

A PROPÓSITO DE UN CASO

REVISTA CIENTÍFICA
DE REPORTES FORENSES

Nº1

ARTÍCULO 1:

**Evaluación forense
de voces extraídas
de las redes**

*J. Gurlekian, P. Univaso, M. Martínez Soler,
H. Torres y J. Pachame*

PÁG. 8

ARTÍCULO 2:

**Inusual causa
de muerte
en una precipitación**

G. Jerez

PÁG.13

ARTÍCULO 3:

**Data de la muerte
en la momificación
natural**

A. Scatena

PÁG 16



A propósito de un caso / Programa Nacional de Ciencia y Justicia - 1a ed. -
Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Consejo Nacional Investigaciones
Científicas Técnicas - CONICET, 2023.
Revista digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISSN 3008-9603



Programa Nacional de
**CIENCIA
Y JUSTICIA**

A PROPÓSITO DE UN CASO

Revista científica de reportes forenses

Esta publicación fue elaborada por el **Programa Nacional de Ciencia y Justicia** del **Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas** (CONICET).

Noviembre 2023

Comité editorial

Nora Maidana
Leonardo Saccomano

Compaginación y edición de textos

Rocío Basualdo
Lucía Cappozzo
Paula Martínez

Diseño

Dirección de Relaciones Institucionales

reportesforenses@conicet.gov.ar

ISSN 3008-9603

Palabras de presentación

Reportes Forenses

El **Programa Nacional de Ciencia y Justicia** se creó en julio del año 2015 con el objetivo de establecer y articular vínculos operativos, a través de capacitaciones, asesoramientos y talleres de intercambio académico y práctico, entre la comunidad científica del **CONICET** y los poderes judiciales, ministerios Públicos (Acusación y Defensa), Colegios de Abogados y Magistrados, como así también Fuerzas de Seguridad nacionales y provinciales.

Las actividades y acciones del Programa en permanente crecimiento, permitieron la mejora en el intercambio de conocimientos y experiencias, además de una participación virtuosa de las y los investigadores del CONICET en el servicio de justicia, seguridad y en los laboratorios del sistema judicial.

Entre las nuevas actividades del Programa, queremos presentarles esta revista, que busca divulgar a través de la casuística el aporte de la ciencia y la tecnología a la resolución de casos.



Dr. Alan D. Temiño
Gerente de Asuntos Legales
Responsable Técnico del Programa Nacional
de Ciencia y Justicia del CONICET.

Normas de publicación

¿Cómo se elige un caso para publicar?

Un caso merece publicarse cuando constituye una novedad. La novedad puede estar en que sea un problema forense no descrito o de escasa frecuencia o por la originalidad de la técnica empleada para resolverlo.

La publicación del caso también puede ser empleada para realizar la revisión de la literatura de esa condición específica.

¿Qué entendemos por “caso interesante”?

Un “caso interesante” es aquel que nos exige una reconsideración de las técnicas que estamos implementando y que escapan a la mera aplicación de un protocolo o por la rareza del objeto de estudio. Un caso puede ser interesante por haber sido la primera vez que se usó una técnica en particular en la resolución de una investigación judicial o de una nueva patología. Además, pueden ser una evidencia preliminar necesaria para el diseño de ensayos experimentales, o puede establecer una limitación al alcance de técnicas establecidas.

La publicación de estos casos es la única manera de difundir las enseñanzas que han dejado, haciéndolas perdurables en el tiempo, de modo que puedan servir en el futuro tanto para cuando aparezcan situaciones similares, como para hacer conocer los recursos existentes.



Más información

ADVERTENCIA:

Esta publicación contiene imágenes que pueden afectar la sensibilidad de algunas personas.

ARTÍCULOS:

Evaluación forense de voces extraídas de las redes

Dres. Jorge Gurlekian, Pedro Univaso,
Miguel Martínez Soler, Humberto Torres
y Jorgelina Pachame.

Pág 8

Data de la muerte en la momificación natural

Dr. Adolfo Scatena.

Pág 13

Inusual Causa de Muerte en precipitación. La necesidad de una autopsia completa

Dr. Gabriel Omar Jerez.

Pág 16

Evaluación forense de voces extraídas de las redes

Forensic evaluation of voices retrieved from the networks

Jorge Gurlekian¹, Pedro Univaso², Miguel Martínez Soler³, Humberto Torres⁴ y Jorgelina Pachame⁵

Contacto: anagraf99@hotmail.com

Resumen: El objetivo de este caso fue verificar la autoría de grabaciones de voz que circulan por una red social, solicitada por una organización no gubernamental extranjera dedicada a investigar la falsedad o veracidad de la información pública. Para esta tarea se emplea el sistema automático de comparación de hablantes FORENSIA de [BlackVOX-CONICET](#).

La grabación dubitada se obtiene de WhatsApp y las grabaciones indubitadas son extraídas de reportajes públicos difundidos por YouTube. Los resultados se presentan calibrados mediante la relación logarítmica de verosimilitudes (LLR). Este indicador muestra que la grabación que circulaba en la red social se corresponde con la voz del presunto autor.

La fuerza de la evidencia representada por LLR permite obtener una indicación objetiva de la similitud de las voces comparadas en este proceso de investigación. La adecuación del sistema FORENSIA al formato de grabaciones extraídas de las redes sociales es una contribución novedosa para la resolución de casos de comparación de voces.

Palabras Clave: Noticias falsas, WhatsApp, Voz, Identificación, Análisis Forense

Abstract: *The objective of this case was to verify the authorship of voice recordings that circulate through a social network, requested by a foreign non-governmental organization dedicated to investigating the falsehood or veracity of public information. For this task, the automatic speaker comparison system FORENSIA from BlackVox-CONICET is used.*

The doubtful recording is obtained from WhatsApp and the doubtful recordings are extracted from public reports broadcast on YouTube. The results are calibrated using the logarithmic likelihood ratio (LLR). This indicator shows that the recording that was circulating on the social network corresponds to the voice of the alleged author.

The strength of the evidence represented by the log likelihood ratio (LLR) allows obtaining an objective indication of the similarity of the voices compared in this research process. The adaptation of the Forensia system to the format of recordings extracted from social networks is a novel contribution to the resolution of voice comparison cases.

Key words: Fake news, WhatsApp, Voice, Identification, Forensic Analysis.

