecciosas derivadas de la exposición a agentes biológicos procedentes de cadáveres en descomposición o en fase de reducción esquelética avanzada (micosis, neumonias por

inhalación de polvo, aerosoles u otros agentes físicos, zoonosis de espacios húmedos, etc...), son las que constan en el RD 664/1997 sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Como medidas generales, en el área de exhumación no se puede comer, beber o fumar, se cubrirán las heridas y lesiones del personal en manos con apósitos y guantes quirúrgicos, ropa y prendas de protección sanitaria, lavado frecuente de manos con antisépticos y desinfectantes, mascarilla quirúrgica con eventual uso de adaptador facial, protección ocular mediante gafas de seguridad para la posible bio-contaminación por aerosoles (especialmente el personal médico-antropólogo forense durante la manipulación de restos cadavéricos), protección del cabello mediante gorros quirúrgicos o prendas análogas, protección de pies con calzas o calcetines de neopreno en caso de fosas con elevada humedad o acumulación de agua, botas de seguridad en zonas de montaña o escenas de incendio. Obviamente, en los casos de exhumaciones subacuáticas se procederá a disponer de todo el material necesario para tales tareas, con una correcta revisión de las botellas de oxígeno y otro aparataje.

En relación a las medidas preventivas derivadas del uso de instrumental, la manipulación de restos en la escena y la eventual toma de muestras biológicas tras la extracción de restos cadavéricos, se realizará en condiciones higiénicas de limpieza con desinfectantes y antisépticos en la zona restringida. Las medidas higiénicas a adoptar siempre son el uso de guantes de protección para evitar cortes o heridas derivadas del uso de instrumental afilado o eléctrico.

En relación a la exposición temporal de los restos cadavéricos durante el proceso de levantamiento en los casos de exhumaciones prolongadas en el tiempo (sobre todo en cadáveres enterrados), una vez finalizada la jornada laboral se adoptará como medida general de protección la cubrición con material geotextil o aislante del espacio de exhumación, incluyendo los restos humanos y su todo perimundo. El recinto policial de seguridad se retirará con la finalización y traslado de los restos humanos al laboratorio correspondiente.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES.

Cualquier investigación judicial que requiera de la búsqueda, localización y exhumación de cadáveres en avanzado estado de descomposición, carbonizados o incinerados, o en fase de reducción esquelética, precisa, dependiendo de las circunstancias del hallazgo, de un equipo multidisciplinar, más allá de la habitual comisión judicial que establece la Ley

de Enjuiciamiento Criminal. La intervención del médico forense y de la policía judicial o científica debería ampliarse con la participación de otros especialistas como el antropólogo y el arqueólogo forense. En este sentido, y desde una perspectiva penal, revisando la actual legislación española, creemos que existen bases legales suficientes que permiten justificar la inclusión del especialista en Antropología y Arqueología Forense en estos casos.

Por ello, resulta imprescindible que desde el ámbito de los Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses, y del Consejo Médico Forense, se inste a las autoridades judiciales y administrativas de la necesaria implementación de técnicas antropológicas y arqueológicas forenses, así como de la participación de especialistas acreditados en antropología y arqueología forense en todas aquellas situaciones donde estas ciencias permitan mejorar la investigación de la escena y la recuperación de evidencias de interés criminalístico. Así mismo, es importante transmitir a las autoridades judiciales que este tipo de intervenciones, en muchas ocasiones, escapan a los tiempos y sistemas habituales de intervención durante el servicio de guardia judicial, por lo que resulta imprescindible la necesidad de establecer una planificación previa, tanto temporal como de los recursos humanos periciales necesarios.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ADAMS BJ, BYRD JE. 2008. *Recovery, Analysis, and Identification of Commingled Human Remains*. New York: Humana Press.
- ADAMS BJ, BYRD JE. 2014. *Commingled Human Remains. Methods in recovery, analysis and identification*. Oxford: Academic Press.
- BORGOGNINI S. PACCIANI E (eds).1993. *I resti umani nello scavo archeologico. Metodiche di recupero e Studio*. Roma: Bulzoni Editore.
- BROTHWELL DR. 1981. *Desenterrando huesos. La excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano*. México: Fondo de Cultura Económica.
- BUIKSTRA JE, UBELAKER DH. 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Research Serie n° 44. Fayetteville, AR: Arkansas Archaeological Survey Press.
- BURNS KR. 2008. *Manual de Antropología forense*. Barcelona: Ed. Bellaterra.
- CANCI A, MINOZZI S. 2005. *Archeologia dei resti umani. Dallo scavo al laboratorio*. Roma: Carocci Editore.
- CHARTERED INSTITUTE FOR ARCHAEOLOGISTS (CIfA). 2014. *Standard and guidance for forensic archaeologists*. Reading: CIfA.
- CHEETHAM PN, HANSON I. 2009. *Excavation and recovery in*

- forensic archaeological investigations. En: Blau S, Ubelaker DH (eds). *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology*. California: World Archaeological Congress. Research Handbooks in Archaeology. Left Coast Press, Inc, p.141-149.
- CONNOR MA. 2007. *Forensic methods. Excavation for the archaeologist and investigator*. AltaMira Press. R&L.
- COURTAUD P. 1996. "Anthropologie de sauvetage": vers une optimisation des méthodes d'enregistrement. Présentation d'une fiche anthropologique. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* n.s. 8(3-4):157-167.
- CRESPO S, POLO M. 2013. Levantamiento y exhumación de restos óseos. En: Serrulla F (coord.). *Recomendaciones en Antropología Forense*. Verín: Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (AEAOF), p.13-21.
- DE LUCA S, NAVARRO F, CAMERIERE R. 2013. La prueba pericial y su valoración en el ámbito judicial español. *Revista electrónica de Ciencia Penal y Criminológica* 15-19, p.19:1-14.
- DIRKMAN DC, CABO LL, OUSLEY SD, SYMES SA. 2008. New perspectives in forensic anthropology. *Yearbook Physical Anthropology* 51:33-52
- DUDAY H. 2005. L'archéothanatologie ou l'archaéologie de la mort. En: Dutour O, Hublin JJ, Vandermeersch B (eds). *Objets et méthodes en Paléoanthropologie*. Paris: Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p.153-215.
- DUDAY H. 2009. *The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeothanatologie*. Oxford: Osbow Books.
- DUDAY H, COURTAUD P, CRUBEZY E, SELLIER P, TILLIER AM. 1990. L'anthropologie de "terrain": reconnaissance et interpretation des gestes funéraires. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* n.s. 2(3-4):29-50.
- DUPRAS TL, SCHULTZ JJ, WHEELER SM, WILLIAMS LJ. 2011. *Forensic recovery of human remains: archaeological approaches*. CRC Press.
- ETXEBERRIA F. 2005. La guerra civil en la memoria. *L'Avenç, Revista de historia i cultura* 299:31-33.
- ETXEBERRIA F (ED.). 2012. Antropología Forense de la Guerra Civil Española. *Boletín Galego de Medicina Legal e Forense* n° 18.
- ETXEBERRIA F. 2012. Exhumaciones contemporáneas en España: las fosas comunes de la Guerra Civil. *Boletín Galego de Medicina Legal e Forense* n° 18:13-28.
- GROEN WJM, MÁRQUEZ-GRANT N, JANAWAY RC. 2015. *Forensic Archaeology: A Global Perspective*. Wiley-Blackwell.
- HAGLUND WD, SORG MH. 1997. *Forensic Taphonomy: The post-mortem Fate of Human Remains*. Florida: CRC Press.
- HAGLUND WD, SORG MH. 2002. *Advances in Forensic Taphonomy. Method, Theory and Archaeological perspectives*. Florida: CRC Press.
- HARRIS EC. 1975. The stratigraphic sequence: a question of time. *World Archaeology* 7:109-121.
- HARRIS EC. 1979. *Principles of Archaeology Stratigraphy*. London: Academic Press.
- HERRASTI L, JIMÉNEZ JM. 2012. Excavación arqueológica de los enterramientos colectivos de la Guerra Civil. *Boletín Galego de Medicina Legal e Forense* n° 18:29-45.
- HERRASTI L, JIMÉNEZ JM, ETXEBERRIA F. 2014. Arqueologia del passat recent i fosses comunes. Els morts del passat i del present, de la proximitat i de la llunyania. *Afers: fulls de recerca i pensament*, vol. 29, n° 78:333-359.
- HOLLAND TD, CONNELL SV. 2009. The search for and detection of human remains. En: Blau S, Ubelaker DH (eds). *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology*. California: World Archaeological Congress. Research Handbooks in Archaeology. Left Coast Press, Inc, p.129-140.
- HUNTER J, ROBERTS CH, MARTIN A. 1996. *Studies in Crime: An introduction of Forensic Archaeology*. London & New York: Routledge.
- HUNTER J, COX M. 2005. *Forensic archaeology. Advances in theory and practice*. London & New York: Routledge.
- INSTITUTE OF FIELD ARCHAEOLOGISTS (IFA). 2001. *Standard and guidance for archaeological excavation*. Reading: IFA.
- LARA-BARAJAS I. 2009. *Fundamentos de antropología forense. Técnicas de Prospección, exhumación y análisis de restos óseos en casos forenses*. México: Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- MALGOSA A, ARMENTANO N, GALTÉS I, JORDANA X, SUBIRANA M, GASSIOT E, LUNA M, LALUEZA C, SOLÉ Q. 2010. La antropología forense al servicio de la justicia y la historia: las fosas de la guerra civil. *Cuadernos de Medicina Forense* 16:65-79.
- MALLEGNI F, RUBINI M. 1994. *Recupero dei materiali scheletrici umani in archeologia*. Roma: Editorial CISU.
- MÁRQUEZ-GRANT N, VÁZQUEZ DÍAZ M.A, MELÉNDEZ GONZÁLEZ R. 2015. The use of archaeology in the criminal and medico-legal contexts in Spain. En: Groen M, Márquez-Grant N and Janaway R. *Forensic Archaeology: Global Perspectives*. Chichester: Wiley-Blackwell, p.173-182.
- MUNDORFF AZ. 2012. Integrating forensic anthropology into disaster victim identification. *Forensic Sci Med Pathol* 8(2):131-139.
- PACCIANI E. 1993. Le tecniche di recupero dei resti ossei sul campo. En: Borgognini S, Pacciani E (eds). *I resti umani nello scavo archeologico. Metodiche di recupero e Studio*. Roma: Bulzoni Editore, p.25-46.
- POLO-CERDÁ M. 2002. Arqueología y Medicina Forense. *Siete Días Médicos* n° 533:85.
- POLO-CERDÁ M. (ed). 2008. *Arqueología Forense en el Territorio*

