

## Propuesta para determinar la significación forense de restos esqueléticos mediante análisis químico de la amalgama dental

### Proposal for Determining the Forensic Significance of Skeletal Remains through the Chemical Analysis of Dental Amalgam

**Gabriel M. Fonseca<sup>1</sup>, Mario Cantín<sup>2</sup>, Valentina Pícola<sup>3</sup>**

1. Doctor en Odontología. Laboratorio de Pericias en Odontología Forense. Centro de Investigación en Morfología Aplicada. Facultad de Odontología. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.
2. Doctor en Ciencias Morfológicas. Cirujano Dentista. Laboratorio de Pericias en Odontología Forense. Centro de Investigación en Morfología Aplicada. Facultad de Odontología. Universidad de La Frontera. Centro de Investigación en Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Chile. Temuco. Chile.
3. Odontóloga. Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.

---

#### RESUMEN

El descubrimiento de un cadáver requiere de significativos esfuerzos para identificarlo si no hay información *antemortem* y los restos son hallados tiempo después de fallecido. Los hallazgos en fosas comunes, típicas de guerras, genocidios o violaciones de derechos humanos suponen un problema aún mayor: las osamentas pueden no pertenecer en sus datas de muerte al momento analizado por las pericias. Un análisis minucioso y reconstructivo proveerá valiosos datos de variabilidad biológica a la investigación. En odontología forense, las restauraciones dentales pueden ofrecer información social, cultural, cronológica y geográfica del fallecido. Dado que uno de los primeros pasos en la investigación es determinar si esos restos poseen significación forense, se presenta una revisión exhaustiva, crítica y se propone al análisis químico de la

aleación de la amalgama dental como una herramienta útil para diferenciar estos restos de otros hallazgos arqueológicos o fuera del contexto histórico al proceso y escenario analizados.

**Palabras clave:** Odontología forense, identificación, amalgama dental.

---

## ABSTRACT

The recovery of a corpse needs to significant efforts for the identification if there is no *antemortem* data and the remains have been found with a long postmortem delay. Findings in mass graves, typical pattern of wars, genocides or human rights violations, suppose an even major problem: the skeletal material cannot be consistent with the investigated time-line. A meticulous and reconstructive analysis will provide valuable information of biological variability to the investigation. In forensic dentistry, the dental fillings can demonstrate social, cultural, chronological and geographical features. Since the primary task of the investigation is to determine the forensic significance of those remains, an exhaustive and critical review was presented and the proposal of the chemical analysis of the alloy of the dental amalgam as a useful tool to differentiate these remains of other archaeological or historical decontextualized context cases was proposed.

**Keywords:** forensic Dentistry, identification, dental amalgam

---

## INTRODUCCIÓN

La identificación, metodología donde se busca establecer la identidad de una persona mediante el reconocimiento de caracteres que la hacen única y diferente a todas las demás, cobra especiales matices tratándose de restos humanos debido a la trascendencia social, cultural y jurídica que conlleva. Los eventuales familiares de un individuo "N.N." (Del latín *nomen nescio*, "desconozco su nombre") no pueden hacer uso de derechos previsionales, herencias, seguros, etc. y peor aún, no tienen la posibilidad de velar sus restos y darles sepultura. En un contexto forense, la identificación no solo busca interpretar, comprender o analizar el material en sí mismo, sino también inferir los procesos de violencia que pueden ser legibles en estos restos<sup>1-3</sup>.

Los restos provenientes de contextos arqueológicos, cementerios alterados o profanados, colecciones anatómicas didácticas, restos ceremoniales, etc., deben ser convenientemente

reconocidos para disponer de ellos de manera diferente a aquellos incluidos dentro de un proceso de investigación judicial. Este reconocimiento debe verse reflejado desde las mismas técnicas utilizadas, lo que favorecerá mantener la integridad de las fosas, y con ello la validez de la evidencia que provean<sup>4</sup>.

El médico forense es el que debe examinar los restos en el mismo sitio del hallazgo para determinar, dentro de las primeras 48 h cuando menos, si estos poseen o no valor médico legal. Si estuviera incapacitado para hacer tal determinación, la autoridad pertinente debe solicitar los servicios de un antropólogo forense para asistir en esa valoración<sup>5-7</sup>.

Para Last y colaboradores, los cuatro factores que permiten inferir el valor médico legal son:

- a) las modificaciones corporales
- b) las pertenencias personales
- c) las condiciones del enterramiento
- d) el estado de preservación, este último deducible por el color, textura, hidratación, peso, condición, fragilidad y restos de tejidos blandos en el material óseo<sup>7</sup>.

Si bien los indicadores tafonómicos o contextuales permiten esta discriminación de manera relativamente sencilla (remanentes de embalsamamiento, elementos funerarios asociados, coloraciones distintivas, etc.), la intervención humana, la actividad animal o las mismas condiciones ambientales pueden contribuir a entremezclarlos o confundirlos complicando la investigación<sup>2, 8-10</sup>.

Cunha y Cattaneo afirman que, en ausencia de elementos discriminantes, el análisis de restos humanos se ve dificultado pues existe una carencia relativa de métodos que permitan evaluar su significación forense<sup>11</sup>. Esta deberá apoyarse cuidadosa y criteriosamente en variables tales como la persistencia de tejidos blandos, evidencia de procedimientos quirúrgicos o de conservación, o trabajos dentales modernos<sup>9, 12</sup>.

Kovačević y Gruengold aseveran que los estándares para diferenciar restos humanos arqueológicos de forenses varían considerablemente entre países y que no existen maneras sencillas de delimitarlos. Es regla general que los restos humanos datados hasta fines del siglo XIX deben ser considerados arqueológicos<sup>13</sup>.

Si bien la Odontología Forense es una de las ciencias validadas para la identificación fehaciente de fallecidos mediante el cotejo de información *antemortem* (AM) –la obtenida del historial clínico del sujeto a identificar- y *postmortem* (PM) –la correspondiente al material cadavérico de estudio,<sup>14-16</sup> la ausencia de información AM no es infrecuente, sobre todo si los restos a identificar han sido recuperados luego de muchos años<sup>3, 17</sup>. En estos casos, un análisis minucioso y reconstructivo permite obtener datos no solo de variabilidad biológica (sexo, edad, características físicas, estatura, evidencias de hábitos, etc.), sino también de intervenciones, modificaciones y tratamientos odontológicos<sup>2, 15, 16,18-22</sup>.

Entre éstos, las obturaciones de cavidades dentarias con una gran variedad de materiales y técnicas, ya han sido observadas en diferentes culturas y momentos históricos<sup>3, 23-25</sup>. De todos ellos, la amalgama (del griego *malagma*, -relleno, pasta blanda-) es uno de los más utilizados debido a su durabilidad, fácil manipulación y bajo costo<sup>23</sup>.

En ciencias forenses, las técnicas analíticas de sustancias inorgánicas (metales, residuos de disparos, etc.) componen instrumentos de extrema utilidad a la investigación forense que pueden ser igualmente utilizadas para analizar materiales odontológicos de restauración o de prótesis<sup>26</sup>.