1 Investigador principal Ad Honorem del CONICET. LIS- INIGEM, CONICET- UBA. Socio fundador de BlackVOX.
 2 Doctor en Ingeniería, UBA, Ingeniero Electromecánico con orientación en Electrónica, UBA. Socio fundador de BlackVOX.
 3 Lic en Cs de la Computación UBA. Socio fundador de BlackVOX .
 4 Bioingeniero. Investigador adjunto del CONICET. INIGEM-CONICET-UBA.
 5 Lic. en Fonoaudiología. Policía Federal Argentina.

Introducción

Los casos de verificación de información en los medios de comunicación social corresponden a las etapas de investigación realizadas por ciudadanos/as, agrupaciones de derechos humanos u organizaciones no gubernamentales Verifica.efe.com de España, Poynter.org de EE.UU y Chequeado.com de Argentina que investigan los casos de noticias falsas [Tandoc et al., 2018; Voursoughi et al., 2018] o son detectadas por los mismos controles que poseen ciertas aplicaciones en las redes sociales [Abrams, 2016, Conroy et al., 2015, Vorhies et al., 2017].

En todos los casos, se trata de discernir si la información es real, engañosa, improbable o falsa. Los contenidos pueden ser ofensivos hacia un tercero o hacia la comunidad, perturbar emocionalmente o desinformar al lector/a [Fetzer, 2004]. Este tipo de noticias aumenta durante las campañas electorales, como sucedió en EE.UU donde resultaron falsos un 60% del total de los mensajes que circularon masivamente [Silverman, 2016]. Cuando la información cuestionada es verbal, puede recurrirse a la tecnología de comparación de voces semejante a la empleada en la identificación forense de hablantes [Drygajlo et al., 2005].

En esta presentación se emplea el sistema automático FORENSIA [Martínez et al., 2018, Univaso et al., 2012], de BlackVox, una empresa de base tecnológica en formación.

Descripción del caso

La ONG Verificado.uy (VUY) se comunica con BlackVox porque se habían viralizado dos audios con contenidos extorsivos, de carácter sexual, que podían atribuirse a un funcionario público. Se pretende conocer si, a partir del análisis de esta evidencia, se debilitaría la sospecha sobre el funcionario o se daría pie al inicio de un proceso judicial. Además, se solicita tener una rápida respuesta.

La mayor dificultad en este tipo de verificación consiste en que no existe un oficio judicial para imponer la realización de las grabaciones indubitadas al hablante que se supone su autor, tal como lo indica el protocolo [Gurlekian et al., 2018]. Por tratarse, entonces, de una verificación en la etapa de investigación, VUY colabora con el envío de material indubitado en forma de entrevistas para la televisión publicadas en YouTube. Estos videos, donde aparece la imagen del funcionario hablando, fueron considerados como auténticos por los y las expertos/as de BlackVox y aceptables como muestras del hablante indúbido tras verificar que no habían sido editados.

Por lo expuesto, el caso presentado resulta atípico y es de interés para futuras pericias debido a que no pudo imponerse la realización de las grabaciones indubitadas en forma presencial. Este tipo de casos debe resolverse,

entonces, con otras grabaciones existentes donde la identidad del/la hablante al cual se le atribuyen los audios pueda ser comprobada fehacientemente.

Desarrollo Experimental

Las grabaciones a comparar tienen formatos de compresión digital, con pérdida de información. Para las grabaciones indubitadas se extrae el audio mp3 del video en formato mp4 y se lo convierte al formato de audio riff -más conocido como WAV-. Las grabaciones dubitadas en formato OPUS se convierten también a WAV. La calidad de todas las grabaciones resulta adecuada para la realización de la comparación de voces, pero por la corta duración -menor a siete segundos efectivos- uno de los WhatsApp debe ser descartado.

El preprocesamiento consistió en extraer los segmentos de voz correspondientes al hablante masculino dúbido y del hablante indúbido con el sistema de análisis acústico ANAGRAF [Gurlekian, 1997]. La transcripción lingüística y entonativa [Fujisaki, 2004] del audio muestra que se trata específicamente de un caso de acoso sexual.

Se ingresan los audios al sistema automático FORENSIA, desarrollado con la última tecnología basada en aproximaciones por i-vector. La etapa de análisis de discriminación lineal probabilístico (PLDA) permite compensar los desajustes de canal entre las dos grabaciones a ser comparadas. El sistema cuenta con diversas bases de datos y se calibra con muestras de referencia obtenidas de grabaciones en WhatsApp y audios de YouTube.

Resultados

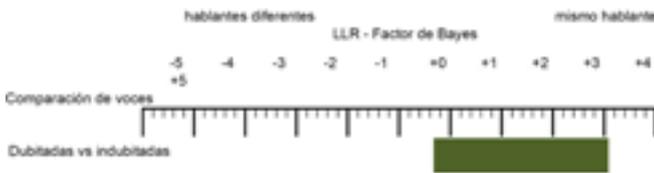
En la Tabla 1 se muestra la comparación de voces entre el audio de WhatsApp dubitado y dos segmentos de audio indubitados extraídos de YouTube. El LLR, también conocido como factor de Bayes, da como resultado un valor promedio de 3,49, el cual se ubica en una escala promedio entre -5.0 y +5.0 como se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos de la comparación entre la grabación de WhatsApp Largo WApL y los Segmentos Indubitados SI1 y SI2.

Audios comparados		LLR - Factor de Bayes	
Dubitados	Indubitados		
WApL	SI1	+4.01	Promedio: +3.49 ± 0.74
WApL	SI2	+2.97	

Los valores positivos corresponden a un grado de certeza en la correspondencia entre las voces y los valores negativos a una falta de certeza. Cuanto más alto el valor, mayor certidumbre en uno u otro sentido.

Figura 1. Esquema de la escala de valores de LLR, con una barra indicando el promedio obtenido.



El valor LLR =3.49 obtenido indica que es 3090 veces ($LR=10^{**}LLR$) más probable que las grabaciones hayan sido emitidas por el mismo hablante que por hablantes diferentes. La escala verbal disponible en el protocolo expresa que existe una evidencia muy fuerte de que ambos audios han sido emitidos por la misma persona.

Como resultado adicional, se definió una guía complementaria al protocolo estándar, útil para este tipo de casos, que se presenta en el Apéndice.