- A.G.L.A. Valencia: Asociación la Gavilla Verde & Grupo Paleolab, Ministerio de Presidencia (Gobierno de España).
- POLO-CERDÁ M, GARCÍA-PRÓSPER E. 2004. Ficha de laboratorio para estudio de restos óseos humanos (anexo n°1). En: Sanabria Medina C (ed). *Antropología Forense y la investigación médico-legal de las muertes*. Bogotá (Colombia): Policía Nacional. Dirección Nacional de Escuelas. Facultad de Investigación Criminal, p.123-136.
- POLO-CERDÁ M, GARCÍA-PRÓSPER E. 2010. Identificación de desaparecidos de la dictadura franquista a través de la arqueología, antropología y patología forenses. En: González Fernández J, Gutiérrez Hoyos A (eds). *Actas del IX Curso de Patología Forense (La Rioja, España)*. La Rioja: Instituto de Medicina Legal de La Rioja, p.275-290.
- POLO-CERDÁ M, GARCÍA-PRÓSPER E, CRUZ RICO E, RUIZ CONDE H, COCH FERRIOL C, LLIDÓ TORRENT S. 2009. Arqueología y antropología forense en territorio AGLA. La fosa común de guerrilleros de Villarejo de la Peñuela (Cuenca). En: Rodríguez P, Sicluna MI, Casado FJ (eds). *La represión franquista en Levante*. Madrid: Editorial Eneida, Colección Puntos de Vista n° 20, p. 83-114.
- POLO-CERDÁ M, GARCÍA-PRÓSPER E, CRUZ RICO E, RUIZ CONDE H. 2012. Fosas comunes exhumadas en el territorio de la Agrupación Guerrillera de Levante y Aragón (2005-2011). *Boletín Galego de Medicina Legal e Forense*18:99-116.
- POLO-CERDÁ M, GARCÍA-PRÓSPER E, CRUZ RICO E, RUIZ CONDE H. 2013. Demografía y lesiones de guerra en una fosa común de soldados de la batalla de Alfambra (Singra, febrero 1938). En: Malgosa A, Isidro A, Ibáñez P, Prats G (eds). *Vetera corpora morbo afflictata. Actas del XI Congreso Nacional de Paleopatología*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, p. 549-572.
- POLO-CERDÁ M, VILLALAIN JD. 2000. Tafonomía forense y policial. En: Villalain JD, Puchalt FJ (dirs). *Identificación antropológica policial y forense*. Valencia: Tirant Lo Blanch, p.305-340.
- POLO-CERDÁ M, VILLALAIN JD, GARCÍA-PRÓSPER E. 2004. Introducción a la tafonomía forense. Análisis del depósito funerario y génesis de fenómenos pseudopatológicos. En: Sanabria Medina C (ed.). *Antropología Forense y la investigación médico-legal de las muertes*. Bogotá (Colombia): Policía Nacional. Dirección Nacional de Escuelas. Facultad de Investigación Criminal, p.175-213.
- PUCHALT FJ, VILLALAIN JD. 1994. Necesidades de documentación, excavación, extracción, embalaje y posibilidades técnicas de un laboratorio de investigación, a la hora del estudio de restos óseos. *Archivo de Prehistoria Levantina*XXI, 391-397.
- REVERTE JM. 1999. *Antropología Forense*. Madrid: Ministerio de Justicia.
- RÍOS L, GARCÍA-RUBIO A, MARTÍNEZ B, ALONSO A, PUENTE J. 2012. Identification process in mass graves from the Spanish Civil War II. *Forensic Science International*219: e4-e9.
- RÍOS L, MARTÍNEZ B, GARCÍA-RUBIO A, HERRASTI L, ETXEBERRIA F. 2014. Marks of autopsy and identification of victims of human rights violations exhumed from cemeteries: the case of the Spanish Civil War (1936-1939). *International Journal of Legal Medicine* 128:889-895.
- RIVERO DE LA CALLE M .1985. *Nociones de anatomía humana aplicadas a la arqueología*. Ciudad de La Habana (Cuba): Editorial Científico-Técnica, Ministerio de Cultura.
- SANABRIA MEDINA C. 2004. Manejo de la escena del crimen. Búsqueda y rescate de cuerpos sepultados, expuestos al medio ambiente y en corrientes de agua; escenas con cadáveres carbonizados. En: Sanabria Medina C (ed). *Antropología Forense y la investigación médico-legal de las muertes*. Bogotá (Colombia): Policía Nacional. Dirección Nacional de Escuelas. Facultad de Investigación Criminal, p.85-136.
- SCOTT DD, CONNOR M. 2001. The role and future of archaeology in Forensic Science. *Historical Archaeology*35(1):101-104.
- SERRULLA F (coord.). 2013. *Recomendaciones en Antropología Forense*. Verin: Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (AEAOF).
- SERRULLA F, VERANO V. 2013. Informe antropológico forense integrado. En: Serrulla F (coord.). *Recomendaciones en Antropología Forense*. Verin: Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (AEAOF), p.47-51.
- SKINNER M, ALEMPIJEVIC D, DJURIC-SREJIC M. 2003. Guidelines for International Forensic Bio-archaeology Monitors of Mass Grave Exhumations. *Forensic Science International*134:81-92.
- SPENNEMANN DH, FRANKE B. 1995. Archaeological techniques for exhumations: A unique data source for crime science investigations. *Forensic Science International*74:5-15.
- TORRES PALENZUELA JA. 1997. Antropología de campo y registro arqueológico: el concepto de "levantamiento". *Eres (Arqueología)* 7(1):73-83.
- UBELAKER DH. 1989. *Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation*. Washington: Taraxacum, Manuals on Archeology 2. Second edition.
- UBELAKER DH. 2007. *Enterramientos humanos: Excavación, análisis, interpretación*. Munibe. Suplemento 24. San Sebastián: Sociedad de Ciencias Aranzadi.
- UNITED NATIONS.1991. *Manual on the Effective Prevention and Investigation of Extra-Legal, Arbitrary and Summary Executions*. United Nations Office at Vienna, Centre for Social Development and Humanitarian Affairs, New York.
- VILLALAIN JD. 1996. Normas para la recogida de restos humanos con fines de identificación judicial e investigación antropológica y paleopatológica (primera parte). *Boletín de la Asociación de Médicos Forenses de la Comunidad Valenciana*2:14-21.
- V.V.A.A. 2012. *Guía de recomendaciones para la práctica de la exhumación en los casos de posible sustracción de recién nacidos*. Ministerio de Justicia, España.

### ANEXO 1: CUADERNO DE CAMPO / INFORME DE LEVANTAMIENTO/RESTOS EN SUPERFICIE.

*(Información mínima que deberá contener el informe).*

Juzgado de procedencia.

Diligencias judiciales.

Término municipal de procedencia.

Médico forense responsable. Otros intervinientes (policía judicial o científica, arqueólogo forense, etc...).

Fecha y hora del descubrimiento o exhumación.

Fecha del envío.

Tipos de restos (restos óseos, putrefacción, estado de conservación).

Descripción de las circunstancias y forma del descubrimiento (persona que los descubrió, antecedentes del lugar, actuaciones previas en el lugar, manipulaciones).

Características geográficas del terreno (rural, urbano, otras). Describir.

Características climáticas (generales, días previos, día del hallazgo).

Localización de los restos:

En superficie: cubiertos (material), descubiertos, radio de dispersión, posición (primaria o secundaria) y orientación.

Semienterrados: tipo y descripción de la inhumación (fosa?, características), posición de los restos (primaria o secundaria) y orientación, manipulaciones previas, técnicas de extracción.

Fauna de la zona (carroñeros) y evidencias observadas en la escena.

Observaciones complementarias.

Croquis del terreno con coordenadas UTM.

Datos que orienten sobre la identidad de los restos (sospecha de identidad, información previa, documentos hallados, objetos personales, ropa).

Circunstancias de la muerte.

Data de la muerte (fauna cadavérica). En el caso de sospecha de la identidad, última vez que fue vista en vida.

Muestras recogidas del terreno.

Restos en superficie: material que cubre el cuerpo, restos de tierra de debajo del cadáver, otros.

Semienterrados: muestras de la tierra que cubre los restos, de la zona inferior, del interior de las cavidades (torácica y abdominal), otras.

Restos recogidos del agua: temperatura del agua, vegetación, muestra de agua, otros.

Inventario de los restos óseos (diagrama y descripción) y de las piezas dentales (diagrama).

Cadena de custodia:

- Responsable de la recogida: (identificación, día/hora).
- Responsable del empaquetado o embalaje: (identificación, día/hora, medio de embalaje).
- Responsable del transporte: (identificación, día/hora, medio de transporte).

### ANEXO 2: CUADERNO DE CAMPO / INFORME DE LEVANTAMIENTO/RESTOS INHUMADOS.

*(Información mínima que deberá contener el informe).*

Juzgado de procedencia.

Diligencias judiciales.

Término municipal de procedencia.

Médico forense responsable. Otros intervinientes (policía judicial o científica, antropólogo forense, arqueólogo forense, etc...).

Fecha y hora del descubrimiento o exhumación.

Fecha del envío al laboratorio de Antropología Forense.

Lugar: sin fosa, fosa simple, otras.

Estratigrafía: unidad estratigráfica, unidades relacionadas, descripción de las mismas, Matrix Harris.

Enterramiento:

Tipo: primario, secundario, individual, colectivo.

Dimensiones de la tumba.

Descripción del relleno/s.

Posición: decúbito prono, decúbito supino, decúbito lateral (derecho, izquierdo), fetal, otras.



Orientación: N-S, S-N, E-O, O-E, otras.	descripción de ropa y objetos, presencia de restos de balística, etc...
Grados.	
Gestos deposicionales de la descomposición: en medio colmatado, en medio vacío.	Anotaciones sobre daños antrópicos ocasionados durante la exhumación.
Mortaja e indumentaria asociada.	Levantamiento de los restos esqueléticos: inventario de los restos óseos (diagrama y descripción) y de las piezas dentales (diagrama). Levantamiento individualizado por regiones anatómicas y lateralidad, en paquetes separados y embalados en cuyo interior y exterior habrá una etiqueta identificativa de cada región anatómica, acrónimo del levantamiento o número de diligencias judiciales, fecha y lugar (estas etiquetas deben ser de material plástico, rotuladas con material indeleble y a ser posible emplear mayúsculas).
Disposición del cadáver:	Toma de muestras:
Cabeza: izquierda, derecha, frente, sobre el tórax, boca abajo.	Relleno de la fosa que cubre el cadáver.
Brazos: pegados al cuerpo, cruzados pelvis, cruzados abdomen o tórax, altura de cabeza, bajo del cuerpo, otros.	Tierra ubicada por debajo de los restos óseos (que se recuperará y tamizará tras el levantamiento del esqueleto y se remitirá al laboratorio).
Piernas: extendidas, semi-flexionadas, flexionadas, otros.	Toma de muestras de tierra en el esqueleto: relleno del interior de cráneo, tórax y pelvis.
Inventario de objetos e indumentaria asociada.	Cadena de custodia:
Otras evidencias de interés criminalístico (balística) (localización exacta, fijación fotográfica).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Responsable de la recogida: (identificación, día/hora).</li><li>• Responsable del empaquetado o embalaje: (identificación, día/hora, medio de embalaje).</li><li>• Responsable del transporte: (identificación, día/hora, medio de transporte).</li></ul>
Antropometría básica de campo (de salvamento): longitud total esqueleto (vértex-calcáneo-astragalina), anchura biacromial, longitud total de brazo (desde cabeza humeral a extremo distal cúbito-radio), longitud total de pierna (desde trocánter mayor a base de articulación calcáneo-astragalina).	
Otras medidas antropométricas complementarias: húmero (longitud máxima, anchura epicondilar, diámetro vertical cabeza), radio (longitud máxima, diámetro máximo cabeza radial), cúbito (longitud máxima), fémur (longitud máxima, anchura epicondilar, diámetro vertical de la cabeza), tibia (longitud máxima, anchura meseta tibial).	
Otras observaciones: sobre el lugar, sobre la posición y deposición, sobre lesiones macroscópicas observables,	





**ORIGINAL**

# La arqueología en el contexto forense español. Estado actual y propuestas.

ARCHAEOLOGY IN THE SPANISH FORENSIC CONTEXT.

CURRENT STATUS AND PROPOSALS.

Muñoz Hernández V.<sup>1</sup>, Viéitez López A.<sup>2</sup>

1 Médico Forense. Jefe de Sección de Patología Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Ciudad Real y Toledo, Dirección de Toledo.

2 Licenciada en Derecho. Juez Sustituta de los Juzgados de Toledo y su Provincia. Licenciada en Criminología.

**RESUMEN:** El levantamiento de cadáver es considerado como la primera fase de la investigación médico legal de la muerte. Es en esta importante diligencia donde actúa el Médico Forense como uno de los principales intervinientes. No obstante, pueden darse casos complejos derivados de las características o localización del cuerpo que permitirían plantear la posibilidad del auxilio de otros profesionales con conocimientos más especializados en este tipo de casos. Una de estas situaciones es la aparición de restos humanos esqueletizados en superficie, o total o parcialmente enterrados. En el presente artículo se pretende dar una visión de la situación actual en nuestro país sobre el tema y hacer notar la necesidad de intervención del Arqueólogo Forense, la cual tendría un perfecto encuadre en nuestro Ordenamiento Jurídico, pero sin obviar las dificultades que todo ello comportaría y proponer las soluciones adecuadas, todo ello dentro del contexto de la máxima efectividad en la resolución de la cuestión judicial de que se trate.

**PALABRAS CLAVE:** Arqueología, antropólogo forense, levantamiento de cadáver, médico forense.

**ABSTRACT:** The removal of the corpse is considered as the first phase of the medicolegal investigation of the death. It is at this important procedure where the Forensic Doctor acts as one of the principal agents. Nevertheless, there can be complex cases due to the characteristics or the location of the body, which would allow to raise the possibility of the aid of other professionals with more specialized knowledge in this type of cases. One of these situations is the appearance of human skeletized remains at surface, or total or partially buried. In the present article we aim to give a vision of the current situation in our country on the topic and to note the need of the Forensic Archeologist intervention, which would have a perfect setting in our Juridical Classification, but without obviating the difficulties that all this would entail and proposing the appropriate solutions, all this in the context of the maximum effectiveness in the resolution of the judicial question that is being treated.

**KEY WORDS:** Archeology, forensic anthropologist, removal of the corpse, forensic doctor.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Desde un punto de vista médico legal se denomina levantamiento de cadáver a la investigación médico forense en el lugar de los hechos.

En términos generales, la diligencia de levantamiento de cadáver desde un punto de vista médico legal, se configura como una fase más de la investigación criminal, que junto con la práctica de la autopsia judicial y la realización de pruebas complementarias de laboratorio, tiene como objetivo básico y primordial el esclarecimiento de unos hechos delictivos con resultado de muerte [1].

Además de lo anterior, es necesario apuntar que el hallazgo de un cuerpo sin vida o unos restos humanos dará lugar al

inicio de una investigación judicial, y es por ello por lo que esta investigación debe estar sujeta a una normativa específica.