Dostálova y otros autores, respecto de un caso de identificación de un cuerpo en avanzada putrefacción en Praga (República Checa), analizaron químicamente las restauraciones de amalgama presentes confirmando que la composición era análoga a la de una marca reconocida de producción Checa. La ausencia de Zinc lleva a la presunción de que esta es fabricada después de 1970, soporte fuertemente inductivo para la identificación del fallecido<sup>27</sup>.

Dado que uno de los primeros pasos en la tarea del investigador es poder establecer el contexto histórico de los restos<sup>9, 21</sup>, y que existen escasas referencias a la utilización de materiales dentales para este fin<sup>27, 28</sup>, se presenta una revisión crítica y propuesta del análisis químico de la aleación de la amalgama dental como una herramienta útil para diferenciar estos de otros hallazgos arqueológicos o fuera de contexto histórico al proceso y escenario analizados.

## **DESARROLLO**

Valores químicos históricos de la amalgama dental

La amalgama es un material para restauraciones e inserción plástica, es decir que es trabajada a partir de la mezcla de un polvo con un líquido. Ya que es el mercurio (Hg) el líquido que permite el cambio en la composición del sistema, el polvo por consiguiente debe contener un metal que sea fácilmente disuelto en él y que forme con éste fases sólidas a temperatura ambiente. La plata (Ag) es un metal que reúne estos requisitos y no es extraño que en la historia de la amalgama dental, este elemento haya tenido protagonismo fundamental.

Así mismo, y dado que el producto final de esta solidificación resulta deficiente mecánicamente, la combinación de la plata con otro metal, el estaño (Sn), permite alearse y formar un compuesto intermetálico más rígido y confiable (fase *gamma*). Centradas en estos dos elementos, las amalgamas solo incorporaron cantidades relativamente pequeñas de cobre (Cu) para obtener propiedades mecánicas más elevadas y en ocasiones un pequeño porcentaje de zinc (Zn) para facilitar la fabricación y manipulación<sup>29</sup>.

Si bien se han descrito formas de amalgama en revistas médicas de Su Kung durante la Dinastía Tang (China 659 AD) <sup>24,25</sup>, las restauraciones con este material comenzaron a realizarse a finales del siglo XVII, donde la pasta era una mezcla de un polvo de bismuto-estaño con mercurio, colocado directamente en las cavidades en estado de fundición, a aproximadamente unos 100 °C<sup>23</sup>. En 1818, el método se vio modificado con el aumento progresivo en la cantidad de mercurio para reducir esta temperatura<sup>23, 25,30</sup>.

La amalgama se popularizó en el siglo XIX, con una mezcla de plata, estaño y mercurio, facilidad que dejó a un costado al oro (Au) por permitir obturaciones donde este último la veía dificultada<sup>23, 25</sup>. Los odontólogos ocupaban la gran mayoría de su tiempo en la obturación de cavidades con este material dada su popularidad y nueva accesibilidad económica, tanto para civiles como para militares, con típicos días de trabajo hospitalario odontológico consistente en la preparación de entre veinte y treinta amalgamas<sup>31,32</sup>.

Sin embargo, estas primeras formulaciones resultaron poco confiables (más aún conocidos los efectos perjudiciales del mercurio) con recomendaciones de reemplazo nuevamente por obturaciones de oro pues era "...la única sustancia conocida confiable en su permanencia<sup>25</sup>".

En 1877 J. Foster Flagg lidera el primer movimiento organizado en defensa de la amalgama, propone luego de 5 años de observaciones clínicas una nueva aleación con el 60% de plata y el 40% de estaño como sus mayores constituyentes y alterando la formulación inversa original<sup>24</sup>.

Pero no fue sino hasta el año 1895 que este material sería aceptado universalmente como resultado de las investigaciones de Greene V. Black, quien obtiene una aleación de plata y estaño dimensionalmente neutro en su cristalización y con una relativa resistencia a la corrosión (fig. 1).

Esta formulación "científicamente balanceada, estable a temperatura ambiente y no decolorable" sería masivamente empleada por varias empresas dedicadas a la fabricación de productos dentales<sup>25, 30</sup>. S.S. White desarrollaría True Dentalloy hacia el año 1900, la primera aleación de manufacturación comercial donde el oro de la formulación original sería reemplazado por cobre<sup>24</sup>.

Jankauskas y colaboradores, estudian los estados dentales de soldados alemanes fallecidos durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918), encuentran restauraciones con amalgama entre el 22,8% y el 40,6% de los dientes cariados (dependiendo de la edad de fallecimiento) lo que junto a la alta prevalencia de pérdidas dentales AM, fue interpretado como "un efecto poco beneficioso de la industrialización<sup>33</sup>".



**Fig. 1.** El odontólogo G.V. Black (centro) trabajando junto a algunos dentistas en un encuentro en Chicago, Illinois en 1912 (Fuente: *Galter Health Sciences Library, Northwestern University. Chicago, 2002*).

Algunos estudios en 1937 permitieron elucidar en profundidad los mecanismos de cristalización y expansión de la amalgama; sin embargo, 25 años serían necesarios para reinterpretar estos resultados. En 1963 se propuso un sistema químico en la aleación con la provisión de mayores índices de cobre combinado con estaño, formulación que resultaría en una fase menos susceptible a corrosión y significativa mejoría en su calidad<sup>24</sup>.

La aparición en los años 70 de una aleación de alto contenido de cobre en su composición, permitió obtener restauraciones de mayor longevidad y confianza<sup>24</sup>. En la actualidad, las inclusiones del elemento Indio (In) demuestran una reducción del corrimiento (*creep*) y una menor necesidad de mercurio en el mezclado; el paladio (Pd) logra además reducir la decoloración y la corrosión<sup>24</sup>.

Si bien en 1956 se propusieron formulaciones a base de Galio (Ga) como reemplazo del mercurio, recién a comienzos del 2000 tomarían fuerza estas combinaciones, las que se han reportado como mejoradoras de la biocompatibilidad y propiedades físicas de la amalgama<sup>24,34</sup>. La evolución histórica de los diferentes componentes incluidos en la aleación de la amalgama dental se presenta en la [tabla I](#), nótese el cambio en las proporciones de cobre (Cu) en el periodo de interés a este estudio.