Discusión

Un primer aspecto a considerar es el tipo de resultado que ofrecen las pericias dentro del marco de referencia probabilístico de Bayes. Dado que la solicitud de VUY apunta a obtener una respuesta determinística, se aclara inmediatamente que, de acuerdo al paradigma en vigencia, esa respuesta no corresponde; asimismo, se informa que las pericias de voz que promueven las guías prácticas consisten en el cotejo de audios y que el resultado es un indicador de la fuerza de la evidencia [Univaso, 2016, 2017, 2018]. Este indicador expresa cuál es la probabilidad de que una voz determinada provenga de la persona de la cual se sospecha (similitud) en relación a la probabilidad de que provenga de cualquier otro individuo (tipicidad). Luego, el/la juez/a y -no el/la perito- determina con la fuerza de esa evidencia y el peso de otras evidencias no verbales que posea si puede tomar una decisión.

En este caso particular, al no involucrar a un/a juez/a, debe considerarse que el informe entregado es el resultado de una investigación inicial que podría continuar con más información y que, eventualmente, debería integrarse con otros datos ajenos a la pericia verbal. Sin embargo, la manifestación pública del propio autor completó el circuito al declararse como responsable de haber sido el autor de los audios investigados. Esto se produjo el mismo día en que VUY comunicó, en una conferencia de prensa, que investigadores/as forenses de

Argentina habían realizado la comparación de voces.

La contribución técnica novedosa de este trabajo radica en la compensación de canales. Es decir, la adecuación de las diferencias debido al canal de transmisión como el teléfono, micrófono, celular y las compresiones que ocurren en los formatos MP3 y los de WhatsApp. Una forma de tratar estas diferencias es mediante la utilización de datos representativos de distintos canales de comunicación que permiten ajustar el procesamiento mediante modelos de análisis de discriminación lineal probabilístico (PLDA). Otra forma de compensación es mediante la calibración de los resultados obtenidos mediante la corrección para datos de WhatsApp y YouTube.

Con el uso masivo de las tecnologías de comunicación por redes se plantea un nuevo escenario en el formato de las grabaciones que deben estar representadas en los sistemas de identificación forense por voz. Los formatos de audio cambian -son más compactos y eficientes- y es común tener evidencias en WhatsApp y voces indubitadas obtenidas en YouTube de reportajes en televisión. Esto se traduce en bases de datos que deben contener este tipo de muestras para obtener resultados más confiables. El caso presentado es un ejemplo de esta nueva situación.

Un aspecto final de discusión, más general, está referido a cuestiones éticas. ¿Cómo incide la orientación política de los y las evaluadores/as? ¿Si un/a evaluador/a es afín u opositor/a al partido político del/la evaluado/a, debería excusarse de participar en la investigación o en la pericia? [Jones, 2002].

Conclusiones y trabajo futuro

Los resultados obtenidos muestran que existe una certeza fuerte de que la voz del audio dubitado de WhatsApp fue emitida por el funcionario sospechado.

Este caso contribuye a la resolución de un problema recurrente de los sistemas masivos de comunicación: la veracidad o falsedad de la información. Requiere la calibración del sistema utilizado de acuerdo a nuevos formatos de audio y la utilización de videos públicos como prueba de autenticidad de la voz indubitada. En este caso, el resultado preliminar fue confirmado por la confesión del propio autor.

Para resolver las grabaciones de corta duración se prevé combinar el método automático con la evaluación de atributos perceptuales en forma cuantitativa convirtiendo los puntajes de similitud a LLR [Gurlekian et al., 2022].

Referencias

ABRAMS, D. (2016), "Now Even Google Search Aiding in Scourge of Fake, Inaccurate News About Election 2016", Mediate, 13 de noviembre de 2016, disponible en: <http://bit.ly/2ssmbq9>.

CONROY, N.J., V.L. RUBIN, and Y. CHEN. (2015). Automatic deception detection: Methods for finding fake news. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 52, 1-4. DOI:10.1002/pr2.2015.145052010082

DRYGAJLO, A., M. Jessen, S. GFROERER, I. WAGNER., J. VERMEULEN, and T. NIEMEN. (2005). Methodological Guidelines for Best Practice in Forensic Semiautomatic and Automatic Speaker Recognition. November. Verlag für Polizeiwissenschaft. ISBN: 978-3866764422.

FETZER, J.H. (2004). Disinformation: The use of false information. Minds and Machines, 14, 231-240. DOI:10.1023/B:MIND.0000021683.28604.5b

FUJISAKI, H. (2004). "Information, prosody, and modeling -with emphasis on tonal features of speech-". Proc. Speech Prosody 2004, Nara, pp. 1-10.

GURLEKIAN, J.A., P. UNIVASO y M. MARTINEZ SOLER. (2018). "Protocolo para las pericias forenses de voz". Research Gate, DOI: 10.13140/RG.2.2.22133.88801.

GURLEKIAN, J.A. (1997). El Laboratorio de Audición y Habla del LIS, En: Procesos Sensoriales y Cognitivos, Editor: M. Guirao, Editorial Dunken, Buenos Aires, pp. 55-81.

GURLEKIAN, J.A., S. SULIGOY, P. UNIVASO, E. MASESSA, H.M. TORRES, y N. MOLINA. (2022). "Determining the likelihood ratio from perceptual attributes of voice". Journal of Voice. Elsevier. 2022 Mar 20; S0892-1997(22)00020-0. DOI: 10.1016/j.jvoice.2022.01.022.

JONES, W.E. (2002). Dissident versus loyalist: Which scientists should we trust?

Journal of Value Inquiry, 36, 511-520. DOI: 10.1023/A:1021945707032

MARTINEZ SOLER, M., P. UNIVASO, J.A. GURLEKIAN. (2018). "FORENSIA - Technical Specifications". Research Gate, DOI: 10.13140/RG.2.2.36718.92488.

SILVERMAN, C. (2016). "This Analysis Shows How Viral Fake Election News Stories Outperformed Real News On Facebook", Buzzfeed, 16 de noviembre de 2016, <http://bzfd.it/2ssm265>.

TANDOC, E. C., Z. W. LIM, and R. LING. (2018). Defining "fake news." Digital Journalism, 6, 137-153. DOI:10.1080/21670811.2017.1360143

UNIVASO, P., M. MARTINEZ SOLER, and J.A. GURLEKIAN. (2012). A preliminary approach to forensic speaker recognition using phonemes. En IberSPEECH 2012, VII Jornadas en Tecnología del Habla and III Iberian SLTech Workshop, Editorial: Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, España.