En este sentido, la norma fundamental que rige para estos casos se encuentra recogida en la Ley de Enjuiciamiento Criminal (LECRIM). En ella se hace referencia explícita al médico forense como interviniente en esta fase de la investigación judicial en sus artículos 326, 336, 347 y 348 [2].

Por otro lado, el modelo organizativo de la Medicina Forense en nuestro país es claro a la hora de hacer referencia a la intervención de los Médicos Forenses en este tipo de investigaciones. Así, en el Reglamento de los Médicos Forenses en su capítulo I artículo 3.b señala que de entre las funciones del Médico Forense se encuentra la realización de las investigaciones en el campo de la Patología Forense y de

las prácticas tanatológicas que le sean requeridas a través de los Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses (en adelante IMLyCF) por los Juzgados, Tribunales y Fiscalías y que se deriven necesariamente de su propia función en el marco del proceso judicial [3].

En esta misma dirección, el reglamento de los Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en su artículo 8.3 señala que corresponderá a los Servicios de Patología Forense la investigación médico legal en todos los casos de muerte violenta o sospechosa de criminalidad que hayan ocurrido en la demarcación del Instituto y que sean ordenada por la autoridad judicial, así como la identificación de cadáveres y restos humanos [4].

Así pues, tanto el ordenamiento jurídico español como el modelo organizativo de la Medicina Forense, exige la participación directa "in situ" del Médico Forense en el lugar en donde se encuentra el cadáver. Este imperativo legal que encontramos en la Ley de Enjuiciamiento Criminal se justifica con arreglo a dos principios [5]:

- a) El asesoramiento al Juez de Instrucción, verdadero director de las diligencias judiciales que lleva a cabo la comisión judicial de la que forma parte el Médico Forense.
- b) El comienzo del proceso de estudio médico legal desde el punto de vista técnico y científico, que posibilita la configuración de las pruebas a través del documento pericial que se continúa en la práctica de la autopsia.

Es necesario apuntar que la redacción dada al artículo 778.6 de la Lecrim ha supuesto un importante cambio en el papel del médico forense en la fase de levantamiento, pasando de tener una función meramente asesora como hemos apuntado, a convertirse en verdadero delegado de la autoridad judicial, pudiendo acudir a la escena por mandato judicial, en ausencia de ésta y en virtud del precepto legal, y elaborar así un informe de levantamiento [6].

Además, la actuación del médico forense en el lugar del hallazgo se justifica por el hecho de que el conocimiento del contexto donde es hallado el cuerpo es necesario para la correcta interpretación del caso. Por ello, muchos autores consideran que la fase del levantamiento del cadáver constituye la primera fase de la autopsia médico legal y se puede considerar como el procedimiento fundamental para el inicio de toda investigación criminal [7].

Por último, la intervención del Médico Forense en el levantamiento de cadáver está recogida de igual forma en normas que trascienden a la esfera internacional, como lo recoge la Recomendación (99)3 del Consejo de Europa, que en su principio I (investigación de la escena o lugar de los

hechos), establece en su apartado b) el papel de la policía y, más en concreto, el papel del perito médico legal [8].

## 2. INTERVENCIÓN MÉDICO FORENSE EN LA INVESTIGACIÓN DE CASOS ESPECIALES: CADÁVERES PUTREFACTOS, MUTILADOS Y RESTOS ESQUELÉTICOS.

En relación al papel del Médico Forense que acude al lugar de los hechos, los objetivos fundamentales que se persiguen con la realización de la diligencia de levantamiento de cadáver son: corroborar y comprobar la certeza de la muerte, identificación del fallecido, determinar la data de la muerte, formular una valoración preliminar del origen, mecanismo y la causa de la muerte y tomar muestras de vestigios que pudieran deteriorarse o desaparecer a consecuencia del transporte del cadáver [9].

Pero en la investigación de la escena pueden surgir circunstancias que pueden dificultar la consecución de estos objetivos. Dentro de ellas y desde un punto de vista médico legal, destacan, entre otras, cuestiones tales como el estado en el que se encuentra el cuerpo y la localización y disposición del mismo. Esto podría plantear en los peritos médicos intervinientes cuestiones de competencia y de capacidad para la resolución de estos casos.

A este respecto, la legislación vigente en nuestro país no hace referencia a estas cuestiones y no establece ningún tipo de diferencias, siendo, en cualquier caso, el Médico Forense adscrito a los IMLyCF el llamado a intervenir ante el hallazgo de un cuerpo sin vida o de unos restos cadavéricos, todo ello con el fin de llegar a la consecución de los objetivos anteriormente reseñados.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que uno de los retos con los que se enfrentan los investigadores durante la investigación criminal es el de reconocer cuándo un especialista puede ser más útil que otro [10]. En el caso concreto de restos óseos o cuerpos total o parcialmente esqueletizados, en algunos manuales se hace mención a que, si el médico forense no está familiarizado con su estudio, los restos deberían ser remitidos a un Antropólogo Forense [11].

En este sentido, si bien es cierto que en países como Estados Unidos y en gran parte de América Latina, la Antropología Forense se ha desarrollado en el contexto de las denominadas Ciencias Forenses como una subdisciplina de la Antropología Física utilizada para la resolución de casos criminales, en países europeos, y entre ellos España, la

Antropología Forense ha estado ligada desde su inicio a la Medicina Forense como una especialidad de la misma, siendo desempeñada por Médicos Legistas con conocimientos específicos en la materia [12].

Este planteamiento pudiera dar, y de hecho así lo hace en la práctica diaria habitual, una respuesta satisfactoria en las pericias referentes al estudio de restos óseos o cadáveres en mal estado o mutilados que se realizan, tanto en los Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses que cuentan con laboratorios o unidades de Antropología Forense (Galicia, Cataluña, Palma de Mallorca o Madrid), como por los diferentes Médicos Forenses especializados en antropología que existen en nuestro país. También en este apartado merece una mención aparte el laboratorio existente en el Servicio de Criminalística del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses, laboratorio por otra parte de referencia del Ministerio de Justicia.

Sin embargo, cuestión diferente sería el abordaje de la diligencia de levantamiento de unos restos esqueléticos, ya sea en superficie, o total o parcialmente enterrados.

Se ha venido insistiendo en la importancia que durante la investigación judicial tiene esta primera fase de levantamiento de cadáver, no menos importante en el caso del hallazgo de unos restos óseos, ya que una recuperación completa de las estructuras esqueléticas y la constatación de las relaciones entre ellas y de éstas con otros elementos, constituye la primera y principal etapa del análisis esquelético [13], y de su buena práctica dependerá en gran medida el éxito en la resolución de un caso. Sirva como ejemplo el hecho de que el estudio del lugar de aparición o forma de encontrarse los restos ya puede orientar hacia el tipo de muerte, y que la data de la misma se puede circunscribir mejor si estudiamos los elementos de la escena y los correlacionamos con el cuerpo [14].

A pesar de lo dicho, en el caso de España no todos los Médicos Forenses tienen conocimientos exhaustivos en Antropología Forense y mucho menos en recuperación de restos óseos. Como muestra, en el apartado de la formación de los opositores al Cuerpo Nacional de Médicos Forenses, de los 243 temas que forman el temario para su ingreso, tan sólo tres están referidos al estudio de restos óseos y de éstos, sólo uno de ellos a la actuación del Médico Forense ante el hallazgo de unos restos óseos [15]. Algo similar podría decirse en cuanto a la formación de otros intervinientes en la investigación criminal como son los miembros de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado. Todo ello, dicho sea de paso, sin perjuicio de que estos profesionales puedan adquirir mayor formación en fases de postgrado o a causa de una dilatada experiencia profesional.

Ante esto, sería lógico pensar incluir en los equipos

destinados a la investigación del lugar de los hechos, unos especialistas que posean conocimientos en prospección y exhumación, materias propias de la arqueología, pudiéndose plantear entonces la inclusión de la figura del Arqueólogo Forense en todos estos casos.

### 3. LA ARQUEOLOGÍA FORENSE Y EL ORDENAMIENTO JURÍDICO ESPAÑOL.

La Arqueología Forense puede definirse como la aplicación de la Arqueología al campo de la Medicina Legal y especialmente a la búsqueda, localización y recuperación de restos humanos o de cualquier material enterrado [16,17].

Si bien es cierto que en determinados países la figura del Arqueólogo Forense existe, estando vinculada de alguna u otra forma con la del Antropólogo/Médico Forense, en nuestro país, debido a diferencias en el plano formativo de la arqueología y la antropología, por la disposición de las normas legales, por la escasez de fondos para su financiación o por el tipo de criminalidad, dicha figura no existe [18].

En el plano penal, la legislación actual no contempla la intervención de la Arqueología en la investigación criminal, si bien es cierto que en otros ámbitos jurisdiccionales si se contempla dicha figura. Sirva de ejemplo la guía publicada por el Ministerio de Justicia español que establece las recomendaciones en los casos de sustracción de recién nacidos [19], o el protocolo de actuación que regula las exhumaciones de las víctimas de la guerra civil y la dictadura [20]. En ambos casos se recomienda la intervención del Arqueólogo Forense que formará, de esta manera, parte del equipo interviniente.

Por ello no se entiende que, si en determinados ámbitos se recomienda la intervención del Arqueólogo Forense como profesional que puede aportar sus conocimientos específicos en la resolución de un caso, cómo es que en el caso de la investigación penal, con la trascendencia que para la resolución de la misma puede tener, no se contempla su actuación. Se impone, por tanto, la necesidad de que el equipo forense constituido por el Médico Forense y la Policía Judicial o Científica, además de otros expertos, incorporen como un perito más al especialista en Arqueología Forense.

En este sentido, y tratando de articular la presencia del especialista en Arqueología Forense dentro del Procedimiento Judicial Penal y revisando la normativa al respecto, hemos de señalar que la Ley de Enjuiciamiento Criminal establece, en el capítulo II referente al “cuerpo del delito” en su artículo 348 que, “cuando en algún caso además de la intervención del Médico Forense el Juez estime

necesaria la cooperación de uno o más facultativos, hará el oportuno nombramiento”. Posteriormente, señala que la designación de peritos debe recaer, en principio, en personal técnico adscrito a los órganos jurisdiccionales. Pero cuando por razón de la materia a que se refiera el informe no existan técnicos y organismos dependientes de la Administración de Justicia, se recurrirá a funcionarios, organismos o servicios técnicos dependientes de otras administraciones públicas [21]. Es dentro de este marco legislativo donde podría incluirse al Arqueólogo Forense en la intervención judicial penal, referida ésta al levantamiento de cadáveres esqueletizados o en mal estado de conservación y al estudio de la escena o lugar de los hechos.

Por tanto, desde la perspectiva penal y revisando la actual legislación española, creemos que existen bases legales suficientes que permitirían justificar la inclusión del especialista en Arqueología Forense en estos casos.

#### 4. PROBLEMAS PLANTEADOS Y SOLUCIONES PROPUESTAS.

##### A) Problemas.

Hasta ahora y por lo anteriormente expuesto, se desprende la plena justificación de la actuación del Arqueólogo Forense así como su perfecto encuadre legal en el levantamiento de restos óseos en los que sea necesaria su actuación, habida cuenta de la necesidad de conocimientos propios de su materia en esta diligencia y de la importancia que supone esta fase para la investigación criminal.

Sin embargo, a nuestro juicio y por la existencia de ciertos factores y particularidades inherentes a nuestro Ordenamiento Jurídico y a la organización de la Medicina Forense en este país, la inclusión de la Arqueología Forense en el ámbito penal en general y en aquellos casos en los que de restos óseos encontrados con interés judicial se trate en particular, se podrían plantear algunos problemas tales como:

- Un problema derivado de la premura que suele caracterizar este tipo de actuaciones judiciales.
- La eventual falta de formación específica en materia judicial y médico legal de los profesionales de la arqueología.
- Una cuestión meramente económica.

##### B) Soluciones.

La premura que caracteriza este tipo de actuaciones, hace necesario que desde el ámbito de la Medicina Forense se haga notar al encargado de la dirección de la investigación, el Juez Instructor según la ley, la importancia que tiene la fase de levantamiento y la necesidad de una planificación previa, ya que de no ser así pudieran resentirse los resultados ulteriores por causa de las prisas y las decisiones precipitadas.

Por otro lado, es una cuestión que corresponde a los profesionales de la Arqueología, el adquirir los conocimientos suficientes en materia jurídica que sean necesarios para este tipo de actuaciones judiciales. Así, no solo se necesita que el arqueólogo que sea llamado para estos casos tenga una vasta formación en la disciplina en la que habitualmente trabaja, sino que es necesario que sepa trabajar en un contexto médico legal o judicial conociendo los protocolos existentes al efecto, familiarizándose con otras pruebas o disciplinas forenses, tener presente la importancia de la cadena de custodia, la necesidad de emitir informes periciales y de ser llamado a sala para ratificar el mismo, así como tener conocimientos mínimos de anatomía y saber que no sólo puede actuar en casos de restos esqueléticos sino también con cadáveres completos y/o en descomposición [18]. Todo esto le obligaría a realizar cursos de postgrado “ad hoc” o cursos de especialización.