**Tabla I.** Composición histórica de la aleación de amalgama dental<sup>24, 25, 30, 34</sup>.

	1578→	1855→	1877→	1895→	1900→	1963→	1970→	Actual	Galloy
Ag	4,5%	40%	60%	68,5%	68,5%	67-74%	65%	40-70%	61,98%
Sn	90%	60%	40%	25,5%	25,5%	25-27%	26%	12-30%	24,99%
Au	----	----	----	5% Au	----	----	----	----	----
Cu	----	----	----	----	5%	12%	12-30%	12-24%	12,98%
Zn	----	----	----	1%	1%	0-2%	0-1%	1%	----
In	----	----	----	----	----	----	----	0-4%	----
Pt	----	----	----	----	----	----	----	----	0,05%
Pd	----	----	----	----	----	----	----	0,5%	----

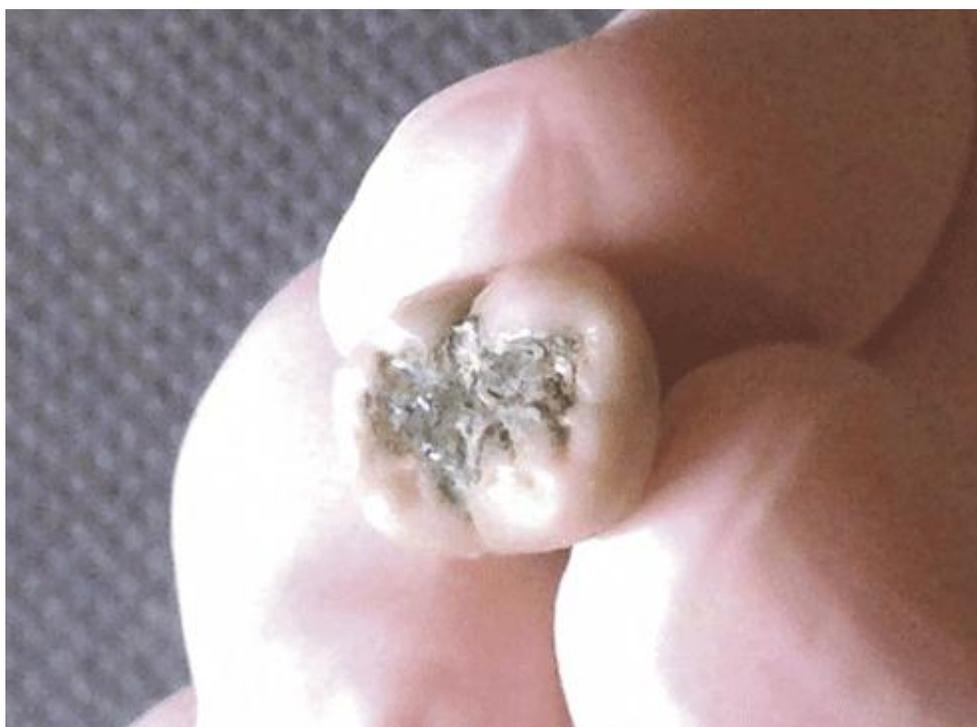
Fuente: datos del autor

Aporte del análisis químico de la amalgama dental en la determinación de la significación forense de restos óseos humanos: la contextualización histórica. La erosión geológica o la puesta en marcha de proyectos edilicios pueden originar exposición de restos esqueléticos inhumados en condiciones irregulares y no documentadas (incluyendo traslados no autorizados y sin registro de osamentas, práctica común en pequeños cementerios)<sup>8,35</sup>.

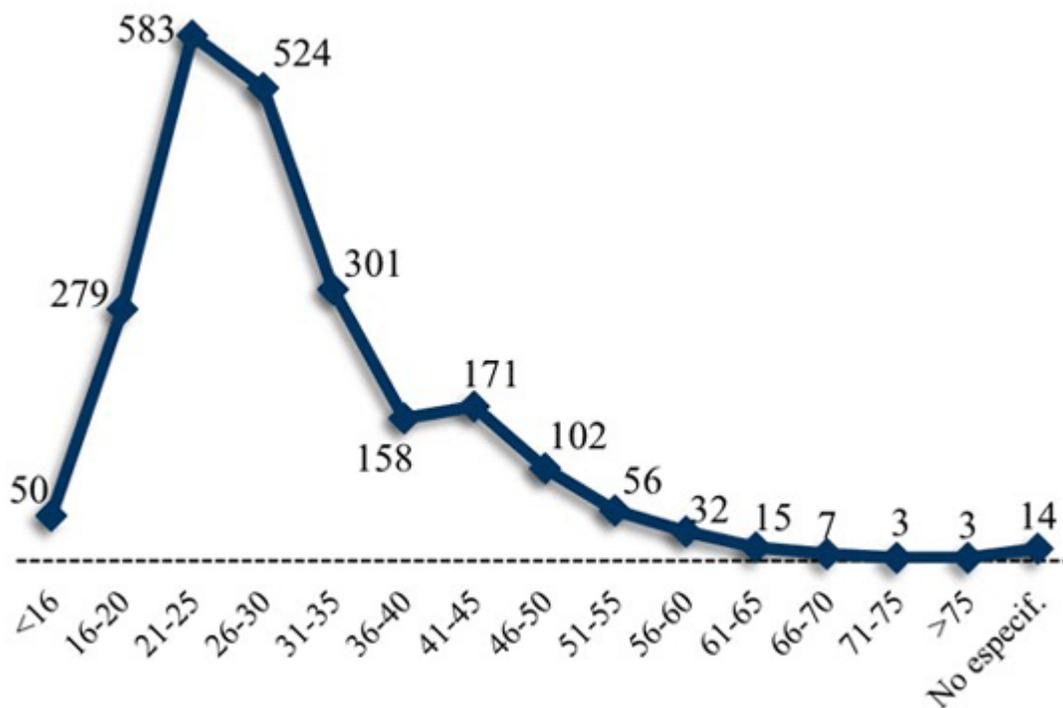
Solo excavaciones correctamente procesadas con una evaluación científica de los restos va a permitir administrar correctamente los recursos ayudando además a direccionar de manera apropiada los esfuerzos de trabajo<sup>8, 35</sup>. Esto es especialmente valioso en países que sufren conflictos armados o violencia política generalizada donde las desapariciones forzadas, las inhumaciones ilegales y las fosas comunes son una realidad de hallazgo no siempre frecuente, pero de importante trascendencia social. Más allá de las razones que originaron estas desapariciones, la recuperación y la identificación apropiada de los restos forman parte fundamental del proceso de duelo, no solo de las familias, sino también de comunidades enteras<sup>36</sup>.

En la década de 1970, la historia de América Latina se caracterizó por la implantación de graves violaciones de los derechos humanos donde la "detención-desaparición" constituyó episodios de represión íntimamente asociados a enterramientos clandestinos o sepulturas anónimas<sup>37</sup>. Basados en el hecho que los materiales de restauración dental varían sus composiciones históricamente y que el desarrollo de la odontología es relativamente uniforme en los países que la componen, la determinación de la composición elemental de las restauraciones de amalgama presentes en los dientes de esos restos utilizando técnicas analíticas de multielementos permitiría claramente diferenciar las amalgamas por las cantidades de sus componentes<sup>38</sup>.

Estas diferencias posibilitarían al investigador el establecer con mayor precisión el tiempo de fallecimiento con ello complementando la información recogida antropológicamente<sup>38</sup>. En el caso específico de amalgamas dentales presentes en dientes permanentes de restos de esqueletos puede ofrecer contextualización histórica a los mismos y con ello darles o no significación forense ([fig.2](#)), las proporciones de cobre del 12% en 1963 y del 30% ya iniciado en 1970, permite situarlos en los contextos históricos de desapariciones forzadas reportadas para los países sudamericanos: Argentina (1976-1983), Bolivia (1964-1982), Brasil (1964-1985), Chile (1973-1990), Paraguay (1954-1989), Perú (1968-1980) y Uruguay (1973-1985), o los conflictos armados en Colombia durante las décadas de 1980-1990, aun considerando los rangos etarios entre los 20 y los 35 años, los más frecuentes según algunos reportes de comisiones oficiales sobre desapariciones forzadas ([fig. 3](#))<sup>2,39</sup>.