UNIVASO, P. "Towards a Unified Methodology for Forensic Speaker Identification". (2016). Research Gate, DOI: 10.13140/RG.2.2.31571.58402

UNIVASO, P. "Forensic Speaker Identification: a tutorial". (2017). Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina), 15, 9, pp. 1754-1770. ISSN: 1548-0992

UNIVASO, P. "Identificación de sospechosos por la voz en Argentina". (2018). Research Gate, DOI: 10.13140/RG.2.2.35409.43369

VORHIES, W. (2017). Using algorithms to detect fake news: The state of the art. Retrieved from <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/using-algorithms-to-detect-fake-news-the-state-of-the-art?>

VOSOUGHI, S., D. ROY, and S. ARAL. (2018). The spread of true and false news online. Science, 359, 1146-1151. DOI:10.1126/science.aap9559

Apéndice

Requisitos para realizar la pericia forense mediante sistemas automáticos en casos de audios con información dudosa difundidos por internet.

1. Solicitar un mínimo de cinco minutos de material indubitado, es decir, enlaces a distintas grabaciones de entrevistas públicas donde la persona aludida hable con naturalidad con el/la entrevistador/a y se pueda verificar su identidad. Estas pueden provenir de programas de radio o preferentemente videos de TV para tener una evidencia visual que contribuya a asegurar la identidad.

2. Opcionalmente, disponer de la voz de la persona aludida -si es cooperativo/a- grabada en el mismo canal en donde se viralizó.

3. Que la grabación viralizada tenga más de 15 segundos de duración y presente la mayor variedad fonética posible.

4. Que la grabación viralizada tenga una calidad aceptable medida en función de la relación que tiene la intensidad de la voz respecto a la intensidad del ruido de fondo. Mínimo 5 dB S/R.

5. Conocer, en lo posible, si el audio viralizado fue grabado directamente en el canal que lo transmitió o si fue grabado previamente en otro/s canal/es y luego transmitido por el último canal. También se debe verificar si es un audio editado.

6. Indicar que el resultado de las comparaciones será probabilístico, indicando la fuerza de la evidencia. El resultado corresponde a un cociente de verosimilitudes obtenido por la regla de Bayes.

7. Informar que el método es automático pero que requiere que las voces y ruidos que no son de interés sean eliminados manualmente.

8. Que el resultado será analizado en relación a muestras representativas de los canales que hayan sido utilizados, ya sean de teléfono, micrófono, video y WhatsApp.

Los y las autores/as.

Data de la muerte en la momificación natural

Post mortem interval in natural mummification

Adolfo Scatena¹

Contacto: myrado@gmail.com

Resumen: Se informa la momificación natural incompleta de un cadáver humano, ocurrida en un breve periodo de tiempo, en la provincia de Río Negro (Argentina), con clima cálido, seco y ventoso. Se ha observado una momificación ocurrida en un lapso no mayor a los cinco días, por lo que se juzgó que esta posibilidad de momificación también debería ser tenida en cuenta cuando se calcula el Intervalo post mortal.

Se resumen los mecanismos de momificación, una descripción del caso puntual y algunas consideraciones.

Palabras claves: momificación, intervalo post mortal.

Abstract: *This is the report of natural mummification of a human body in less than five days in a hot, dry, and windy environment.*

Keywords: *mummification, post mortem interval.*

1 Medico Forense del Poder Judicial de Río Negro, Argentina (jubilado)

Introducción

En Medicina Forense en general, existe el concepto de que la momificación de un cadáver se produce por factores variables en cuanto a temperatura y sequedad ambiental pero siempre transcurre en un largo periodo de tiempo.

Descripción del caso

El 17 de enero de 1999 a las 20:30 h, se encontró un cadáver de sexo masculino en un patio exterior de una vivienda rural en la estepa patagónica argentina (provincia de Río Negro). El cuerpo estaba deshidratado con la piel arrugada, amarronada, acartonada, como cuero. (Fig. 1). La apertura toracoabdominal mostró los órganos torácicos y abdominales convertidos en una masa informe pegada a la columna vertebral, donde resultaba imposible reconocer los diferentes órganos, sumado a la invasión masiva de gusanos. El cadáver sufrió intensas modificaciones secundarias debidas a la exposición al aire y al calor de la meseta patagónica y la actividad de la fauna cadavérica. El difunto tenía 55 años, era fumador, bebedor moderado de vino, con buena salud aparente y sin antecedentes médicos. La autopsia descartó criminalidad en su muerte. La última vez que lo vieron con vida fue el 12 de enero de 1999, en horas de la tarde, cuando fue visitado por sus familiares. El cadáver se encontró cinco días después, vestido, con las partes expuestas (manos, pies y partes blandas de la cara) devoradas por animales domésticos (perros y aves de corral).

La zona donde se encontró el cadáver, la meseta patagónica, tiene un clima seco, caliente y ventoso. No se pudo obtener datos de la temperatura y humedad ambiente del lugar pero, a título ilustrativo, se presentan los datos de un valle vecino, cuyo clima es más húmedo y moderado pero que sirven para tener una idea aproximada de cómo pueden haber sido las condiciones en una zona cercana pero más expuesta, como es el sitio donde fue hallado el cadáver.



Figura 1. Imagen del caso. Aportada por el Dr. Adolfo Scatena.

La tabla 1 contiene los registros de temperatura y humedad (tomados en una casilla meteorológica a 1,50 ms de altura, en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Comahue) en los días que transcurrieron desde

la última vez que lo vieron con vida hasta que lo encontraron muerto.

Tabla 1. Temperatura y humedad en Cinco Saltos en la fecha del suceso. Tabla aportada por el Dr. Scatena.

Fecha	12/01/99	13/01/99	14/01/99	15/01/99	16/01/99
Humedad relativa %	53	60	52	47	59
Temp. máxima (°C)	23	20	25	28	24

Según la clasificación de Gisbert Calabuig (1998), este caso se trataría de una momia reciente (por la persistencia de tejidos no desecados completamente, con una consistencia más o menos blanda), con una momificación incompleta, ocurrida en un período de tiempo no mayor a los cinco días.

Discusión

La momificación transforma lo que fue un cuerpo vivo en una masa de tejidos donde se ha detenido la putrefacción. Este proceso se instala al producirse la deshidratación del cadáver. Cuando un cadáver pierde su contenido de agua en forma rápida e intensa, se produce el impedimento de que comience (o continúe, si ya había comenzado) el proceso de putrefacción y se da lugar a una momificación del cadáver, que se conserva más o menos intacto, pudiendo mantener la piel y los tejidos blandos. Siendo así, se podría llegar a la conclusión de que nunca se va a dar una momificación en un medio acuático. Según Rojas (1957), en la momificación el cadáver se deseca y la putrefacción gaseosa no se produce. En esas condiciones, el cadáver se conserva indefinidamente.