Por último, la cuestión económica es la que puede resultar más incómoda y difícil de resolver. En este sentido es importante conocer la norma general y particular que regula el pago de honorarios a peritos privados en nuestro sistema legal. Así:

- a) En la legislación procesal está prevista la intervención de peritos, a propuesta de las partes, del Ministerio Fiscal en su caso, y del propio Tribunal o Juez Instructor. Los honorarios de estos servicios con carácter general son abonados por el condenado en costas una vez finalizado el proceso.
- b) En los procedimientos penales y sólo en los casos en los que se requiera la intervención de perito de oficio por parte del Órgano Instructor o a petición del Ministerio Fiscal, la Ley de Enjuiciamiento Criminal en sus artículos 240 y siguientes establece la obligación por parte del Estado de abonar los honorarios de peritos siempre que se den alguna de las circunstancias siguientes: insolvencia del condenado a costas, sobreseimiento provisional, archivo definitivo de la causa o sentencia absolutoria [22].

- c) En los procedimientos que se tramiten ante cualquier orden jurisdiccional en donde se haya reconocido el beneficio de justicia gratuita para aquellos que carezcan de recursos [23,24], se garantiza la asistencia pericial gratuita en el proceso a cargo del personal técnico correspondiente de las Administraciones Públicas. Y en casos excepcionales, se admite la intervención de peritos, por insaculación, mediante designación por el Juez o Tribunal entre los técnicos privados, cuyas minutas correrán a cargo del Ministerio de Justicia, siendo necesario antes de la realización de la prueba pericial, la aprobación por la Gerencia del Ministerio de Justicia a la que corresponda, de la previsión del coste económico de aquella elaborada por el técnico privado [25].

Según lo anterior, el caso que nos ocupa al corresponder al ámbito penal, quedaría encuadrado en el segundo supuesto. Tras el hallazgo de unos restos humanos, los peritos intervinientes actuarían de oficio, es decir, nombrados por el Juez de Instrucción. Una vez iniciado el procedimiento y en virtud de lo que pudiera resolver el Tribunal, los honorarios que debe percibir el profesional arqueólogo que intervenga en el asunto deben provenir del condenado (caso de que la muerte pudiera ser responsabilidad de un tercero). Sólo en caso de insolvencia del mismo, o por absolución o por sobreseimiento o archivo ya sea por falta de autor o por que no pudiera acreditarse que los hechos fuesen constitutivos de delito, los gastos serán abonados por el Estado. A tenor de todo ello, el cobro de honorarios se antoja un proceso arduo y dilatado en el tiempo.

## 5. CONCLUSIONES.

El análisis aquí realizado pone de manifiesto la conveniencia y necesidad de la intervención de la Arqueología en determinados casos especiales de la investigación de la muerte. Esto es debido a la importancia de la fase en la que puede intervenir como lo es el levantamiento del cadáver y el estudio de la escena o lugar de los hechos. Se impone además la necesidad en algunos de estos supuestos de contar con profesionales que posean conocimientos más específicos. Por último, la Arqueología Forense quedaría perfectamente encuadrada en el ordenamiento jurídico español a tenor de la legislación actual existente. Por todo ello, se dan los elementos suficientes para creer que queda totalmente justificada su intervención en el contexto forense.

No obstante a lo anterior, no dejan de existir ciertos problemas como los derivados de la falta de formación del profesional de la arqueología en cuestiones jurídicas y

médico legales o de la premura que caracteriza este tipo de intervenciones, sin olvidar la cuestión del cobro de honorarios.

Se trata de una situación que debería generar debate y discusión pero que, en cualquier caso, pasaría por plantear respuestas y alternativas que implicasen a todas las partes intervinientes (Jueces Instructores, Médicos Forenses, Antropólogos, Arqueólogos, etc.). Cualquiera de las soluciones aportadas debe tener presente el objetivo final de la eficaz marcha de la investigación judicial y de la consecución de los mejores resultados en la misma.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Muñoz Hernández V, Viéitez López A. La investigación en el lugar de los hechos. La intervención del médico forense en el levantamiento del cadáver. Cuadernos de Criminología. 2013; 22:30-37.
2. Garamendi González PM, López Alcaraz M. Autopsia médico-legal (I). Aspectos generales. En Delgado Bueno S. editor. Tratado de Medicina Legal y Ciencias Forenses Tomo III. Primera ed. Bosch; 2011. p. 481-502.
3. RD 296/1996 de 23 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico del Cuerpo de Médicos Forenses. BOE nº 53 del 1 de marzo de 1996.
4. RD 386/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de los IML. BOE nº 60 del 9 de marzo de 1996.
5. Etxeberria Gabilondo F. Implicación de la paleopatología en el contexto de los hallazgos antropológicos. En La enfermedad en los restos humanos arqueológicos: actualización conceptual y metodológica: actas del IV Congreso Nacional de Paleopatología. 1997:29-38.
6. Palomo Rando JL Ramos Medina V. Papel del Médico Forense e la Inspección Ocular y Levantamiento de Cadáver. Propuesta de documento. Cuadernos de Medicina Forense 2004; 36:41-57.
7. Gisbert Calabuig JA, Verdú Pascual FA. Autopsia Médico Legal. En Villanueva Cañadas E, Gisbert Calabuig JA. editores. Medicina legal y Toxicología. 6ª Ed. Mason; 2004. p. 219-243.
8. Recomendación 99(3) del Consejo de Europa para la armonización metodológica de las autopsias médico legales. Traducción al español en Donat Laporta E. Revista Española de Medicina Legal 1999; XXIII (86-87):90-103.
9. Solano Gonzales E. Manejo del escenario de muerte y autopsia médico legal. Medicina legal en Costa Rica 2010; 27(2):47-58.
10. Ramey Burns K. Manual de Antropología Forense. Editorial Bellaterra; 2008.

11. Di Maio Vicent JM, Dana SE. Manual de Patología Forense. Díaz de Santos; 2003.
12. Prieto JL. La Antropología Forense en España desde la perspectiva de la medicina forense. Cuadernos de Medicina Forense 2008;14(53-54):189-200.
13. Ubelaker DH. Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation. En Munibe suplemento 24. Edita Sociedad de Ciencias Aranzadi; 2007. p. 26-60.
14. Crespo S, Polo M. Levantamiento-exhumación restos óseos. En Recomendaciones en antropología forense. Serrulla Rech F. coordinador. Ed. Asociación Española de Antropología y Odontología Forense; 2013. p.15-22
15. Orden JUS/350/2017, de 28 de marzo, por la que se convoca proceso selectivo para ingreso, por el sistema general de acceso libre en el Cuerpo Nacional de Médicos Forenses. BOE n° 93 de 19 de Abril de 2017.
16. Hunter J, Cox M. Forensic Archaeology: Advances in Theory and Practice. Routledge. London; 2005.
17. Blau S, Ubelaker D. (eds). Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology. Left Coast Press. Walnut Creek; 2009
18. Márquez Grant N, Robledo Acinas MM, Sánchez Sánchez JA. El papel de la Arqueología en la Investigación Criminal. Revista de la Escuela de Medicina Legal. 2011;16:14-22.
19. [https://www.administraciondejusticia.gob.es/.../Gia\\_de\\_exhumaciones\\_niños](https://www.administraciondejusticia.gob.es/.../Gia_de_exhumaciones_niños)
20. Orden PRE/2568/2011, de 26 de septiembre, por la que se publica el acuerdo del Consejo de Ministros de 23 de septiembre de 2011, por la que se ordena la publicación en el Boletín Oficial del Estado del Protocolo de actuación en exhumación de víctimas de la guerra civil y la dictadura. B.O.E, n° 232, 27 de septiembre.
21. De Luca S, Navarro F, Cameriere R. La prueba pericial y su valoración en el ámbito judicial español. Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminológica. 2013; 15-19:1-14.
22. [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Penal/lecr.11t11.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Penal/lecr.11t11.html)
23. Ley 1/1996, de 10 de enero, de asistencia jurídica gratuita. BOE n° 11 del 12 de enero de 1996
24. Real Decreto 996/2003, de 25 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Asistencia Jurídica Gratuita. BOE n° 188, del 07 de agosto de 2003.
25. Artículos 45 y siguientes del RD 996/2003 de 25 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Asistencia Jurídica Gratuita. BOE n° 188, del 07 de agosto de 2003.





## REVISIONES

# El hueso como matriz para análisis toxicológico forense. BONE AS A MATRIX FOR FORENSIC TOXICOLOGICAL ANALYSIS.

Morillas Fernández ML<sup>1</sup>, Sepúlveda Pérez JA<sup>2</sup>; Font Valsecchi G<sup>3</sup>,  
Morillas Fernández D<sup>4</sup>, Morillas Fernández A<sup>5</sup>

1 Médico Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Cataluña.

2 Médico. CIME-Centro Integral de Medicina. La Paz. Bolivia.

3 Médico Forense. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Cataluña.

4 Historiador. The Reach Free School, Reino Unido.

5 Profesora. mf Arquitectura Academy

**RESUMEN:** Cuando existe limitación para la obtención de muestras, el hueso puede ser útil en el análisis toxicológico post mortem, para determinar el posible consumo de xenobióticos y su relevancia en el momento de la muerte. Se estima que la idoneidad para análisis toxicológico puede ser hasta de 5 años. El objetivo del presente trabajo ha sido revisar las publicaciones existentes (PubMed) hasta el momento en el análisis de MO en toxicología forense. Los resultados nos muestran que no se han propuesto procedimientos estandarizados sobre la recolección y almacenamiento de MO. También se han empleado diferentes procedimientos para la preparación de la misma. Varias técnicas de análisis resultan adecuadas. La separación cromatográfica se utiliza en la mayoría de los casos. Se asume que los xenobióticos pueden ser detectados en MO, porque cualquier sustancia que circula en sangre puede estar en MO, aunque no hay datos exactos que demuestren que las muestras de MO son representativas de los niveles en sangre en el momento de la muerte. La distribución post mortem de una droga no parece ser uniforme, incluso topográficamente. Además, el lugar del muestreo, la edad, el ratio agua/grasa de la MO, las propiedades físico químicas de la molécula y la estabilidad de la MO en el intervalo post mortem pueden interferir en las concentraciones. La interpretación de los resultados es difícil por falta de datos bibliográficos, además de que existen limitaciones en la medición de determinadas sustancias y se requieren herramientas de investigación apropiadas. En conclusión, consideramos que la MO humana tiene un gran interés potencial como matriz y resulta razonable su elección en toxicología forense. Es evidente la necesidad de contar con más estudios validados para poder establecer una determinación cualitativa y cuantitativa de utilidad.

**PALABRAS CLAVE:** Médula ósea, hueso, toxicología forense, drogas, post-mortem.

**ABSTRACT:** When there is a limitation for obtaining samples, the bone may be useful for post-mortem toxicological analysis to determine the possible consumption of xenobiotics and their relevance at the time of death. BM has been found suitable for toxicological analysis up to 5 years after death. The purpose of the present work has been to review of the published data (PubMed) on BM analysis up to now on BM analysis in forensic toxicology. The results show us that no standardized procedures on the collection and storage of BM have been proposed. The collection method is different from some jobs with respect to others too. Different procedures were used for the preparation of the sample. Several analysis techniques are adequate. Chromatographic separation is used in most cases. It is assumed that xenobiotics can be detected in BM, because any substance that circulates in blood can be in BM. There are no exact data to show that BM samples are representative of blood levels at the time of death. The post-mortem distribution of a drug does not appear to be uniform, even topographically. In addition, the sample location, age, BM lipid/water ratio, physicochemical properties of the molecule can interfere in BM concentrations. The interpretation of the results is difficult due to lack of bibliographic data, in addition there are limitations of medication measurements and appropriate research tools are required. In conclusion, we consider that human BM has a great potential interest as a matrix and its choice in forensic toxicology is reasonable. The need for more validated studies is evident in order to establish a qualitative and quantitative determination of utility.

**KEY WORDS:** Bone marrow, bone, forensic toxicology, drugs, post mortem.

**CONTACTO:** María Laura Morillas Fernández. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Cataluña. Ciutat de la Justicia. Edificio G. Gran Via de Les Corts Catalanes, 111. 08075. Barcelona. España. laura\_med81@yahoo.es

## 1. INTRODUCCIÓN.

Aunque la sangre es el medio de referencia en el campo de la toxicología analítica post mortem, el uso de otras matrices biológicas se ha descrito durante décadas en casos de

muestras de sangre limitadas, no disponibles o inutilizables. El tejido óseo puede ser una fuente de información toxicológica [1], así como lo puede ser la médula ósea (MO)[2].