**Fig. 2.** Las amalgamas dentales en restos exhumados pueden ofrecer contexto histórico y significación forense a los mismos



**Fig. 3.** Distribución etaria de las 2 298 víctimas de la Represión Militar en Chile. Informe de la Comisión Nacional de Verdad y Reconciliación, 2010.

## DISCUSIÓN

El descubrimiento de un cuerpo sin identificar requiere de significativos esfuerzos por parte de las autoridades públicas para acelerar una efectiva resolución<sup>16, 40</sup>. Si bien la información AM es esencial para una identificación fehaciente, su ausencia dificulta sin dudas el procedimiento, algo esperable si los restos son hallados después de muchas décadas de fallecido<sup>14, 41</sup>. Es así que elementos contextuales y físicos en los restos hallados pueden ofrecer apoyo de gran valor para establecer el interés forense de los mismos: evidencias de autopsias (la remoción de la calota craneal o los seccionamientos de costillas y esternón para la evaluación de órganos), vestimentas, objetos decorativos, herramientas, etc<sup>42</sup>.

En 2012 Cardoso y otros autores, relatan un caso donde los restos de una mujer adulta carecían de los elementos contextuales para poder establecer su valor forense, demuestran que los análisis de radiocarbono permitieron establecer su fallecimiento antes de 1950<sup>43</sup>. Ya en 2006, Ubelaker y autores utilizaron esta tecnología en tejidos dentarios, con el mismo fin<sup>44</sup>. Es que una inconveniente datación puede derivar en circunstancias de importante inconveniencia si las osamentas halladas no pertenecen en sus datas de muerte al momento analizado por las pericias<sup>42</sup>.

En 1977, el Dr. William Bass, Jefe del Departamento de Antropología de la Universidad de Tennessee, es convocado por la policía local para examinar un esqueleto desenterrado por vándalos en una propiedad de la zona, y con ello estimar una fecha probable de muerte. Tras evaluar su aspecto, el antropólogo declara que la muerte se habría producido entre unos pocos meses y no más de un año atrás. El fallecido resulta ser William Shy, un coronel del ejército confederado, embalsamado y enterrado hacía 113 años. Si bien el ridículo de este equívoco es mayúsculo, el evento motiva en Bass la creación de su hoy famosa "Granja de Cadáveres", 1,2 hectáreas donde se estudia y se mide la descomposición de cuerpos de donantes bajo una gran variedad de condiciones<sup>45</sup>.

La metodología específica de identificación dependerá de las circunstancias del caso y deberá iniciarse siempre con la obtención de la mayor cantidad de información posible de los restos; es claro que el poder diferenciar un hallazgo arqueológico de uno forense puede no ser tarea sencilla cuando no existen elementos de contexto en la fosa. Duhig afirma que las excavaciones arqueológicas pueden ser tediosas para el lego; según su experiencia personal, lo ideal es un mínimo de dos investigadores especialistas en escenarios criminales trabajando codo a codo según sus indicaciones. Esto reduce la presencia de intrusos en las excavaciones, resulta

económico en términos de tiempo y personal y permite una rápida resolución de la pregunta "forense" vs. "no forense"<sup>46</sup>.

El reconocimiento de procedimientos quirúrgicos u odontológicos modernos puede ser de significativa ayuda<sup>9, 40</sup>. Van Wyk y colegas luego de analizar los restos de 181 individuos inhumados entre 1848 y 1984, aseveran que si bien no pudieron estimar el periodo de enterramiento, la presencia de restauraciones de amalgama lograron contextualizarlos históricamente<sup>47</sup>. Subrayando esta perspectiva, diversos autores afirman que las restauraciones dentales en los siglos XVIII y XIX eran no sólo procedimientos dolorosos, sino también muy costosos, con lo que hallarlas durante esos períodos permite de alguna manera estimar un probable estatus socioeconómico<sup>22, 48</sup>.

Brkić e investigadores sobre un total de 62 432 dientes pertenecientes a 1253 cuerpos exhumados de 60 fosas comunes ubicados en cinco diferentes países, encuentran que las restauraciones con amalgamas son las más identificadas, con una frecuencia que oscila entre el 2% y el 8% (esto según el país analizado).

En ese mismo reporte, el estudio de las restauraciones y las prótesis encontradas permitió además determinar el país de origen y la estratificación social de las víctimas<sup>17</sup>. Similares resultados obtuvieron Djurić y otros autores donde si bien no pudieron realizar identificaciones de certeza, el análisis de las restauraciones con amalgama ofreció valiosa información sobre las fosas comunes en la ex Yugoslavia al listar hallazgos esperables en la población de Kosovo<sup>49</sup>. Ubelaker, sobre 19 amalgamas analizadas químicamente para establecer composición y grado de deterioro como fuente de depósito PM de mercurio, logra obtener un importante contexto histórico a la información biológica conocida del exhumado Carl Austin Weiss, asesino del Senador norteamericano Huey Pierce Long<sup>50</sup>.

López Palafox reporta un caso donde el análisis químico de los materiales encontrados en una restauración dentaria (de características desconocidas) en un caso de homicidio, permite determinar la presencia de aluminio y sílice con trazas de potasio, calcio y zinc, elementos característicos de un tipo de silicato colocado hacía ya algunos años, lo que auxilia en la identificación del individuo, de origen alemán de vacaciones en España<sup>26</sup>. El mismo autor acentúa que en los laboratorios de analítica, los materiales de obturación "son fáciles de identificar; sin embargo, en algunas ocasiones puede ser interesante conocer la estructura completa del material utilizado. Esa determinación puede (sic) acercar hasta el país de origen de la víctima y hasta la época de su confección<sup>26</sup>".

Este tipo de informaciones ofrece un nuevo panorama respecto del papel del profesional odontólogo dentro de un equipo interdisciplinario forense (conducta explícitamente promovida por INTERPOL), o al menos, de sus conocimientos y procedimientos<sup>16</sup>. Se ha mencionado que destrezas tales como el reconocimiento de anatomía, variaciones y patologías dentarias, de restauraciones dentales incluyendo prótesis, habilidades para la lectura de notación y cartas dentales, análisis de radiografías odontológicas, diagnóstico de abscesos dentales postmortem, etc., deben ser reconocidas como destrezas necesarias del antropólogo forense en una práctica de exhumación<sup>4,51</sup>.