Los factores que están relacionados con el proceso de momificación, según Somoza Castro (2004), son dos:

Factores mesológicos: que el cadáver esté expuesto a un calor seco por encima de los 60° (enterrado en un desierto). También ocurre en el caso de cadáveres que están en criptas porque, aunque la temperatura no sea tan alta, sus condiciones favorecen que haya grandes corrientes de aire seco que facilitan la momificación. En una fosa común, con tierras porosas pero secas que permitan el paso del aire, también puede darse este fenómeno, sobre todo en los cadáveres que están profundamente enterrados.

Factores individuales: la edad (cuanto mayor es la edad existe mayor propensión a la momificación), el género (mayor tendencia en el género femenino), la masa corporal (se momifican más frecuentemente los cadá-

veres de personas delgadas) y la causa de la muerte (el envenenamiento por arsénico favorece la momificación)

El proceso de momificación produce una importante pérdida de peso en el cadáver y suele provocar la conservación de las facciones y las formas corporales exteriores. Además, la masa corporal se presenta apergamina y la piel, de un color oscuro, tiene al tacto una consistencia correosa.

Los órganos internos de un cadáver momificado también suelen conservarse aunque reducen drásticamente su tamaño y adquieren una consistencia frágil, que se desmenuzan fácilmente al asirlo con la mano o al manipularlos con algún instrumento.

En el intento de determinar el intervalo post mortal, surgen diferentes opiniones. Para algunos autores, con certeza toma semanas (Knigh y Saukko 2004) y en las primeras etapas se mezcla a menudo con cierto grado de putrefacción cadavérica, especialmente de los órganos internos. Si el proceso de desecación se completa, el cuerpo puede permanecer en ese estado por años según Geberth (2015). Achaval (1944) afirmó que la momificación o desecación ocurre en un tiempo no inferior a seis meses o un año, con lo que coincide Vargas Alvarado (1983; 1991)

Casas Sánchez (2006) dijo que, si bien el tiempo necesario para la momificación de un cadáver no puede definirse con exactitud, en condiciones ambientales ideales de calor, sequedad y aireación, esta puede observarse en grado importante a las pocas semanas de la muerte.

Según Peña et al. (2019), el tiempo de momificación aproximado es de seis meses a un año de producida la muerte y más también, según los casos.

Kadej et al. (2020) determinaron, mediante el estudio de los insectos encontrados en un cadáver momificado, que el fallecimiento se habría producido entre cuatro y seis meses antes del hallazgo y sin poder descartar que se hubiese producido uno o dos años antes.

Gisberg Calabuig (1998) afirmó que el periodo más corto de momificación descrito en un adulto fue de 17 días.

Conclusiones

En general, la mayoría de los autores afirman que la momificación en un adulto se produce en un periodo largo de meses o años siendo de 17 días el periodo más corto informado. En el caso que se describe, la momificación se habría producido en un espacio de tiempo no mayor a cinco días, lo que es importante para ser cautos al informar sobre el Intervalo Post Mortal ante la presencia de un cadáver momificado.

Referencias Bibliográficas

ACHAVAL A. (1944). cc, Buenos Aires: Abeledo-Perrot; p 232.

CASAS SÁNCHEZ A., CASAS SÁNCHEZ, J., SANTIAGO SÁEZ A., RODRÍGUEZ ALBARRÁN M. S. y ALBARRÁN JUAN

M. E. (2006). Fenómenos de conservación cadavérica. Saponificación, Revista de la Escuela de Medicina Legal, Universidad Complutense de Madrid, Septiembre 2006: p. 27-36.

GEBERTH V. J. (2015). Practical Homicide Investigation, CRC Press, Boca Raton Fla. USA: p 225.

GISBERG CALABUIG JA. (1998). Medicina Legal y Toxicología, Barcelona: Masson. p.196

KADEJ M., SZLESZKOWSKI K., THANNHÄUSER A. y JUREK T. (2020). A mummified human corpse and associated insects of forensic importance in indoor conditions, Int. J. Legal Med.134(5): 1963–1971.

KNIGHT B. y SAUKKO P. (2004). Forensic Pathology, Edit Arnold, Londres, p. 72/73

PEÑA J.A., BUSTOS SALDAÑA R. y VERDÍN O. (2019). Fenómenos cadavéricos y el tanatocronodiagnóstico. Cadaveric Phenomena and Postmortem Interval. Gac. int. cienc. forense 31. Abril-Junio, 10

ROJAS N. (1957). Medicina Legal, Ed El Ateneo, Bs As, Argentina, p. 198.

SOMOZA CASTRO, O. (2004). La muerte violenta. Inspección ocular y cuerpo del delito. Las primeras 24 horas decisivas. Ed: La Ley-Actualidad S.A. Madrid,

VARGAS ALVARADO E. (1983). Medicina Legal, San José de Costa Rica: Lehman; p. 76

VARGAS ALVARADO E, (1991). Medicina Forense y Deontología Médica: México DF; Trillas. p.174

Inusual Causa de Muerte en precipitación. La necesidad de una autopsia completa

Unusual cause of death in falling due to precipitation. The need for a full autopsy.

Gabriel Omar Jerez.¹

Contacto: jereznqn@gmail.com

Resumen: A finales de enero de 2020, se recibió en el Cuerpo Médico Forense de Neuquén, para realizar procedimiento de autopsia, el cuerpo de una persona fallecida durante el despeñamiento por más de 100 metros en una montaña y que recibiera múltiples traumatismos en prácticamente toda la superficie corporal. Contrariamente a la hipótesis inicial, la causa de muerte resultó ser absolutamente distinta de la esperada.

Agradecimientos: Al Dr. Eduardo Meichtry, especialista en imágenes, por sus observaciones diagnósticas radiológicas.

Palabras clave: Precipitación, politraumatismos, traumatismo Craneoencefálico, asfixia mecánica obstructiva.

Abstract: At the end of January 2020, the body of a person who died during the fall off for more than 100 m in a mountain, and who received multiple trauma on practically the entire body surface, was received for an autopsy procedure. Contrary to the initial hypothesis, the cause of death turned out to be completely different from the expected.

Keywords: Fall off, polytrauma, head-encephalic trauma, obstructive mechanical asphyxia.