El hueso está compuesto de una porción compacta, otra esponjosa y la médula ósea (Fig.1 y 2 [3]). La parte compacta se encuentra donde el esqueleto está sujeto a estrés físico en una dirección limitada, como los huesos largos. Por el contrario, al hueso esponjoso lo vemos donde se ejerce menos estrés o en las articulaciones. Este es más liviano que el compacto. La médula ósea se encuentra en las cavidades centrales de los huesos. Puede ser amarilla (Fig. 1 y 2) o roja

(Fig. 2); la primera se compone de tejido cicatricial, vasos sanguíneos y tejido adiposo y la segunda de tejido conectivo, células hematopoyéticas, glóbulos blancos y vasos sanguíneos. Los huesos largos reciben un abundante suministro local de sangre mientras que en los cortos, planos e irregulares el suministro es más limitado y a través del periostio [4].

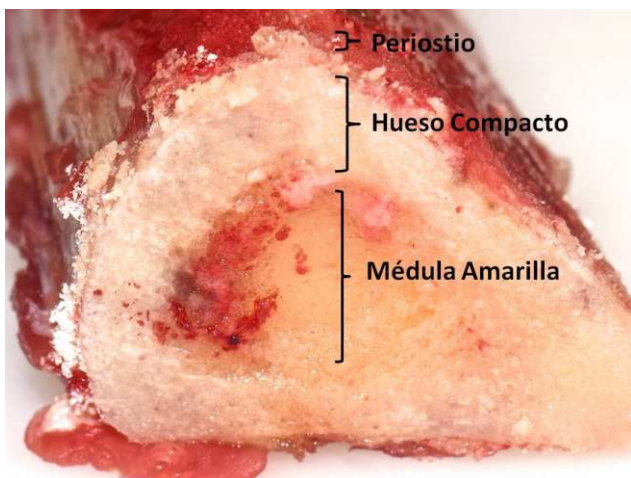


Figura 1

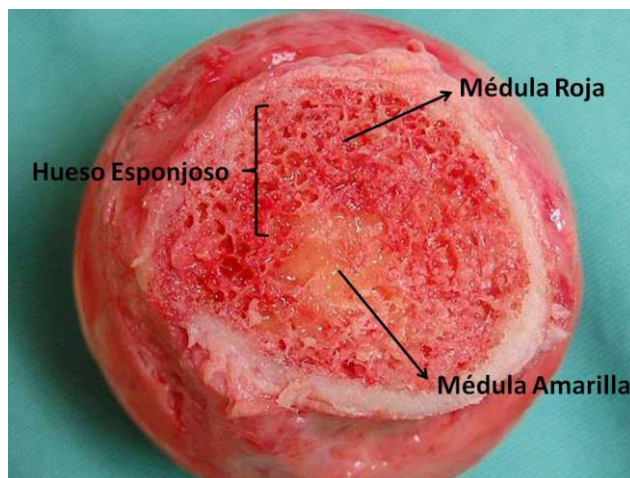


Figura 2

Del peso total de un cuerpo, la médula ósea constituye aproximadamente el 4% del peso corporal total, aproximadamente 3 kg en el hombre y 2,6 kg en la mujer [5,6]. La calidad de la médula ósea, junto con la densidad mineral del hueso, afectan a la fortaleza ósea [5].

Muy conocido es el papel de la MO en análisis genéticos, ya que proporciona una valiosa fuente de ADN y ARN, debido al hecho de que permanece sin descomponer y está disponible para análisis mucho más tiempo que cualquier otro tejido. Además, la influencia minimizada de productos de descomposición del cuerpo que podrían contaminar el material en MO es otro factor importante en el mantenimiento de la calidad adecuada de esta matriz [7].

La MO puede actuar como un repositorio para drogas, en virtud de su rica vascularización, su elevado nivel de lípidos y una protección ósea contra la contaminación, que hacen que sea potencialmente adecuada para toxicología forense [2]. Sin embargo, no se usa comúnmente debido a datos insuficientes sobre su farmacocinética, así como la ausencia de conocimiento sobre si las concentraciones de drogas encontradas en la médula representan los niveles en sangre en el momento de la muerte. También hay que tener en cuenta que en la MO humana se acumulan comúnmente sustancias usadas y de abuso, existiendo dificultad para obtener muestras libres de drogas [8].

Además, muestras de sangre y otros fluidos corporales son útiles para investigar la distribución antemortem y la interferencia debido a la redistribución/difusión, degradación, producción incidental y contaminación, dependiendo de las rutas de admisión y las propiedades del individuo de los productos químicos [9].

Debido al recubrimiento del hueso, existe una barrera física natural [4,10] que protege a la MO de la exposición a factores contaminantes exógenos tales como las sustancias contenidas en el suelo o productos procedentes de la putrefacción, así como de la actividad destructiva post mortem de hongos, bacterias, animales y plantas [10]. Y también tras intervención médica [11]. También por este motivo la putrefacción está retrasada, a pesar de la rica vascularización del hueso [4]. Una vez que el hueso pierde su integridad, la MO queda expuesta a sustancias externas y por lo tanto ya no puede ser útil como matriz para análisis [12].

Los datos informados sugieren que la preservación estimada de la médula ósea (a nivel histológico) es de 3 meses [13], mientras que su idoneidad para el análisis toxicológico puede conservarse hasta 5 años [7].

Desde el punto de vista analítico, la MO es una compleja y heterogénea matriz cuya composición celular y química depende tanto del sitio de recopilación como de las

características individuales de la fuente de muestra. La acumulación de xenobióticos en este tejido también puede depender de contenido de agua y grasa. Por lo tanto, para utilizar la médula ósea como una matriz en análisis toxicológico forense de muestras recolectadas durante una autopsia, hay que tener en cuenta varios procesos que ocurren después de la muerte y que afectan a los xenobióticos presentes en ella [10,12]. Estos procesos incluyen la redistribución post mortem, transformación, degradación, evaporación y neoformación. Debido a la multitud y complejidad de estos fenómenos, la interpretación de los resultados analíticos puede ser difícil o incluso imposible. Esto explica por qué la médula ósea no es un material recogido de forma rutinaria [2,13]. Estos procesos pueden complicarse aún más por una variedad de factores, tales como las fluctuaciones de temperatura, exposición al agua, condiciones de enterramiento y presencia de basura[8].

Debemos tener en cuenta, también, algunos aspectos en relación con determinados cambios que puede sufrir la MO.

La proporción de los componentes grasos y celulares de la MO cambia con la edad en una conversión fisiológica de médula roja a amarilla. La transición ocurre en las primeras dos décadas de vida. El patrón adulto de distribución de médula generalmente se alcanza a la edad de 25 años, cuando la médula roja se localiza en el esqueleto axial (cráneo, columna vertebral, esternón, clavículas, escápulas, pelvis, costillas) y proximal (fémur y húmero). A partir de ese momento, la proporción de células grasas aumenta en el resto del esqueleto, a una velocidad que depende de los parámetros individuales y las condiciones médicas. Los estudios muestran un aumento en la fracción de grasa de alrededor del 7% por década. La médula hematopoyética ha disminuido alrededor de un 30% del total a los 80 años de edad. Además, otros eventos –benignos y malignos– pueden alterar la composición de la MO. En adultos normales la médula amarilla puede reconvertirse en médula roja para aumentar la producción de células sanguíneas, por ejemplo en caso de anemia hemolítica o ciertos procesos malignos. La reconversión se produce exactamente en la secuencia inversa a la inicial, y ocurre en huesos planos[2].

En las investigaciones médico-legales de la muerte, las muestras de rutina recolectadas en la autopsia para pruebas toxicológicas incluyen sangre (por lo general, de sitios periféricos), orina, bilis, humor vítreo, estómago o contenido gástrico, y menos comúnmente, tejidos tales como hígado, cerebro, bazo y pulmón. En casos de descomposición extensa, exanguinaciones o la fragmentación del cuerpo, sólo algunos tejidos pueden estar disponibles. Además, en casos de restos limitados, sólo podemos disponer de músculo, cabello o esqueleto[4,14]. En estas circunstancias,

el hueso puede ser útil en el análisis toxicológico.

A los efectos de las pruebas toxicológicas, una variedad de muestras de hueso se han recopilado como se detalla en la literatura. Las muestras se han elegido en función de la cantidad de médula ósea, la facilidad de acceso o la disponibilidad; así los análisis se han realizados con muestras procedentes de cresta ilíaca, vértebras, fémur, esternón y costillas. Los estudios se han llevado a cabo con todo el hueso, periostio de superficie, parte compacta o médula [4].

Sin embargo, falta literatura sobre cuál es la mejor muestra, si las sustancias más comunes investigadas en análisis toxicológico pueden ser detectadas en hueso y, si los niveles en este se correlacionan con las concentraciones en sangre en el momento de la muerte[4,8].

Desde el primer reporte de análisis toxicológico en médula ósea en 1943, numerosos datos toxicológicos han sido publicados sobre la determinación de xenobióticos y los esfuerzos para encontrar una correlación entre los niveles en sangre y en médula de fármacos en muestras humanas y animales obtenidos post mortem. Además, ha habido varios informes de casos relacionados con análisis toxicológico de MO procedente de restos esqueletizados. Los diversos informes y los estudios sobre este tema se resumieron en una extensa revisión de Cartiser et al. en 2011. Desde entonces, sólo se han publicado unos pocos nuevos hallazgos sobre determinación de varios xenobióticos, incluidas sustancias psicoactivas, en la médula ósea [8].

El objetivo principal del análisis toxicológico post mortem es determinar el posible consumo de xenobióticos por la víctima y su relevancia en la causa de la muerte. Alcanzar este objetivo cuando sólo la MO está disponible plantea dos tipos de preguntas: (1) ¿Se pueden detectar los xenobióticos en MO desde el punto de vista farmacocinético y analítico? (2) ¿Los niveles de drogas en muestras de MO son representativos de las concentraciones en sangre en el momento de la muerte, es decir, son los resultados en MO cuantitativamente interpretables? [2].

El objetivo del presente trabajo ha sido revisar las publicaciones existentes hasta el momento e intentar avanzar en las respuestas formuladas en su momento con los datos actuales.

## 2. MÉTODO.

Se ha realizado una revisión sistemática en PubMed utilizando los términos de búsqueda “médula ósea” y “hueso” combinado con “toxicología”, “forense”, “post

mortem”, “análisis”, “detección” y “droga/s”.

### 3. ANÁLISIS DE MÉDULA ÓSEA.

#### Recogida y almacenamiento de muestras.

Hasta el momento, no se han propuesto procedimientos estandarizados sobre la recolección y almacenamiento de MO [2].

Se han tomado muestras de diferentes ubicaciones, tanto de animales (ratón, rata y conejo más frecuentemente) como de huesos humano. Aunque los huesos de las extremidades inferiores parecen ser un sitio frecuente de toma de muestras de MO, sobre todo de fémur, también se han recogido de vértebras o costillas.

En algún caso, la muestra utilizada era muy limitada y no fue suficiente para su utilización con el método propuesto, por lo que se requirió MO de ternero para la optimización y validación del método. El análisis de las muestras mostró que la MO de ternero es similar a la MO humana en términos de contenido de lípidos [8].

El método de recolección también difiere de unos trabajos a otros: tras sección de la cortical del fémur, extracción mediante pinzas de las costillas, aspiración en cuerpos vertebrales [7], o utilización de astillas de hueso o hueso molido [1].

Por todo ello, las muestras resultantes presentan diferentes propiedades: la MO femoral es más grasa que la de costilla, mientras que los aspirados, que están en forma líquida, son ricos en células hematopoyéticas. Pocos trabajos consideraron la estabilidad durante el almacenamiento, como la estabilidad in vitro de algunos medicamentos a temperatura variable o la influencia de la naturaleza del contenedor (vidrio o polietileno) y el uso de conservantes en la conservación. Estas investigaciones mostraron que las muestras de MO deben analizarse lo antes posible debido a la variación de concentración durante el almacenamiento. En general, en relación a las muestras clásicas utilizadas en toxicología y sin datos sobre la estabilidad del fármaco, debe priorizarse el almacenamiento a baja temperatura. Los conservantes, como el fluoruro de sodio, deberían agregarse a ciertos medicamentos (por ejemplo, etanol) incluso si la homogeneización en MO grasa puede resultar difícil [2].

#### Preparación de muestras y extracción.

Diversos procesos con respecto a la preparación de la muestra han sido realizados, en relación con la composición heterogénea de los diferentes tipos de MO.

Así, se han utilizado procedimientos de liofilización, homogeneización, extracción, eliminación de lípidos [8] y disolución [2].

El proceso de liofilización se introdujo para investigar el contenido de agua dentro de los diferentes tipos de MO y eliminar esta variable, ya que podría afectar el proceso de extracción de diferentes maneras [8].

La eliminación de lípidos se puede conseguir con un lavado de hexano adicional del extracto final o por extracción en varios pasos como proponen otros autores. La extracción en fase sólida se aplicó con éxito en otros estudios [2].