Se coincide con Kovačević y Gruengold en que la odontología forense y la paleodontología son disciplinas diferentes con metodologías comunes pero propósitos distintos, pero se discrepa con ellos cuando circunscriben la tarea del odontólogo solo a la comparación de informaciones AM-PM<sup>13, 22</sup>. La construcción de perfiles biológicos utilizando variables dentales, aun cuando compone un elemento de análisis paleopatológico aplicada a poblaciones pasadas, es tarea diaria del odontólogo en su rutina profesional diagnóstica y, sin lugar a dudas, una tremenda herramienta de aplicación forense como lo afirma Griffiths en 2004 luego de identificar a un individuo por sus abrasiones producto del cepillado dental<sup>52</sup>.

Sin polemizar respecto a competencias o idoneidades, lo cierto es que Bowers menciona que un equipo de investigación criminal difícilmente va a poseer un odontólogo formando parte de él, lo que significa que el personal actuante debería estar capacitado para evaluar correctamente evidencias dentales<sup>53</sup>. En épocas posteriores a guerras, genocidios o desapariciones en contextos de violación de derechos humanos (DD.HH), la recuperación e identificación de las víctimas significa un proceso de reevaluación de los actores y de sus acciones proporcionan una perspectiva más exacta de los sucesos y eventos en un intento de recuperar el memorial histórico y el cierre definitivo de heridas en sus familiares<sup>6, 19,41</sup>.

El análisis químico de las aleaciones de amalgama, si bien específico y excesivamente contextualizado para una realidad histórica como la que se pretende estudiar, permite originar variables cuantitativas desprovistas de interpretaciones subjetivas (hoy centro de profundas controversias<sup>54</sup>) representa una oportunidad única de aplicar una generosa herramienta de neto corte odontológico con clara inferencia técnica en dar significación forense a los hallazgos.

Skinner y otros investigadores son categóricos cuando mencionan: *"...ya que las identificaciones dentales de víctimas en fosas comunes y desastres masivos son más la excepción que la regla, aún en ausencia de identificaciones genéticas, los odontólogos forenses internacionales poseen*

*una obligación ética de realizar exámenes más exhaustivos y minuciosos de las víctimas (...)*<sup>55</sup>. Esto incluso en ausencia de los preciados registros odontológicos AM<sup>16, 18, 19,55</sup>.

En 1999, durante la investigación del asesinato de Katie Poirier, una joven de 19 años en Minnesota, un diente fue hallado en los restos de una hoguera, poseía una amalgama adherida con un cemento de reciente introducción al mercado. Este cemento contenía zirconio y sílice, elementos químicos consistentes con el producido por una conocida marca comercial, lo que sería determinante para la identificación positiva de la víctima.

Fundados en este caso, Bush y otros autores realizan en 2006 la detección y clasificación preliminar de 10 materiales estéticos dentales (composites) según sus estructuras y composiciones químicas utilizando microscopía electrónica de barrido con detector de energía dispersiva (SEM/EDS) luego de simular condiciones cercanas a la cremación. Los autores concluyen que este tipo de análisis, aún novel y sin antecedentes publicados, posee un gran valor de inmediata aplicación forense<sup>56</sup>.

Resulta interesante citar a Bush en un reportaje respecto de esa investigación: *"Incluso pudimos (sic) recuperar pequeños trozos de restauraciones entre las cenizas y distinguirlos entre los restos"*, y agrega: *"Este estudio proporciona esperanza de identificación donde ésta escasea"*. Los investigadores se encuentran trabajando junto al FBI para construir una base de datos de materiales dentales y sus composiciones químicas para uso forense, con marcas comerciales que se remontan incluso hasta 1971<sup>28</sup>.

En un reciente artículo, Zelic y colegas, a través de los análisis químicos de amalgamas dentales y cementos de silicofosfato y fosfato de zinc, logran establecer significación forense en restos óseos hallados accidentalmente en los suburbios de Belgrado (Serbia). Los autores afirman que dado el desigual desarrollo odontológico y calidad de los trabajos y materiales empleados según las regiones o países, logran asumir con una importante precisión no solo el momento histórico de los fallecimientos sino también las probables regiones donde las restauraciones fueron realizadas<sup>38</sup>. Sin dudas, los contextos geográficos establecen patrones específicos y conductas técnicas particulares al momento de afrontar tareas de identificación<sup>8</sup>.

En lo que refiere a materiales dentales, aunque algunas variables cronológicas resultan imposibles de categorizar (momento de entrada del producto al país, retraso en la asimilación del mismo por parte de los profesionales locales, etc.) y la detección de una amalgama de bajo contenido en cobre (menor al 12%) no descarta la significación forense de los restos, el cuantificar valores superiores a ese 12% prácticamente la pone en evidencia. Resulta por demás interesante el

desarrollar bases de datos específicos cualitativos y cuantitativos de materiales de uso odontológico en una relación de variables histórica y geográfica para uso forense en América Latina.

## PROPUESTA METODOLÓGICA

La espectrometría es la técnica espectroscópica que permite tasar la concentración o la cantidad de compuestos determinados mediante el análisis del espectro emitido o absorbido por estos. Los métodos espectrométricos pueden clasificarse según la naturaleza de la excitación medida (electromagnéticos, de electrones, de masa, etc.), y según el proceso de medida.

En este último caso, los de *emisión* cuantifican espectroscópicamente la energía irradiada por la sustancia (la que puede provenir de diferentes fuentes); los de absorción hacen lo propio según la cantidad de energía absorbida por el compuesto; los de dispersión miden la cantidad de luz que una sustancia dispersa en ciertas longitudes de onda, ángulos de incidencia y ángulos de polarización y son mucho más rápidos que los procesos de adsorción y emisión.

Aunque algunos materiales de restauración dental son objeto de cuantificación analítica, este tipo de información es escasamente aplicada para la determinación de la significación forense de restos. Sobre esta propuesta se citan diferentes metodologías, todas ya convenientemente validadas y de gran aplicabilidad para el fin buscado:

1. Espectrometría de fluorescencia de rayos-X (*EFR-X*): es una técnica de espectroscopía de emisión donde la identificación y cuantificación de las sustancias se realizan midiendo la energía liberada por esta cuando es irradiada con rayos-X en forma de fluorescencia. El análisis no es destructivo (la muestra no sufre daños al ser analizada), es de bajo costo y procesamiento rápido. La interpretación de resultados es simple, permite determinaciones multielemento de manera simultánea y el equipo puede ser portátil y dispuesto para analizar muestras de grandes dimensiones. Así mismo, el uso de estándares de calibración apropiados es fundamental y se ha mencionado que ciertos materiales pueden deteriorarse cuando están sometidos durante largos periodos a una intensa radiación con rayos X<sup>23, 57</sup>.

2. Espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (*ICP-OES*): aunque posee la clara desventaja que la muestra es destruida durante el análisis, esta metodología es considerada una herramienta analítica multielemento de uso forense de gran sensibilidad y confianza incluso para sustratos difíciles o con gran degradación<sup>58</sup>. Utiliza plasma de argón ionizado con alta temperatura donde la radiación emitida permite determinar los contenidos

individuales de los elementos<sup>59</sup>, y se recomiendan potencias de 2,5 kW a 27,12 MHz y una longitud de onda que oscile entre los 165 y los 800 nm. Dado el carácter destructivo del análisis, son obligados los recaudos fotográficos y radiográficos de las muestras<sup>38</sup>.