¹ Médico Legista y Forense. Cuerpo Médico Forense- Tribunal Superior de Justicia del Neuquén. Ciudad Judicial. Av. Leloir y Castro Rendón. Neuquén.

Introducción

Las caídas de altura son un capítulo especial de la medicina forense cuya particularidad está dada por la mirada de lesiones esperables en función del lugar, la intencionalidad, la altura, las características de la superficie de impacto, etc. Dependiendo de esto se establece la prevalencia de las lesiones halladas y cómo estas pueden provocar la muerte. Así, Bustos (2014) describe cuatro fases constitutivas de la caída denominadas: 1) etapa inicial, 2) caída libre, 3) aceleración/desaceleración y 4) impacto. El caso que se presentó se correspondería con una caída libre (velocidad establecida por la gravedad, aproximadamente 6 m/s) con una disminución de la velocidad de desplazamiento posterior, progresiva en función del terreno donde se produce, lo que modificará las características del impacto. Siguiendo esta clasificación, se corresponde con una precipitación que, admitiendo variables, se define como la proyección del cuerpo desde un plano a otro ostensiblemente inferior, más allá de los 50 m y, finalmente, a una precipitación complicada que es definida como aquella en la que el plano inferior donde va a impactar el cuerpo agrava la lesión o bien sus características particulares. Los hallazgos esperables en general son fracturas lineales de la bóveda craneana irradiadas a la base siguiendo el trayecto de huesos con escaso grosor y resistencia, como la lámina cribosa etmoidal, el techo orbitario, los senos frontales etc. La combinación de fuerzas de torsión y compresión aplicadas sobre la pelvis, provocan fracturas en la zona, fundamentalmente de las ramas isquiopúbicas así como en ocasiones las diastasis púbicas. Si la caída hubiera sido de pie, sería posible hallar fracturas en calcáneo, tibia y fémur. Se suman fracturas en miembros superiores como mecanismo defensivo si había conciencia de la víctima. Otras fracturas y lesiones son posibles, pero escapan al objetivo de esta publicación.

Respecto de la asfixia, el concepto ha sido largamente debatido a lo largo de la historia, desde la antigua definición del griego de "falta de pulso o palpitaciones" "a", prefijo privativo y *Sfugmus/sphyxis*, pulso y, de acuerdo con diversos autores, incluso los términos de su definición han variado, motivando diversas publicaciones y propuestas de clasificación. De forma general, resulta en la incapacidad de disponer (recibir o utilizar) de oxígeno, que se acompaña de incremento de los niveles de CO₂ en sangre.

A los efectos de esta publicación se adopta la definición propuesta por Sauvageu y Boghossian (2010), que dividen las causas de asfixia por sofocación (además de las correspondientes a confinamientos o atmósferas viciadas) en "-smothering-" y "-choking-", según la obstrucción ocurra por encima o debajo, respectivamente, de un punto anatómico, que recomiendan sea considerada la epiglotis.

Se ha debatido la pertinencia de la realización de autopsias en tiempos de pandemia por COVID-19 (Gonzalez-Arnay et al. 2020, Sperhake 2020). Su práctica ha estado sujeta a diversas protocolizaciones a nivel mundial, la mayoría de las cuales (SEPAF 2020, Finegan et al. 2020, Poder Judicial Neuquén 2020) proponen que esta sea limitada a la verificación de la causa puntual de la muerte o la recuperación de pruebas como proyectiles, sin realizar extracción de órganos o aperturas de otras cavidades salvo necesidad precisa, fundado en la ausencia de salas con nivel de Bioseguridad III.

Descripción del caso

A finales de enero de 2020, se recibió en el Cuerpo Médico Forense de Neuquén el cuerpo de un joven turista de 26 años, que habría fallecido producto de la caída de altura desde un cerro (Cerro Negro y Monje) en la localidad de Villa Traful, en la precordillera andina del sur de la provincia de Neuquén, mientras realizaba una ascensión con un grupo de turistas sin la utilización de elementos de seguridad adecuados al desafío. Al momento de su ingreso y tras analizar las imágenes del lugar del hecho, la impresión presuntiva de la causa de la muerte fue de politraumatismos con trauma cráneo-encefálico en ocasión de precipitación. No obstante, a pesar de haber sido certificadas las lesiones internas y externas que parecían avalar esta impresión, tras realizar las radiografías y luego, durante el procedimiento de autopsia, pudo constatarse que la mecánica de la muerte era más propia de una ASFIXIA en el contexto de politraumatismos.

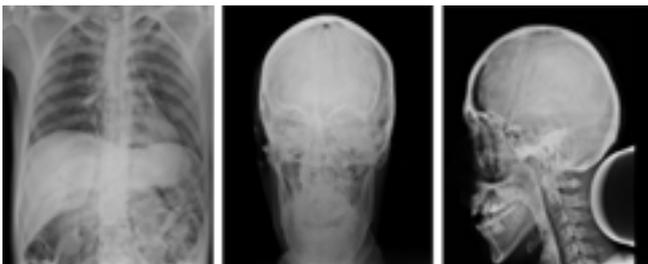
Se trataba de una persona masculina de 1.88 m de estatura y 85 Kg de peso, de hábito atlético, que se encontraba realizando turismo en la localidad y que había decidido, con un grupo, realizar una excursión al Cerro Negro y Monje de 1900 m de altura y cuya superficie está compuesta por la masa de material de arrastre de la parte superior (piedra y arena), por la que se debe pasar para llegar a la cumbre rocosa, en una travesía que no exhibe mayores requerimientos técnicos. Poco antes de llegar a la cumbre, la persona sufrió una caída aparentemente espontánea, descendiendo más de 100 m en el sector arenoso - rocoso y quedó en posición decúbito ventral en el interior de una canaleta. Según el relato de los acompañantes, la persona ya había fallecido al arribar al lugar.

En el examen externo destacó la presencia de abundante arena gruesa con pequeñas piedras en su boca, sin salida de material hemorrágico por oídos, con rigidez en remisión y cianosis de uñas. Se objetivaron múltiples contuso-excoriaciones, muchas con fondo de piel apergaminada distribuidas en rostro, tórax anterior, posterior y lateral bilateral, en miembros superiores e inferiores.



Lesiones en el cuerpo. Imagen del caso. Aportada por el Dr. Gabriel Omar Jerez.