Por lo general, muchos de los métodos de extracción informados (extracción con metanol, extracción de Soxhlet o digestión ácida) consumen mucho tiempo, típicamente entre 12-72 h de incubación. Claramente, el uso de métodos de extracción pasiva o digestión representa una limitación significativa en el rendimiento analítico. Un enfoque para acelerar este proceso es la extracción asistida por microondas (MAE) [1].

La disolución es necesaria para obtener un líquido homogéneo adecuado para una mayor extracción. Se han descrito varios métodos que involucran técnicas mecánicas (ultrasonidos u homogeneizador) o agitación, calefacción y maceración en el medio de extracción [2].

#### Métodos analíticos.

Son varias la técnicas que han resultado adecuadas y relevantes en el análisis de MO. En la mayoría de los casos, el análisis forense de MO utiliza enfoques cromatográficos similares a los de otras matrices. La separación cromatográfica se realiza principalmente por cromatografía de gases (GC) en lugar de cromatografía líquida (LC). Esto se puede explicar fácilmente por el hecho de que la espectrometría de masas (MS) es el sistema de detección de elección para el análisis toxicológico de la mayoría de matrices, y los sistemas GC/MS eran de uso más generalizado que los sistemas LC/MS hasta hace unos años; Recientemente, el tándem LC/MS también se ha aplicado en MO. Aunque la espectrometría de masas sigue siendo el principal sistema de detección, otros sistemas han sido utilizados, como el ionizador de llama para moléculas volátiles (por ejemplo, etanol, metanol, isopropanol). Varias publicaciones destacaron la idoneidad de la inmunología de

ensayo tanto para análisis cualitativo como cuantitativo [2].

El sistema MAE/UHPLC-MS-TOF (extracción asistida por microondas/cromatografía líquida de ultra-alta resolución con cromatografía de masas con analizador de tiempo de vuelo) ha sido demostrado útil en toxicología forense, especialmente en el screening para 31 sustancias psicoactivas en MO humana [8].

#### 4. RESULTADOS.

En la siguiente tabla (Tabla 1) se indican los principales hallazgos encontrados en las publicaciones, el lugar de toma de la muestra, los métodos pretratamiento de la misma y el tipo de análisis realizado, así como los resultados toxicológicos en médula ósea y sangre respectivamente.

Sustancia detectada Referencia y año	Especie Lugar de toma de la muestra	Pretratamiento de la muestra Análisis	Hallazgos analíticos
Acetaminofeno <sup>2</sup> 1989	Humano --	MO macerada en agua, LLE (Acetona) LC/DAD	Reporte de 1 caso MO: acetaminofeno 0,5 µg/g Sg: --
Acetona <sup>2</sup> 1982	Conejo Fémur	MO homogeneizada (ultrasonidos con baño de hielo), centrifugación GC/FID	Experimental MO: acetona 4,2-13,1 mg% Sg: acetona 10-45 mg%
Anfetamina Metanfetamina <sup>2</sup> 1986	Humano Fémur	MO homogeneizada en acetona etílico, LLE, derivación TFA GD/MS	Experimental MO: anfetamina 0,1 µmol/100g, metanfetamina 1 µmol/100g Sg: --
Anfetamina Metanfetamina <sup>2</sup> 1990	Humano Huesos de extremidades	Digestión en pH básico a 70°C, LLE (etil éter diclorometano), derivación TFA GC/MS	Experimental MO: metanfetamina 0,2-0,52 µmol/100 g interferencia con anfetamina Sg: metanfetamina 0,08-0,14 µmol/100g. Anfetamina 0,03-0,07 µmol/100g
Anfetamina Metanfetamina <sup>2</sup> 2000	Humano --	-- GC/MS	Reporte de 1 caso MO: anfetamina + metanfetamina 0,54 µmol/100g Sg: anfetamina + metanfetamina 1,66 µmol/100g
Bromisovalum <sup>2</sup> 1997	Humano Fémur	MO pulverizada y homogeneizada, LLE LC/MS	Reporte de 1 caso MO: 95,4 µg/g Sg: --
Bromisovalum <sup>15</sup> 1997	Humano Fémur	MO en polvo GC/MS	Caso sospechoso de ingestión MO: Bromisovalum en femur I 139,7 µg/g, femur D 36,4 µg/g Sg: --
Cafeína <sup>16</sup> 2010	Humano Fémur, 5ª costilla	MO aplastada con alicates, LLE GC-MS/MS	Concentración de cafeína en sg > en MO Ratio Sg/MO costilla: 1,44±0,41; sg/MO femoral: 2,46±0,71; sugiere que cafeína no se acumula en MO
Clofazimina <sup>17</sup> 2014	Rata Fémur, tibia	Lavado con PBS, congelación -20°C, LLE RP-HPLC-DAD	Experimental MO: 915,45 ng/ml Sg: 593,2 ng/ml
Colchicina <sup>2</sup> 1992	Humano --	MO homogeneizada en buffer fosfato (homogeneizador) RIA	Caso sospechoso de ingestión MO: colchicina >600 ng/g Sg: --
Desipramina <sup>2</sup> 1990	Conejo Fémur, tibia	MO homogeneizada en buffer salino (ultrasonido), LLE, eliminación de lípidos LC/DAD	Experimental MO: 0,745-3,764 µg/g Sg: 0,023-0,112 µ/ml
Dextropropoxifeno <sup>2</sup> 1989	Humano --	MO macerada en agua, LLE LC/DAD	Reporte de 1 caso MO: 1,2 µg/g Sg: --
Diazepam <sup>2</sup> 1991	Rata Fémur, tibia	Polvo en solución ácida, dilución con buffer fosfato LC/DAD	Experimental MO: 2-5 ng/g Sg: 0,2-7,5 ng/ml
Diazepam <sup>2</sup> 2009	Rata Fémur	MO homogeneizada en solución salina (ultrasonidos) ELISA	Experimental MO: sensibilidad test de ELISA: 100% Sg: --
Diazepam, nordiazepam <sup>18</sup> 2013	Humano Fémur	Homogenización en agua desionizada, LLE UPLC/MS-MS	Reporte de 1 caso MO: presencia de diazepam y su metabolito primario nordiazepam Sg: --
Diazinon <sup>2</sup> 2009	Conejo Pierna delantera y trasera	MO homogeneizada (homogeneizador), LLE, SPE GC/MS	Experimental MO: 13-118 mg/kg tras muerte, 36-3515 mg/kg después de 1 mes enterrado Sg: 0,1-0,8 mg/l tras muerte
Endosulfán <sup>2</sup> 2009	Conejo Pierna delantera y trasera	MO homogeneizada en sulfato sódico (homeneizador), LLE GC/MS	Experimental MO: α-endosulfán: No detectado tras muerte, 0,02-0,3 mg/kg después de 1 mes enterrado β-endosulfán: No detectado tras muerte, 0,07-0,9 mg/kg después de 1 mes enterrado endosulfán éter: No detectado tras muerte, 0,02-0,2 mg/kg después de 1 mes enterrado endosulfán sulfato: 0,12-0,15 mg/kg tras muerte, no detectado después de 1 mes enterrado Sg: α-endosulfán: No detectado tras muerte β-endosulfán: No detectado tras muerte endosulfán éter: 0,01-0,02mg/kg tras muerte endosulfán sulfato: 0,15-2,77 mg/kg tras muerte

Etclorvinol <sup>2</sup> 1981	Conejo Fémur, tibia	MO homogeneizada en agua, LLE GC/FID	Experimental MO: 0,17-79,90 mg% Sg: 0,11-3,32 mg%
Fentanilo <sup>19</sup> 2009	Rata Fémur	MO homogeneizada en solución salina (ultrasonidos), disolución en buffer acetato ELISA	Experimental MO: sensibilidad ELISA 66 a 100% Sg: --
Fentanilo <sup>20</sup> 2010	Rata Fémur	MO homogeneizada en solución salina (ultrasonidos), dilución en buffer acetato ELISA	Experimental MO: sensibilidad ELIA 67 a 100% Sg: --
Flurazepam <sup>2</sup> 1982	Conejo Fémur, tibia	MO homogeneizada en agua (ultrasonidos), LLE, remoción de lípidos GC/ECD	Experimental MO: 0,013-8,325 mg% Sg: 0,038-0,313 mg%
Isopropanolol <sup>2</sup> 1982	Conejo Fémur	MO homogeneizadas (ultrasonidos en baño de hielo), centrifugación GC/FID	Experimental MO: 30,4-119,9 mg% Sg: 82-218 mg%
Ketamina <sup>2</sup> 2008	Rata Fémur	MO homogeneizada en solución salina (ultrasonidos) ELISA, GC/ECD	Experimental MO: sensibilidad test ELISA 75 a 100% Sg: --
Ketamina <sup>2</sup> 2008	Rata Fémur	MO homogeneizada en solución salina (ultrasonidos) ELISA, LC/MSMS	Experimental MO: sensibilidad test ELISA 100% Sg: --
Meprobamato <sup>2</sup> 2007	Humano Fémur	MO homogeneizada en buffer amoníaco, LLE, remoción de lípidos (hexano/etanol/agua) GC/MS	Serie de autopsias humanas MO: 0-116 µg/g Sg: 0,41-372 µg/g
Metanol <sup>2</sup> 1982	Conejo Fémur, tibia	MO homogeneizada (ultrasonidos en baño de hielo), centrifugación GC/FID	Experimental MO: metanol 24,4-108,3 mg% Sg: 67,5-255,7 mg%
Midazolam <sup>2</sup> 2001	Ratón, rata --	MO homogeneizada en solución salina, centrifugación ELISA	Experimental MO: detectado Sg: detectado
Morfina <sup>2</sup> 2001	Humano Fémur	MO homogeneizada en agua, LLE, derivación TMSA FPIA, GC-FID	Reporte de 1 caso MO: 195 ng/g Sg: --
Morfina <sup>2</sup> 2006	Conejo Huesos largos	MO homogeneizada CEDIA	Experimental MO: 135-1080 ng/mg tras la muerte, 102-1108 ng/mg tras 1 semana enterrado, 0-592 ng/mg después de 2 semanas enterrado Sg: 106-2350 ng/ml tras la muerte Experimental: dosis letal única
Morfina, 6-AM <sup>2</sup> 2007	Ratón --	MO homogeneizadas (homogenei- zador), LLE, derivación BSTFA GC/MS	Experimental: administración crónica MO: morfina no detectada; 6-AM no detectada Sg: morfina no detectada; 6-AM no detectada Experimental: dosis letal MO: morfina 34-220 ng/mg tras la muerte, no detectado después de 2 meses de conservación del hueso; 6-AM 2,4-24 ng/mg tras la muerte, 0,3-6,3 ng/mg después de 2 meses de conservación del hueso
Nortriptilina <sup>2</sup> 1993	Conejo Fémur, tibia	MO homogeneizada en solución salina (ultrasonidos), LLE, remoción de lípidos (hexano/etanol/agua) LC/DAD	Experimental MO: 0,835-6,778 µg/g Sg: 0,036-0,227 µg/ml
Paraquat <sup>2</sup> 1997	Conejo --	Mo homogeneizada en solución acida, SPE LC/DAD	Experimental MO: 1,5-43,3 µg/g después de 3 a 24 meses enterrado Sg: resultados en términos de ratio sg/mo
Pentobarbital <sup>2</sup> 1985	Conejo Fémur	Mo homogeneizada (ultrasonidos), LLE GC/FID	Experimental dosis no letal MO: 2,29-3,70 mg% Sg: 2,26-3,20 mg% Experimental dosis letal MO: 4,3-6,68 mg% Sg: 4,66-5,69 mg%
Triazolam <sup>2</sup> 1997	Humano Fémur	Digestión a pH básico con calor, LLE GC/MS-NICI	Reporte de 1 caso MO: víctima 1: 0,36 ng/g, víctima 2: 0,37 ng/g Sg: --
Veliparib <sup>20</sup> 2010	Humano Células de MO y sobrenadante	Congelación-descongelación, dilución con acetonitrilo LC-MS-MS	Reporte de 1 caso MO: sobrenadante 39,7nM células 0,32 nmol/10 <sup>6</sup> cél. SG: 286 nM

MO Médula ósea, Sg sangre, BSTFA bi(trimetilsilyl)trifluoacetamida, CEDIA inmunoensayo con enzimas clonadas, DAD detector de arreglo de diodo, ECD detector de captura de electrones, ELISA ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas, FID detector de ionización de llama, FPIA inmunoensayo de polarización fluorescente, GC cromatografía de gases, HPLC cromatografía líquida de alta eficacia, i.p. intraperitoneal, i.v. intravenoso, LC cromatografía líquida, LLE extracción líquido-líquido, MS espectrofotometría de masas, NICI ionización química con iones negativos, PBS buffer salino

TABLA 1: Adaptada y ampliada de N Cartiser et al.[2]

En la tabla 2 se describen los resultados de series de autopsias analizadas, atendiendo a los mismos parámetros.