3. Microscopía electrónico de barrido con detector de energía dispersiva (*SEM/EDS*): técnica donde el barrido de una muestra con un haz de electrones permite obtener imágenes en blanco y negro de alta resolución por encima de los 100 000 aumentos, lo que posibilita no sólo estudiar detalles en morfología sino también la identificación de elementos inorgánicos y sus concentraciones relativas.

El contraste en las imágenes generadas se encuentra determinado por el número atómico de los elementos: las zonas brillantes representan áreas de número atómico alto; los diferentes niveles de grises indican las áreas las diferentes fases químicas. Para la caracterización de microestructura y tamaño de partículas de materiales dentales se han sugerido magnificaciones de 1 000 y 5 000 aumentos<sup>56</sup>.

Aunque este procedimiento no necesita la pulverización de la amalgama (las observaciones pueden realizarse directamente sobre superficie de las restauraciones), se recomienda el uso de voltajes bajos para evitar que el haz de electrones dañe las muestras<sup>23</sup>.

## CONCLUSIONES

Aunque la química analítica ofrece hoy técnicas maduras y robustas en el campo médico legal, su aplicación sobre amalgamas dentales para estimar la significación forense de restos humanos esqueletizados necesita de validación, aplicación sistemática experimental y de campo, y un conveniente ajuste de sus protocolos técnicos pues las posibilidades que ofrece como herramienta son singularmente promisorias.

Sin lugar a dudas, los muestreos técnicos de alta complejidad en laboratorios acreditados pueden no ser rutinarios o rápidos y los apoyos financieros, el tiempo, la preservación de los restos y la misma relación entre los forenses y los familiares de las víctimas son factores determinantes a considerar debido a las condiciones locales institucionales.

Así mismo, la identificación de víctimas en casos forenses no representa solo datos o comparecencia de culpabilidades, son casos que necesitan ser efectivos, correctos y aceptados por los familiares de las víctimas. El único consuelo para ellos es el poder recibir una confirmación

creíble del fallecimiento y saber que los restos han sido o serán tratados con dignidad y según sus creencias culturales y religiosas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ciocca Gómez L. Odontología Médico-Legal. Santiago: Jurídicas de Santiago; 2010.
2. Bruckner Borrero J, Reyes Almonacid S. Métodos científicos de identificación de cadáveres. Facultad de Ciencias Jurídicas, Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá, 2005.
3. Borić I, Ljubković J, Sutlović D. Discovering the 60 years old secret: identification of the World War II mass grave victims from the island of Daksa near Dubrovnik, Croatia. *Croat Med J*. 2011 [citado 2 jul 2015]; 52(3): 327-335. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Discovering+the+60+years+old+secret%3A+identification+of+the+World+War+II+mass+grave+victims+from+the+island+of+Daksa+near+Dubrovnik%2C+Croatia>
4. Hunter JR, Brickley MB, Bourgeois J, Bouts W, Bourguignon L, Hubrecht F, *et al* . Forensic archaeology, forensic anthropology and human rights in Europe. *Sci Justice*. 2001 [citado 2 jul 2015]; 41(3): 173-178. Disponible en: [http://www.scienceandjusticejournal.com/article/S1355-0306\(01\)71886-2/pdf](http://www.scienceandjusticejournal.com/article/S1355-0306(01)71886-2/pdf)
5. Richard H. Wilshusen. Historical, Prehistorical, and Archaeological Resources Office of Archaeology and Historic Preservation. Denver. History Colorado. 2011 [citado 15 feb 2014]; 80203(303):866-2736. Disponible en: [http://www.historycolorado.org/sites/default/files/files/OAHP/crforms\\_edumat/pdfs/1308b.pdf](http://www.historycolorado.org/sites/default/files/files/OAHP/crforms_edumat/pdfs/1308b.pdf)
6. Hollmann T, Byard RW, Tsokos M. The processing of skeletonized human remains found in Berlin, Germany. *J Forensic Leg Med*. 2008 [citado 2 jul 2015]; 15(7): 420-425. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1752928X08000346>
7. Last J, McGovern C, Gapert R. Introducing forensic anthropology to Ireland: A case report on discovered skeletal remains in Kildare. *MLJI*. 2004 [citado 2 jul 2015]; 10(1): 5-15. Disponible en: [http://www.researchgate.net/publication/229077835\\_Introducing\\_Forensic\\_Anthropology\\_to\\_Ireland\\_and\\_A\\_Case\\_Report\\_on\\_Discovered\\_Skeletal\\_Remains\\_in\\_Kildare](http://www.researchgate.net/publication/229077835_Introducing_Forensic_Anthropology_to_Ireland_and_A_Case_Report_on_Discovered_Skeletal_Remains_in_Kildare)

8. Garrido Varas C, Intriago Leiva M. Managing commingled remains from mass graves: considerations, implications and recommendations from a human rights case in Chile. *Forensic Sci Int.* 2012 [citado 2 jul 2015]; 219(1):19-24. Disponible en: [http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738\(11\)00570-6/pdf](http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738(11)00570-6/pdf)
9. Schultz JJ. Determining the forensic significance of skeletal remains. En: Dirkmaat D. *A Companion to Forensic Anthropology*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd; 2012.
10. Brickley M . Compiling a skeletal inventory: cremated human bone. En: Brickley M ,McKinley J. *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. Southampton: BABAO; 2004[citado 2 jul 2015];p.6-7.Disponible en: <http://www.babao.org.uk/HumanremainsFINAL.pdf>
11. Cunha E, Cattaneo C. *Forensic Anthropology and Forensic Pathology. The State of the Art*. En: Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J. *Forensic Anthropology and Medicine. Complementary from Recovery to Cause of Death*. Totowa; Humana Press; 2006.
12. Connell B. Compiling a dental inventory. En: Brickley M, McKinley J. *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. Whitknights: Department of Archaeology, University of Southampton and Institute of Field Archaeologists, University of Reading; 2004.
13. Kovačević A, Gruengold L. Are there any similarities and/or differences in sex determination methods used in forensic dentistry and paleodontology? *Bull Int Assoc Paleodont.* 2010 [citado 2 jul 2015]; 4(1): 33-35. Disponible en: [http://www.paleodontology.com/fileadmin/user\\_upload/bulletin/bulletin\\_10-1/kovacevic IAPO Bulletin 10-1.pdf](http://www.paleodontology.com/fileadmin/user_upload/bulletin/bulletin_10-1/kovacevic IAPO Bulletin 10-1.pdf)
14. Sweet D. Forensic dental identification. *Forensic Sci Int.* 2010 [citado 2 jul 2015]; 201(1): 3-4. Disponible en: [http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738\(10\)00086-1/pdf](http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738(10)00086-1/pdf)
15. Hill AJ, Hewson I, Lain R. The role of the forensic odontologist in disaster victim identification: lessons for management. *Forensic Sci Int.* 2011 [citado 2 jul 2015]; 205(1): 44-47. Disponible en: [http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738\(10\)00401-9/pdf](http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738(10)00401-9/pdf)
16. INTERPOL. *Guía para la Identificación de Víctimas de Catástrofes*. Guía IVC:INTERPOL;2009 [citado 20 feb 2014] Disponible en: <http://www.interpol.int/content/download/10461/74528/version/4/file/guideES%5B1%5D.pdf>