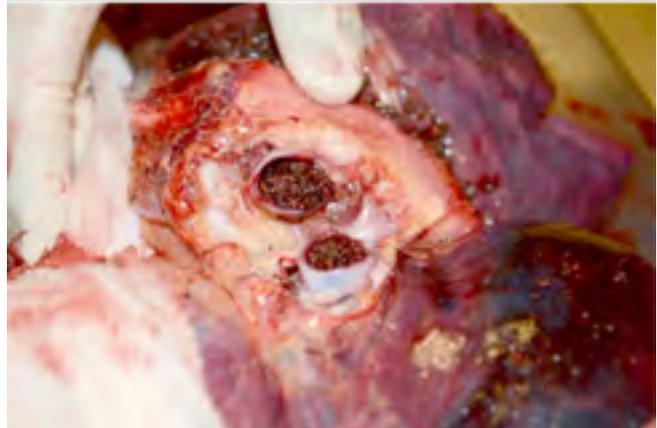
El examen radiológico con equipo portátil mostró en cráneo, una fractura frontal supraorbitaria derecha, sin objetivar fracturas vertebrales cervicales. Se observaba una oclusión completa de la vía respiratoria y digestiva superior con gránulos de material radiolúcido compactado. La radiografía de tórax mostraba similar material granuloso en zona hiliar bilateral correspondiente al árbol respiratorio. La radiografía de pelvis mostró fracturas de ramas isquiopúbicas bilaterales. Sin fracturas evidentes de miembros inferiores.



Imágenes radiológicas. Obsérvese la opacificación de la vía respiratoria a nivel hiliar. Imágenes del caso. Aportadas por el Dr. Gabriel Omar Jerez.

En la autopsia, la apertura del cráneo mostró, múltiples hematomas en aponeurosis epicraneana a predominio fronto-temporo-parietal derecho. Huesos del cráneo con fractura frontal supraorbitaria bilateral y de porción escamosa del temporal bilateral. Petequiado en huesos petrosos (manchas de Tardieu). Meninges con focos múltiples de sangrado subdural. Masa encefálica congestiva, con múltiples focos hemorrágicos intercisurales a predominio derecho, pesó 1635 g. El corazón, de tamaño y peso adecuado de acuerdo a tablas (Vanhaebost y Michaud 2012), presentaba abundante petequiada subpericárdica (Manchas de Tardieu).

La faringe estaba ocluida por abundante material arenoso y con pequeñas piedras al igual que laringe, tráquea e incluso las primeras bifurcaciones bronquiales. Esófago con inundación parcial de similar material.



Imágenes de la ocupación completa de la vía aérea y alta digestiva con material arenoso, detalle de la apertura traqueal. Imágenes del caso. Aportadas por el Dr. Gabriel Omar Jerez.

En tórax se encontró una fractura costal inferior derecha. El pulmón derecho pesó 545 gs. y el izquierdo 475 gs. percibiéndose en ambos, al tacto, material de consistencia dura, granular, compatible con el hallado en la vía aérea superior y constituyendo una obstrucción completa de la vía aérea, tanto superior como inferior, lo que resultó en este punto evidencia incontestable de

vida de acuerdo a lo expresado por Madea (2020) que "solo la inhalación en las partes profundas del árbol bronquial puede probar vitalidad".

El examen microscópico el pulmón mostró autolisis parcial, ectasia de los capilares septales y alvéolos ocupados por material amorfo eosinofílico y otros con hematíes, alternando con otros dilatados (enfisema agudo). En encéfalo, leptomeninges con ligera impregnación de hemorragia en los surcos. Corteza cerebral sin alteraciones. Al corte en secciones paralelas, se observaron microhemorragias en corteza frontal, región basal bilateral y temporal bilateral. Sustancia blanca con fino petequiado difuso. Múltiples microfocos de extravasación eritrocitaria intersticial a nivel de la corteza cerebral de lóbulos frontales y temporales bilaterales y occipital izquierdo, acompañados de ruptura superficial del parénquima y la piamadre. A nivel de la sustancia blanca se evidencia extravasación hemática perivascular.

Discusión

Ya se refirió el contexto de la impresión diagnóstica inicial de la causa de muerte y cómo fue modificándose en tanto se progresaba en la autopsia.

Se sabe que no existe unificación de criterios para establecer el nivel anatómico en el que se produce la obstrucción y, en consecuencia, cómo se debería clasificar la causa de la muerte (Sauvageau y Boghossian 2010, Madea 2020). Habitualmente, al considerar las causas de lo que en la literatura inglesa se denomina "-choking-" (debajo de la glotis), se habla de la presencia de líquidos en las vías aéreas bajas que se conoce como ahogamiento, (Abelairas-Gómez 2019) y, más raramente a la presencia de cuerpos extraños, que pueden ser de diversas características (únicos, múltiples, vegetales, minerales, accidentales, homicidas, etc). La bibliografía nacional e internacional no es extensa en este último punto, las series de casos halladas han sido muy limitadas, con frecuencia son comunicaciones de casos pediátricos (85-95 % de todos los casos corresponden a niños/as de 1.5 a 3 años, el 80% de los casos de cuerpos extraños en la vía respiratoria baja se observa entre los 2 y los 15 años (Yekhalov y Khobotova 2015, Asil et al. 2013), de trastornos psiquiátricos con la presencia de la ingesta de granos u otros elementos similares, en convulsiones, etilismo agudo. En el caso específico de asfixia por obstrucción masiva de la vía aérea, por ejemplo con arena, se ha visto en el contexto de accidentes en playas de arena (Wales et al. 1983).

En la literatura, en general, la referencia a las obstrucciones completas de la vía aérea subepiglótica (excluyendo los ahogamientos con líquido), está dirigida a cuerpos extraños, como goma de mascar o granos de cereales (Jukovic y Marejic 2019), únicos o escasamente numerosos en la vía aérea inferior. En 1897, Gustav

Killian removió un pedazo de hueso del bronquio principal (Killian 1899) pero no es hasta 1904 en que Chevalier Jackson (Jackson 1936), al revolucionar el tratamiento de las obstrucciones bronquiales que hasta ese momento se realizaba por broncotomía, e iniciando el abordaje broncoscópico (con un broncoscopio rígido de pequeña luz distal) de las mismas, describió las ya clásicas fases de un cuerpo extraño en bronquios, esto es, como primera reacción, durante el acceso de tos, que tiene el efecto de una válvula de flujo que permite ingresar el aire con libertad, pero sin poder eliminarlo, se genera atrapamiento aéreo, el que se agrava con la reacción de edema y acumulación de fluido por reacción mucosa, que provoca sibilancias("no todo lo que silba es asma" era la frase). Todas deben ser consideradas reacciones vitales. La fisiopatología de las consecuencias de cuerpos extraños en la luz de las vías respiratorias también es variable, en función del nivel, del número de cuerpos y de si la obstrucción es parcial (mecanismo de válvula) o total. Mullan y Vey (2011) publicaron el caso de la muerte del conductor de un camión que transportaba un acoplado con aceite de parafina que volcó en un día de intenso frío. El hombre quedó en el lago de parafina formado tras el derrame sin poder incorporarse a raíz de un trauma de cráneo que probablemente le provocó una pérdida de conocimiento. El grado de oclusión generado por la parafina solidificada es comparable al de nuestro caso.