Sustancia detectada Referencia y año	Especie Lugar de toma de la muestra	Pretratamiento de la muestra Análisis	Hallazgos analíticos
Benzodicepinas (diazepam, nordiazepam), opiáceos (codeína, 6-AM, hidrocodona, oxicodona, morfina), cocaína y metabolitos <sup>4</sup> 2009	Humano Cresta iliaca, vértebra	Técnicas de rutina GC/MS	Serie de autopsias humanas Hueso: Diazepam: 0,60-2,4 mg/kg Nordiazepam 0,32-1,60 mg/kg. Codeína: detectada en el 50% de los casos positivos en sg 6-AM y hidrocodona: no se detectaron en los casos + en sg Morfina: detectada sólo en 1 de los casos + en sg Cocaína: detectada en hueso en 1 de 3 positivos en sg 120ng/g Cocaetileno: detectado en 2 casos: 48 y 80ng/ml.
36 drogas (anfetaminas, codeinas, sedativas, MDZs, TCAs, anticonvulsivantes, anestésicos, analgésicos) <sup>1</sup> 2013	Humano Vértebra	LLE, SPE GC/MS	Series de autopsias humanas Correlaciones entre sg cardiaca, líquido pericárdico y MO
Etanol, acetona, cianuro, tolueno, petróleo licuado, cresol, etileno, H <sub>2</sub> S <sup>4</sup> 2013	Humano Vértebra torácica baja	Incubación, solución, centrifugación HS/GC/MS	Correlaciones entre sg, líquido pericárdico y MO
Meprobamato <sup>22</sup> 2013	Humano Fémur	Técnicas de rutina GC	Serie de autopsias humanas MO: 0,21-156,6 µg/g Sg: 0,41-464,4 µg/ml
Screening general desconocido <sup>2</sup> 2005	Humano Fémur	Digestión enzimática con calor, LLE, remoción de lípidos (hexano/etanol/agua) GC/MS	Serie de autopsias humanas MO: acetaminofeno, amitriptilina, citalopram, ciamemazina, destropoxifeno, fluoxetina, meprobamato, norcobazam, nordiazepam, nortriptilina, oxacepam, pentobarbital, sertralina, tiopental, venlafaxina
Screening general desconocido <sup>2</sup> 1989	Humano --	MO macerada en agua, acidificada; LLE GC/MS, GC/NPD, TLC, LC/DAD	Reporte de 1 caso MO: paracetamol: 0,5 µg/g, dextropropoxifeno: 1,2 µg/g
Screening general desconocido <sup>2</sup> 1978	Humano Vértebra	MO calentada en etanol, acidificada, LLE GC/FID	Reporte de 1 caso MO: amitriptilina: 0,04mg/51,8g MO
Screening selectivo <sup>2</sup> 2000	Humano: 1° estudio fémur 2° estudio lumbar	MO homogeneizada (ultrasonidos), métodos de rutina usados para análisis de drogas en sangre GC, LC	Serie de autopsias humanas MO: amitriptilina 0,56-6,3 mg/kg nortriptilina 0,2-5,4 mg/kg, doxepin 0,21-0,97 mg/kg, nordoxepin 0,84-0,86 mg/kg, sertralina 0,67 mg/kg, nordiazepam 0,16-1,9 mg/kg, temazepam 0,2-4,4 mg/kg, oxacepam 0,36-1,6 mg/kg, propoxifeno 0,75-25 mg/kg, metadona 0,56-0,86 mg/kg, oxicodona 1,20mg/kg, mianscrin 0,98 mg/kg, nordosepin 34 mg/kg, doxepin 2,9 mg/kg, sertralina 1,2 mg/kg, moclobemida 24 mg/kg, tioridazina 2,1-4,8 mg/kg, mesoridazina (metabolito) 1,3 mg/kg, olanzapina 0,98 mg/kg

MO Médula ósea, Sg sangre, BSTFA bi(trimetilsilyl)trifluoacetamida, CEDIA inmunoensayo con enzimas clonadas, DAD detector de arreglo de diodo, ECD detector de captura de electrones, ELISA ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas, FID detector de ionización de llama, FPIA inmunoensayo de polarización fluorescente, GC cromatografía de gases, HPLC cromatografía líquida de alta eficacia, i.p. intraperitoneal, i.v. intravenoso, LC cromatografía líquida, LLE extracción líquido-líquido, MS espectrofotometría de masas, NICI ionización química con iones negativos, PBS buffer salino fosfato, RIA radioinmunoensayo, RP-HPLC cromatografía líquida de alta eficacia de fase inversa, SPE extracción en fase sólida, TFA ácido trifluoroacético, TMSA trimetilsilylacetamida, -- no disponible, D derecho, lizquierdo.

TABLA 2: Adaptada y ampliada de N Cartiser et al.[2]

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

En el análisis toxicológico con intenciones forenses, la sangre es la matriz de uso principal tanto para la interpretación cualitativa como cuantitativa. La literatura nos muestra como en los últimos años se vienen utilizando otras sustancias con la intención de ampliar los recursos disponibles. El problema viene con el acceso limitado a las mismas en el caso de que se trate de restos esqueléticos, putrefacción, carbonización severa o fragmentos de cuerpos, como por ejemplo tras un accidente de avión. Así, la MO puede ser el único tejido disponible para la investigación toxicológica. Hemos visto que presenta varias ventajas, como ser uno de los tejidos más protegidos del cuerpo, frente a la contaminación o la misma putrefacción. También es importante la rica vascularización y el gran componente lipídico que tiene. Por ello, hemos revisado los estudios realizados hasta el momento bien sea con animales o con humanos en los que la matriz utilizada es MO.

Respecto a la primera pregunta planteada, si los xenobióticos pueden ser detectados en MO, debido a la rica vascularización de la MO se asume que cualquier sustancia que circula en sangre puede estar presente en MO[2]. En los casos referenciados, la mayoría de las sustancias investigadas han sido detectadas en MO. La interpretación de los casos negativos, debe realizarse con cautela, porque pueden entrar diversos factores en juego como el propio diseño del método utilizado.

Respecto a la segunda pregunta, si los niveles en muestras de MO son representativos de los niveles en sangre en el momento de la muerte, la bibliografía no da una respuesta contundente. A pesar de que los datos farmacocinéticos para MO son limitados, ocasionalmente se han descrito procesos específicos, como la acumulación de benzodiazepinas y fentanilo. Los mecanismos involucrados en la distribución de drogas en MO deberían, por lo tanto, investigarse en experimentos con animales. Una correlación entre concentraciones en sangre y MO ha sido demostrada para una amplia gama de compuestos, lo que permite la extrapolación de los resultados de MO a sangre, que son más fácilmente interpretables. Sin embargo, la aplicación de estos datos, en su mayoría obtenidos en modelos animales, para casos de autopsias humanas, sujeto a condiciones post mortem incontrolables y, a menudo, desconocidas, requiere un estudio adicional [2].

Otro aspecto a considerar para la interpretación cuantitativa son los cambios post mortem de la concentración en MO. Más allá de la estabilidad de la droga, se ha visto que la redistribución de algunos compuestos puede provocar tanto un aumento como una disminución en los niveles en MO [2]. Maeda et al. encontraron una gran diferencia de

concentraciones de Bromisovalum entre fémur derecho e izquierdo, lo que indicaba interferencia. El patrón de alteración post mortem de una droga o veneno contenido en MO no parece ser uniforme en un cuerpo, incluso topográficamente y es, por lo tanto, impredecible[15].

También, como resultado de la composición variable de la MO (es decir, grasa y celularidad) en diferentes huesos según la edad, el lugar de muestreo parece ser un factor relevante que debería ser investigado. Así como, el comportamiento hidrofílico o lipofílico de las moléculas debe tenerse en cuenta: Winek et al. demostraron que la correlación sangre/MO de compuestos solubles en agua, como metanol, etanol, isopropanol y acetona, se mejoró corrigiendo el contenido de agua, mientras que otros autores describieron la acumulación en MO de drogas lipofílicas como el diazepam[2].

La interpretación de los resultados analíticos en casos particulares parece ser una tarea difícil. Existe una clara falta de datos bibliográficos [1] y documentos científicos que estimen la potencial correlación entre los niveles de xenobióticos en sangre y en médula ósea y, que informen de los rangos que consiguen efectos terapéuticos, tóxicos o letales. Los resultados del análisis toxicológico de médula ósea pueden usarse como base para dilucidar unas conclusiones sólo si se interpretan junto con el análisis de otras muestras biológicas, incluidas la sangre, el humor vítreo u otros órganos internos [8].

Por otro lado, nuestro entendimiento de las implicaciones y limitaciones de las mediciones de medicamentos en este material sigue siendo pobre para permitir una interpretación fiable de los datos obtenidos. Se requieren herramientas de investigación apropiadas de preparación de muestras (que incluyen el paso esencial del aislamiento de la droga de la matriz) y ensayos analíticos validados que permitan la detección de drogas con la mayor sensibilidad posible y dentro de un corto periodo de tiempo [8].

En conclusión, como en estudios anteriores, consideramos que la MO humana tiene un gran interés potencial como matriz, por lo que resulta razonable su elección en toxicología forense. Es evidente la necesidad de contar con más estudios validados para poder establecer una determinación cualitativa y cuantitativa de utilidad.

### Agradecimientos.

A Laia Rojas, por su buen hacer con la tecnología y presentación final de todos mis trabajos.



A Raúl Martín, por la revisión del trabajo y el apoyo incondicional.

A Celia Rudilla, por su inestimable ayuda en la búsqueda bibliográfica.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. NA. Desrosiers, CC. Betit, JH. Watterson. Microwave-assisted extraction in toxicological screening of skeletal tissues. *Forensic Sci Int.* 2009 Jul 1;188(1-3):23-30.
2. N. Cartiser, F. Bevalot, L. Fanton, Y. Gaillard, J. Guitton. State-of-the-art of bone marrow analysis in forensic toxicology: a review, *Int. J. Legal Med.* 125 (2011) 181-198.
3. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caput\\_femoris\\_cortex\\_medulla.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caput_femoris_cortex_medulla.jpg)
4. KK. McGrath, AJ. Jenkins. Detection of drugs of forensic importance in postmortem bone. *Am J Forensic Med Pathol.* 2009 Mar;30(1):40-4.
5. J.S. Blebea, M. Houseni, D.A. Torigian, Ch. Fan, A. Mavi, Y. Zhuge, T. Iwanaga, S. Mishra, J. Udupa, J. Zhuang, R. Gopal, A. Alavi. Structural and functional imaging of normal bone marrow and evaluation of its age-related changes, *Semin. Nucl. Med.* 37 (2007) 185-194.
6. S. Hwang, D. Panicek. Magnetic resonance imaging of bone marrow in oncology, part 1, *Skeletal Radiol.* 36 (2007) 913-920.
7. N.L. van Doorn, A.S. Wilson, E. Willerslev, T.P. Gilbert, Bone marrow and bone as a source for postmortem RNA, *J. Forensic Sci.* 56 (2011) 720-725.
8. R. Wietecha-Posluszny, S. Lendor, M. Garnysz, M. Zawadzki, P. Kóscielniak. Human bone marrow as a tissue in post-mortem identification and determination of psychoactive Substances-Screening methodology. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2017 Sep 1;1061-1062:459-467.
9. M. Tominaga, T. Ishikawa, T. Michiue, S. Oritani, I. Koide, Y. Kuramoto, M. Ogawa, H. Maeda. Postmortem analyses of gaseous and volatile substances in pericardial fluid and bone marrow aspirate. *J. Anal. Toxicol.* 37 (2013) 147-151.
10. L.M. McIntyre, C.V. King, M. Boratto, O.H. Drummer. Postmortem drug analyses in bone and bone marrow, *Ther. Drug Monit.* 22 (2000) 79-83.
11. M. Tominaga, T. Michiue, T. Ishikawa, O. Kawamoto, S. Oritani K Ikeda, M. Ogawa, H. Maeda. Postmortem analyses of drugs in pericardial fluid and bone marrow aspirate. *J Anal. Toxicol.* 2013 Sep;37(7):423-9.
12. N.M. Lafreniere, J.H. Watterson. Detection of acute fentanyl exposure in fresh and decomposed skeletal tissues part II: the effect of dose-death interval, *Forensic Sci. Int.* 194 (2010) 60-66.
13. W. Grellner, F. Glenewinkel. Exhumations: synopsis of morphological and toxicological findings in relation to the postmortem interval. Survey on a 20-year period and review of the literature, *Forensic Sci. Int.* 90 (1997) 139-159.
14. L. Tattoli, M. Tsokos, J. Sautter, J. Anagnostopoulos, E. Maselli, G. Ingravallo, M. Delia, B. Solarino. Postmortem bone marrow analysis in forensic science: study of 73 cases and review of the literature, *Forensic Sci. Int.* 234 (2014) 72-78.
15. H. Maeda, S. Oritani, K. Nagai, T. Tanaka, N. Tanaka. Detection of bromisovalum from the bone marrow of skeletonized human remains: a case report with a comparison between gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) and high-performance liquid chromatography/mass spectrometry (LC/MS). *Med Sci Law.* 1997 Jul;37(3):248-53.
16. N. Cartiser, F. Bévalot, C. Chatenayh, C. Le Meur, Y. Gaillard, D. Malicier, J. Guitton, L. Fanton. Postmortem measurement of caffeine in bone marrow: influence of sample location and correlation with blood concentration. *Forensic Sci. Int.* 2011 Jul 15;210(1-3):149-53.
17. CH. Srikanth, P. Joshi, AK. Bikkasani, K. porwal, JR. Gayen. Bone distribution study on anti leprotic drug clofazimine in rat bone marrow cells by a sensitive reverse phase liquid chromatography method. *J. Chromatogr. B* 960(2014)82-86.
18. T. Delabarde, C. Keyser, A. Tracqui, D. Charabidze, B. Ludes. The potential of forensic analysis on human bones found in riverine environment. *Forensic Sci. Int.* 228(2013)e1-e5.
19. N.M. Lafreniere, J.H. Watterson, Detection of acute fentanyl exposure in fresh and decomposed skeletal tissues part II: the effect of dose-death interval, *Forensic Sci. Int.* 194 (2010) 60-66.
20. S. Reinhardt, M. Zhao, A. Mnatsakanuan, L. Xu, R.M. Ricklis, A. Chen, J.E. Karp, M.A. Rudek, A rapid and sensitive method for determination of veliparib (ABT-888) in human plasma, bone marrow cells and supernatant by using LC/MS/MS, *J. Pharm. Biomed. Anal.* 52 (2010) 122-128.
21. F. Bévalot, MP. Gustin, N. Cartiser, Y. Gaillard, C. Le Meur, L. Fanton, J. Guitton, D. Malicier. Using bone marrow matrix to analyze meprobamate for forensic toxicological purposes. *Int. J. Legal Med.* (2013) Sep;127(5):915-21.