17. Brkić H, Slaus M, Keros J, Jerolimov V, Petrovecki M. Dental evidence of exhumed human remains from the 1991 war in Croatia. *Coll Antropol.* 2004 [citado 2 jul 2015]; 28(2): 259-266. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Dental+evidence+of+exhumed+human+remains+from+the+1991+war+in+Croatia>
18. Nuzzolese E, Liuzzi C, Quarta G, Calcagnile L, Di Vella G. Dental Contribution to an Anthropological Forensic Case Work of Skeletal Remains in Miglionico Countryside (South Italy). *Open Anthropol J.* 2010 [citado 2 jul 2015]; 3: 142-147. Disponible en: <http://benthamopen.com/contents/pdf/TOANTHJ/TOANTHJ-3-142.pdf>
19. Taylor JA. *Development of the Disaster Victim Identification Forensic Odontology Guide for the Australian Society of Forensic Odontology.* Australia: University of New Castle; 2009.
20. Wagner GN. *Scientific Methods of Identification.* En: Stimson PG, Mertz CA. *Forensic Dentistry.* Boca Raton: CRC Press; 1997.
21. Rodríguez Cuenca JV. *Introducción a la Antropología Forense. Análisis e Identificación de Restos Óseos Humanos.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2004.
22. Fonseca GM, Rodríguez Florez CD, Yendreka V, Varela de Villalba T. Anomalías, lesiones adquiridas y modificaciones intencionales dentarias como variables de identificación forense. *Claves Odontol.* 2007 [citado 30 jun 2015]; 14(60):9-14. Disponible en: [http://www.researchgate.net/publication/281287457\\_Anomalias\\_lesiones\\_adquiridas\\_y\\_modificaciones\\_intencionales\\_dentarias\\_como\\_variables\\_de\\_identificacin\\_forense](http://www.researchgate.net/publication/281287457_Anomalias_lesiones_adquiridas_y_modificaciones_intencionales_dentarias_como_variables_de_identificacin_forense)
23. Mansilla J, Romero C, Bosch P, Leboreiro I, Pijoan C. Characterization of dental fillings found in skulls from individuals buried in San Jeronimos Church, New Spain: historical and archaeological evidences. *J Hist Dent.* 2006 [citado 2 jul 2015]; 54(2): 45-52. Disponible en: [http://www.histden.org/journal/jhd\\_v54\\_2006\\_2\\_secured.pdf](http://www.histden.org/journal/jhd_v54_2006_2_secured.pdf)
24. Bharti R, Wadhvani KK, Tikku AP, Chandra A. Dental amalgam: An update. *J Conserv Dent.* 2010 [citado 2 jul 2015]; 13(4): 204-208. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3010024/>
25. Hyson JM Jr. Amalgam: Its history and perils. *J Calif Dent Assoc.* 2006 [citado 2 jul 2015]; 34(3): 215-229. Disponible en: [http://www.cda.org/Portals/0/journal/journal\\_032006.pdf](http://www.cda.org/Portals/0/journal/journal_032006.pdf)

26. López Palafox J. El análisis químico en Odontología Forense. *Maxillaris*. 2003 [citado 2 jul 2015]; 52: 75-84. Disponible en:  
<http://www.maxillaris.com/hemeroteca/200302/forense.pdf#page=1>
27. Dostálová T, Eliášová H, Seydlová M, Pilin A, Hippmann R, Šimková H *et al*. Forensic Dentistry – Identification from the Dentist’s Point of View. *Prague Medical Report*. 2008 [citado 5 jul 2015]; 109(1): 14-18. Disponible en:  
[http://ocni.lf1.cuni.cz/Data/files/PragueMedicalReport/2008\\_1/pmr\\_01-2008\\_dostalova.pdf](http://ocni.lf1.cuni.cz/Data/files/PragueMedicalReport/2008_1/pmr_01-2008_dostalova.pdf)
28. Baker L. Filling Fragments can identify human remains, forensic dentist show. New York: University of Buffalo; 2006 [citado 20 feb 2014]. Disponible en:  
<http://www.buffalo.edu/news/releases/2006/10/8180.html>
29. Barrancos Mooney J, Barrancos P. *Operatoria dental: integración clínica*. 4ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006.
30. Brackett WW, Goël Brackett M. Amalgama dental: revisión de la literatura y estado actual. *Rev ADM*. 1999 [citado 5 jul 2015]; 56(3): 113-117. Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-1999/od993e.pdf>
31. Glenner RA, Willey P, Sledzik PS, Junger EP. Dental fillings in Civil War skulls: what do they tell us? *J Am Dent Assoc*. 1996 [citado 5 jul 2015]; 127(11): 1671-1677. Disponible en:  
[http://jada.ada.org/article/S0002-8177\(15\)61367-8/pdf](http://jada.ada.org/article/S0002-8177(15)61367-8/pdf)
32. Hyson JM, Whitehorne JWA, Greenwood JT. Dentistry in the Confederacy: 1861-1865. En: *A History of Dentistry in the US Army to World War II*. Washington DC: Office of the Surgeon General at TMM Publications, Borden Institute; 2006.
33. Jankauskas R, Miliauskienė Ž, Stankevičiūtė D, Kuncevičius A. Im Osten etwas Neues: Anthropological analysis of remains of German soldiers from 1915–1918. *J Biol Clin Anthropol*. 2011 [citado 5 jul 2015]; 68(4): 393-414. Disponible en:  
[https://www.schweizerbart.de/papers/antranz/detail/68/76250/Im\\_Osten\\_etwas\\_Neues\\_Anthropological\\_analysis\\_of\\_remains\\_of\\_German\\_soldiers\\_from\\_1915\\_1918](https://www.schweizerbart.de/papers/antranz/detail/68/76250/Im_Osten_etwas_Neues_Anthropological_analysis_of_remains_of_German_soldiers_from_1915_1918)
34. Cedillo JJ. Amalgama sin mercurio (Galloy). *Rev ADM*. 2001 [citado 5 jul 2015]; 58(6): 202-205. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2001/od016c.pdf>