En la dificultosa búsqueda de casos destaca, por la similitud, un artículo de Bonilla-Santiago (1978) que describe el caso de un hombre de 23 años que se ahogó cuando el oleaje alto rompía en la playa de arena y, durante la autopsia, se observó en la radiología una marcada opacidad del árbol traqueo- bronquial desde la laringe hasta la parte más distal de los bronquios. Esta imagen fue corroborada con la apertura de la vía aérea, que mostró la obstrucción masiva y completa del árbol tráqueo- bronquial con arena. Madea (2020) halló, también, evidencias de una aspiración de granos observables en tráquea y bronquios.

Conclusiones

En el contexto de la pandemia por COVID-19, muchas prácticas que eran cotidianas se han visto modificadas y aún erradicadas en función de disminuir los peligros de la afección (Dijkhuizen et al. 2020). Algunos de estos cambios resultaron ser altamente convenientes y han demostrado que su continuidad es aconsejable por las mejoras que se produjeron en bioseguridad. Otros como la realización de una autopsia mínima y dirigida, o la constatación de lesiones externas para establecer la causa de la muerte, o las virtopsias, no son recomendables pues en casos como el presentado nos harían confundir en la causa de la muerte.

El aprendizaje del caso presentado es que en esta autopsia, si bien tanto en el examen externo como en el radiológico se hallaron las lesiones propias de las caídas de altura, la causa de muerte resulta en principio contra-fáctica, lo cual refuerza la utilidad de la autopsia médico-legal completa, metódica, sistemática e ilustrada, como una de las formas más eficientes para conocer la causa y el modo de la muerte, práctica que, a diferencia de aquellas que la pandemia instaló como usos y costumbres que llegaron para establecerse, debería ser rápidamente retomada conforme avanzan los conocimientos de la seguridad del manejo de cuerpos y la instauración de las adecuaciones en bio-seguridad de las salas.

Referencias Bibliográficas

- Asil H, Özdemir C, Üzün I, Kar H, Gülmen M. (2013). Aspiration Deaths among Adults in Istanbul. *Adli Tip Bülteni*. Cilt 19 Sayı 1.
- Abelairas-Gómez C, Tipton MJ, González-Salvado V, Bierens J.L. (2019). El ahogamiento: epidemiología, prevención, fisiopatología, reanimación de la víctima ahogada y tratamiento hospitalario. *Emergencias*;31:270-280
- Bonilla-Santiago J, Fill WL. (1978). Sand Aspiration in Drowning and Near Drowning. *Radiology* 128:301-302, August.
- Bustos C. (2014). Aspectos Forenses de las Caídas de Altura. Cuadernos de Medicina Forense de Argentina. Año 4. N°1.
- Dijkhuizen L.G.M, Gelderman H.T, Duijst W.L.J.M. (2020). Review: The safe handling of a corpse (suspected) with COVID-19. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 73 101999.
- Finegan O, Fonseca S, Guyomarc'h P, et al. (2020). International Committee of the Red Cross (ICRC): General guidance for the management of the dead related to COVID-19. *Forensic Sci Int Sinergy*;2:129-137.
- González-Arnay E, Martín-Olivera R, Quintero-Quintero Y.C, (2020). Proposal for a harmonized protocol for COVID-19 screening and necropsy in forensic sciences facilities. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 76. 102067.
- Jackson C. (1936). *Diseases of the air and food passages of foreign body origin*. Philadelphia: W.B Saunders.
- Jukovic F, Marejic S. (2019). Fatal Aspiration of grain corn-case report. *Praxis Medica*; 48(1) 45-48.
- Killian G. (1989). Meeting of the Society of Physician of Freiburg. Dec 17, 1897. *Münch Med Wochenschr*; 45:378.
- Madea B. (2020). *Asphyxiation, Suffocation, and Neck Pressure Deaths*. CRC Press, M07 7.
- Mullan TM, Vey EL. (2011). Unique drowning in an atypical medium: paraffin wax in the setting of a motor vehicle crash- case report and literature survey. *Forensic Sci Med Pathol* 7:198-208.
- Poder Judicial de Neuquén. (2020). Protocolo Actuación del Cuerpo Médico Forense para la prevención de enfermedades virales (COVID-19). 3° Actualización.. <https://cdn.jusneuquen.gov.ar/superintendencia/Protocolo%20Actuaci%C3%B3n%20CMF%20Pandemia%20COVID19%20y%20Anexos.pdf>
- Sauvageau A., Boghossian E. (2010). Classification of Asphyxia: The Need for Standardization. *J Forensic Sci*, September, Vol 55, No. 5.1259-1267.
- Sociedad Española de Patología Forense (SEPAF) (2020). Recomendaciones para la actuación Médico Forense en el levantamiento del cadáver y autopsias médico-legales ante la situación de pandemia generada por el COVID-19. Versión 1.1.
- Sperhake JP. (2020). Autopsies of COVID-19 deceased? Absolutely!. *Leg Med (Tokyo)*;47:101769.
- Vanhaebost J., Michaud K. 2012. Heart Weight Calculator. App del Centre Universitaire Romand de Médecine Légale. Versión 0.9.
- Wales John, Jackimczyk K, Rosen P. Aspiration Following a Cave-in. *Ann Emerg Med* 12:99-101, February 1983.
- Yekhalov V., Khobotova N. 2015. Chapter "Medical Sciences". *Obturbative asphyxia*. [Doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7_47](https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7_47).



Programa Nacional de
**CIENCIA
Y JUSTICIA**

conicet.gov.ar

[f](#) [X](#) [@](#) [v](#) [in](#) [☁](#) /CONICETDialoga