## ANTROPOLOGÍA EN IMÁGENES

# Rasgos perimortales de las fracturas de huesos largos. LONG BONE FRACTURES PERIMORTEM TRAITS.

Galtés I<sup>1,2,3</sup>, Scheirs S<sup>1,3</sup>; Ortega M<sup>1,4</sup>, Rodríguez-Baeza A<sup>4</sup>, Malgosa A<sup>3</sup>

1 Unitat d'Antropologia Forense, Servei de Patologia Forense de l'Institut de Medicina Legal i Ciències Forenses de Catalunya.

2 Unitat de Medicina Legal i Forense, Facultat de Medicina. Universitat Autònoma Barcelona.

3 Unitat d'Antropologia Biològica. Departament de Biologia Animal, Vegetal i Ecologia, Facultat de Ciències. Universitat Autònoma Barcelona.

4 Departament de Ciències Morfològiques, Facultat de Medicina. Universitat Autònoma Barcelona.

**RESUMEN:** Establecer la cronología de una fractura ósea sigue siendo uno de los principales retos a los que se enfrenta el Antropólogo Forense. El objetivo de este trabajo es presentar un patrón morfológico que mejore y facilite el diagnóstico diferencial entre fracturas peri- y post-mortales. Presentamos iconográficamente 5 rasgos relacionados con el periodo perimortem: fractura laminar, márgenes ondulados, superficie escamosa, escamas y defectos en escama y márgenes conminutos.

**PALABRAS CLAVE:** Antropología forense, trauma óseo, data de lesiones, traumatismo perimortem.

**ABSTRACT:** Determining the time of injury is still a challenging task in Forensic Anthropology. The aim of this study is to report a morphological pattern that improves the distinction between peri- and post-mortem fractures. 5 peri-mortem traits are iconographically presented: layered breakage, wave lines, bone scales, flakes with matching flake defect and crushed margins.

**KEY WORDS:** Forensic anthropology. Bone trauma. Time of injury. Perimortem trauma.

**CONTACTO:** Ignasi Galtés. Unitat d'Antropologia Forense, Servei de Patologia Forense de l'Institut de Medicina Legal i Ciències Forenses de Catalunya. Unitat de Medicina Legal i Forense de la Universitat Autònoma de Barcelona. Ciutat de la Justícia. Gran Via de les Corts Catalanes, 111 Edifici G. 08075 Barcelona. Tel. 00-34-93 554 82 78. E-mail: ignasigaltes@gmail.com

Establecer la cronología de una fractura ósea sigue siendo uno de los principales retos a los que se enfrenta el Antropólogo forense. A partir de un modelo experimental y comparando con ejemplares indubitados de autopsias forenses, hemos encontrado un patrón característico de rasgos macroscópicos asociados a las fracturas *perimortales* de huesos largos (Scheirs et al., 2016). La presencia de uno o más de estos rasgos permite situar la fractura en este periodo cronológico, facilitando el diagnóstico diferencial con fracturas *postmortales*.

En este trabajo presentamos ejemplos fotográficos de cada una de las 5 características morfológicas que pueden encontrarse en fracturas diafisarias. Este patrón está relacionado con las características biomecánicas del

traumatismo, por tanto nos permite reconstruir la dinámica de la lesión (Scheirs et al., 2016).

## 1. FRACTURA LAMINAR.

Rasgo que está presente en la práctica totalidad de fracturas *perimortales*. Muy característico de las fracturas de diáfisis, por el contrario, no se observa en fracturas epifisarias ni espiroideas, donde el grosor cortical es menor al necesario para su aparición. Se observa en el margen que ha experimentado la compresión, en el espesor de la cortical y se distingue por presentar un aspecto laminar, longitudinal, paralelo, con láminas de grosor variable.



Fractura laminar.

## 2. MÁRGENES ONDULADOS.

Rasgo que suele ir asociado a fragmentos o trazos de fractura grandes. Se distingue por márgenes suavemente ondulados,

simulando crestas de olas. Suele aparecer cuando los trazos de fractura son relativamente largos, como en el caso de fracturas conminutas o en mariposa.



Márgenes ondulados.

### 3. SUPERFICIE ESCAMOSA.

Rasgo poco común que suele aparecer asociado a la deformación plástica del lado que ha sufrido compresión. La

cortical aparenta el aspecto escamoso de un pescado, con finas láminas sobrepuestas en la superficie cortical. En ocasiones es útil su distinción mediante lente de aumento o luz rasante.



Superficie escamosa.

#### 4. ESCAMAS Y DEFECTOS EN ESCAMA.

Rasgos relativamente frecuentes. El defecto en escama es el resultado de una pérdida superficial del hueso, situada a

menudo justo en el margen de la fractura. Es útil unir el foco de fractura para poder observar la presencia de estos pequeños defectos que, a modo de finas láminas, se han desprendido de la superficie cortical.



Escamas y defectos.

#### 5. MÁRGENES CONMINUTOS.

Rasgo poco frecuente. Fragmentación del margen de compresión de la fractura, en ocasiones visible mediante el uso de lente de aumento. Aparecen como pequeños fragmentos astillados y adheridos al margen. Es una

característica muy vulnerable a la limpieza del hueso, en especial cuando el margen se somete a una abrasión mecánica, con el riesgo de perder los pequeños fragmentos que permanecen unidos por finas láminas, a modo de bisagra.



Márgenes conminutos.

#### BIBLIOGRAFÍA.

Scheirs S, Malgosa A, Sanchez-Molina D, Ortega-Sánchez M, Velázquez-Ameijide J, Arregui-Dalmases C, Medallo-Muñiz J, Galtés I.

New insights in the analysis of blunt force trauma in human bones. Preliminary results. Int J Legal Med (2016). doi:10.1007/s00414-016-1514-1.



## PRESENTACIÓN DE CASOS

# Osteitis maxilar como causa de muerte. OSTEITIS MAXILLARY AS CAUSE OF DEATH.

Serrulla Rech F<sup>1</sup>, Díaz-Varela AR<sup>2</sup>

1 Médico y Antropólogo Forense. Unidad de Antropología Forense. Instituto de Medicina Legal de Galicia (España)

2 Médico Forense. Subdirección de Lugo del Instituto de Medicina Legal de Galicia.

**RESUMEN:** Presentamos el caso de un varón de 35 años de edad cuyo esqueleto aparece en las proximidades de un hospital. El estudio antropológico forense incluídas las circunstancias de la muerte, revela que la víctima era una enfermo mental, politoxicómano y con serología positiva al VIH que estaba siendo sometido a un tratamiento odontológico (colocación de implantes) y que generó un absceso epidural frontal y posiblemente la muerte.

**PALABRAS CLAVE:** Osteitis Maxilar, Implante, Antropología Forense.

**ABSTRACT:** We present the case of a male of 35 years old whose skeleton were found near to the hospital. The forensic anthropological study included the circumstances of death, show that the victim was a mentally-ill person, drug-addict and with a positive serology to HIV. He was in odontological treatment (placing implants) which led an epidural abscess and maybe his dead.

**KEY WORDS:** Maxilla Osteitis, Implant, Forensic Anthropology.

**CONTACTO:** Fernando Serrulla Rech. Unidad de Antropología Forense. Instituto de Medicina Legal de Galicia. Hospital de Verin (Ourense-España) CP 32600. Email: fernandoserrullarech@hotmail.com, Tfono/Fax: +34 988 599 021

## 1. PRESENTACIÓN DEL CASO.

El esqueleto de la víctima aparece en las proximidades del servicio de urgencias de un hospital, en un descampado tapado con una manta y un saco de dormir y varios objetos personales. Una vez confirmada la identidad, la historia clínica permite saber que padecía un trastorno psicótico, era politoxicómano y presentaba serología positiva al VIH. Hay constancia en la historia odontológica en las semanas previas a su desaparición que acudió en varias ocasiones a su odontólogo por problemas con los implantes colocados los meses anteriores. Hay constancia igualmente que acudió en varias ocasiones al servicio de urgencias del hospital donde apareció su esqueleto pidiendo analgésicos y tranquilizantes.

La escena se procesa con metodología arqueológico-forense y en el estudio de los restos se aplican los estándares convencionales en antropología y odontología forense [1]. El examen del cráneo pone en evidencia la presencia en el maxilar superior (zona entre 2.6 y 2.8) un importante

sobrecrecimiento óseo de aspecto porótico compatible con extenso foco de osteítis activa (FOTOGRAFÍAS 1 y 2). La radiología confirma el diagnóstico. Además en la zona del pterion izquierdo (hueso frontal) existe un abombamiento hacia el exterior del diploe que además presenta varias hendiduras cuyos bordes muestran signos de remodelación ósea (FOTOGRAFIA 3). Por el endocráneo la zona muestra una mayor porosidad (FOTOGRAFIA 4). La lesión es compatible con un absceso epidural con reacción osteolítica y deformidad de la delgada capa ósea del hueso frontal en ésta localización.

## 1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Los datos circunstanciales permiten sostener que la víctima meses antes de su desaparición padecía problemas dentales derivados de la colocación de varios implantes en ambos maxilares. El Odontólogo registra en la historia clínica que acude varias veces por problemas de dolor e incluso por

rotura de la prótesis implantosoportada. Posiblemente debido a sus patologías (dolores y drogadicción) se vio necesitado de acudir al servicio de urgencias del hospital donde en sus proximidades había fijado su peculiar lugar de supervivencia. Pensamos que es posible que la infección dental se extendiera al interior del cráneo a través de la vena angular del ojo u otro sistema venoso implantándose la infección en el espacio epidural del pterion izquierdo. Las lesiones presentes en el hueso son compatibles con osteítis

crónica activa maxilar como foco primario de la infección y osteítis subaguda frontal izquierda secundaria [2-3].

Contando desde el levantamiento con una hipótesis de identidad, la identificación genética se realizó sin problema alguno. La ausencia de signos de violencia y sospechosos de criminalidad y la presencia de signos compatibles con un origen natural de la muerte, no permiten sostener una hipótesis distinta.



FOTOGRAFIA 1: Norma inferior del cráneo que muestra la importante osteítis maxilar.



FOTOGRAFIA 2: Detalle de la osteítis maxilar activa.





FOTOGRAFIA 3: Abombamiento externo del frontal en el pterion izquierdo (visión exocraneal).



OTOGRAFIA 4: Lesión del frontal en su visión endocraneal.

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1 Recomendaciones en Antropología Forense/Recommendations in Forensic Anthropology. Coordinador: Fernando Serrulla. Edita: Asociación Española de Antropología y Odontología Forense. Verín (Ourense) 2013.
- 2 Ortner DJ. Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Second Edition. Academic Press 2003.
- 3 Bokhari MR, Mesfin FB. Abscess, Brain. 2017 Aug 7. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2017 Jun-. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441841/> PubMed PMID: 28722871