35. Eliopoulos C, Moraitis K, Reyes F, Spiliopoulou C, Manolis S. Guidelines for the recognition of cemetery remains in Greece. *Am J Forensic Med Pathol*. 2011 [citado 5 jul 2015]; 32(2): 153-156. Disponible en:  
[http://journals.lww.com/amjforensicmedicine/Abstract/2011/06000/Guidelines\\_for\\_the\\_Recognition\\_of\\_Cemetery\\_Remains.14.aspx](http://journals.lww.com/amjforensicmedicine/Abstract/2011/06000/Guidelines_for_the_Recognition_of_Cemetery_Remains.14.aspx)
36. International Committee of the Red Cross. Missing people, DNA analysis and identification of human remains. Geneva: ICRC; 2009.
37. Figueroa Ibarra C. Dictaduras, tortura y terror en América Latina. Bajo Vol. 2001 [citado 5 jul 2015]; 2(3): 53-74. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/286/28600304.pdf>
38. Zelic K, Djonic D, Neskovic O, Stoiljkovic M, Nikolic S, Zivkovic V, *et al*. Forensic or archaeological issue: is chemical analysis of dental restorations helpful in assessing time since death and identification of skeletonized human remains? *J Forensic Sci*. 2013 [citado 5 jul 2015]; 58(5): 1284-1288. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23866008>
39. Corporación Nacional de Reparación y Reconciliación. Comisión Nacional de Verdad y Reconciliación. Santiago de Chile: INRH; 2010. [citado 20 feb 2014] Disponible en:  
<http://www.indh.cl/wp-content/uploads/2010/10/tomo2.zip>
40. Herschaft EE, Alder ME, Ord DK, Rawson RD, Smith ES. *ASFO Manual of Forensic Odontology*. 4ª ed. Boca Raton: CRC Press; 2007.
41. Congram D, Wolfe Steadman D. Distinguished guests or agents of ingérence: foreign participation in Spanish Civil War grave excavations. *Complutum*. 2008 [citado 5 jul 2015]; 19(2): 161-173. Disponible en:  
<http://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/download/CMPL0808220161A/29205>
42. Rogers TL. Recognition of cemetery remains in a forensic context. *J Forensic Sci*. 2005 [citado 5 jul 2015]; 50(1):5-11. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Recognition+of+cemetery+remains+in+a+forensic+context>
43. Cardoso HF, Puentes K, Soares AM, Santos A, Magalhães T. The value of radiocarbon analysis in determining the forensic interest of human skeletal remains found in unusual circumstances. *J*

Forensic Leg Med. 2012 [citado 5 jul 2015]; 19(2):97-100. Disponible en:

[http://www.jflmjournal.org/article/S1752-928X\(11\)00183-1/pdf](http://www.jflmjournal.org/article/S1752-928X(11)00183-1/pdf)

44. Ubelaker DH, Buchholz BA, Stewart JE. Analysis of artificial radiocarbon in different skeletal and dental tissue types to evaluate date of death. J Forensic Sci. 2006 [citado 5 jul 2015]; 51(3): 484-488. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1556-4029.2006.00125.x/pdf>

45. Cantor NL. After we die. The life and times of the human cadaver. Washington DC: Georgetown University Press; 2010.

46. Duhig C. Non-forensic remains: the use of forensic archaeology, anthropology and burial taphonomy. Sci Justice. 2003 [citado 5 jul 2015]; 43(4): 211-214. Disponible en: [http://www.scienceandjusticejournal.com/article/S1355-0306\(03\)71778-X/pdf](http://www.scienceandjusticejournal.com/article/S1355-0306(03)71778-X/pdf)

47. Van Wyk CW, Theunissen F, Phillips VM. A grave matter--dental findings of people buried in the 19th and 20th centuries. J Forensic Odontostomatol. 1990 [citado 10 ene 2015]; 8(2): 15-30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+grave+matter--dental+findings+of+people++buried+in+the+19th+and+20th+centuries>

48. Bertrand B, Colard T, Lacoche C, Salomé JF, Vatteoni S. An original case of tin dental fillings from 18th century northern France. J Dent Res. 2009 [citado 5 jul 2015]; 88(3): 198-200. Disponible en: <http://jdr.sagepub.com/content/88/3/198.full.pdf+html>

49. Djurić MP, Milenković PP, Djukić KM. Dental status of victims from Batajnica's mass graves. Coll Antropol. 2009 [citado 5 jul 2015]; 33(4): 1387-1395. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Dental+status+of+victims+from+Batajnica%27s+mass+graves>

50. Ubelaker DH. The remains of Dr. Carl Austin Weiss: anthropological analysis. J Forensic Sci. 1996 [citado 5 jul 2015]; 41(1): 60-79. Disponible en: [http://www.astm.org/DIGITAL\\_LIBRARY/JOURNALS/FORENSIC/PAGES/JFS13898J.htm](http://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/JOURNALS/FORENSIC/PAGES/JFS13898J.htm)

51. Skinner M, Alempijevic D, Djuric-Srejc M. Guidelines for International Forensic Bio-archaeology Monitors of Mass Grave Exhumations. Forensic Sci Int. 2003 [citado 5 jul 2015]; 134(2): 81-92. Disponible en: [http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738\(03\)00124-5/pdf](http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738(03)00124-5/pdf)

52. Griffiths D. Establishing identity with odontology. En: Horshwell J. The practice of crime scene identification. Boca Raton: CRC Press; 2004.
53. Bowers CM. Forensic Dental Evidence: An Investigator's Handbook. 2<sup>da</sup> ed. San Diego: Elsevier; 2011.
54. Holobinko A. Forensic human identification in the United States and Canada: A review of the law, admissible techniques, and the legal implications of their application in forensic cases. Forensic Sci Int. 2012 [citado 5 jul 2015]; 222(1):394.e1-13. Disponible en: [http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738\(12\)00277-0/pdf](http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738(12)00277-0/pdf)
55. Skinner M, Alempijevic D, Stanojevic A. In the absence of dental records, do we need forensic odontologists at mass grave sites?. Forensic Sci Int. 2010 [citado 5 jul 2015]; 201(1): 22-26. Disponible en: [http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738\(10\)00104-0/pdf](http://www.fsijournal.org/article/S0379-0738(10)00104-0/pdf)
56. Bush MA, Bush PJ, Miller RG. Detection and Classification of Composite Resins in Incinerated Teeth for Forensic Purposes. J Forensic Sci. 2006 [citado 5 jul 2015]; 51(3): 636-642. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16696713>
57. Meléndez CO, Camacho AA. Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X. Rev Synthesis. 2009 [citado 5 jul 2015]; 49: 1-4. Disponible en: [http://www.uach.mx/extension\\_y\\_difusion/synthesis/2009/08/20/espectrometria\\_de\\_flourescencia\\_de\\_rayos\\_X.pdf](http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2009/08/20/espectrometria_de_flourescencia_de_rayos_X.pdf)
58. Amadasi A, Merli D, Brandone A, Poppa P, Gibelli D, Cattaneo C. The survival of gunshot residues in cremated bone: an inductively coupled plasma optical emission spectrometry study. J Forensic Sci. 2013 [citado 5 jul 2015]; 58(4): 964-966. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1556-4029.12149/pdf>
59. Vos CB, Fredeen KJ. Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. 3ra ed. Shelton: PerkinElmer; 2004.

Recibido: 14 de junio de 2015

Aprobado: 14 de junio de 2015

Dr. *Gabriel M. Fonseca*. Facultad de Odontología. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

Correo electrónico: [gabriel.fonseca@ufrontera.cl](mailto:gabriel.fonseca@ufrontera.cl)