

Autorización para el Uso Forense del NOMAD™ en Argentina. Criterios de Validación Científica

Authorization for the Forensic Use of NOMAD™ in Argentina. Scientific Validation Criteria

Recibido: 26/04/2024

Aceptado: 24/06/2024

Briem Stamm AD^{1,2}, Müller AS²

1 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Odontología Legal, Forense e Historia de la Odontología. Buenos Aires, Argentina.

2 Gendarmería Nacional Argentina. Dirección de Criminalística y Estudios Forenses. Buenos Aires, Argentina.

Cita (APA)

Briem Stamm, A. D., y Müller, A. S. (2024). Autorización para el uso forense del nomad en argentina: criterios de validación científica. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 39(92), 33-39. <https://doi.org/10.62172/revfouba.n92.a216>

RESUMEN

Los dispositivos portátiles de rayos X se utilizan cada vez con mayor asiduidad para la atención odontológica. Su aplicación introdujo nuevos desafíos inherentes a la seguridad del operador y del paciente, obligando a continuas evaluaciones tendientes a minimizar potenciales riesgos. En la República Argentina, la Ley 17.557 regula el uso para todo tipo de equipos generadores de rayos X, trabajándose actualmente en una normativa específica sobre las unidades dentales portátiles como el NOMAD™. Las principales dudas vinculadas a dicha tecnología residen en los niveles de radiación de fuga y dispersión emanada a través de los blindajes y estructuras plomadas del tubo de rayos X, además del control de la retro dispersión que atraviesa el escudo protector de acrílico plomado adaptado en el extremo final del tubo localizador. Ello podría incidir en la variabilidad de los tiempos de exposición, el peso del equipo, la protección del operador y de terceras personas, además de condiciones no controladas del ambiente laboral, atentando contra el principio ALARA, es decir “tan bajo como sea razonablemente alcanzable”. En virtud de lo expresado, y mediante un pormenorizado análisis técnico-científico realizado en la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires y en el Centro Asistencial “Buenos Aires” de Gendarmería Nacional, desde el Área Técnica Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación se determinó que el empleo de dispositivos portátiles de rayos X como el NOMAD™ sea contextualizado exclusivamente a eventos periciales sobre cadáveres y restos óseos, respetando las normas de seguridad y protección emanadas por la legislación vigente.

Palabras clave: Rayos X, odontología forense, unidad radiográfica dental portátil, radio-protección.

ABSTRACT

Portable x-ray devices are increasingly used for dental care. Its application introduced new challenges inherent to operator and patient safety, forcing continuous evaluations aimed at minimizing

potential risks. In the Argentine Republic, Law 17,557 regulates the use of all types of X-ray generating equipment. Currently, work is being done on specific regulations for the use of portable dental units such as the NOMAD™. The main doubts linked to this technology reside in the levels of leakage and dispersion of the radiation emanated through the shielding and leaded structures of the X-ray tube, in addition to the control of the backscatter that passes through the leaded acrylic protective shield adapted to the end. leaded end of the locator tube. This could affect the variability of exposure times, the weight of the equipment, the protection of the operator and third parties, in addition to the uncontrolled conditions of the work environment, violating the ALARA principle, that is, “as low as reasonably achievable.” By virtue of what has been expressed, and after a detailed technical-scientific analysis carried out at the Faculty of Dentistry of the University of Buenos Aires and at the “Buenos Aires” Assistance Center of the National Gendarmerie, from the Radiophysical Health Technical Area of the Ministry of Health of the Nation, it was determined that the use of portable devices, such as the NOMAD™, should be exclusively contextualized to expert events on corpses and bone remains, respecting the safety and protection standards emanated by current legislation.

Keywords: X-ray, forensic odontology, portable dental radiographic unit, radio- protection.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso de dispositivos radiográficos portátiles que funcionan con baterías ha representado una estrategia válida para la atención odontológica (Pittayapat et al., 2010; Cho y Han, 2012; Shahin et al., 2013; Nitschke et al., 2021). Su aplicación se ha direccionado a personas discapacitadas, geriatría, misiones humanitarias y contextos forenses, entre otros (Goren et al., 2008; Essig, 2009; Briem Stamm y Müller, 2019). Diferentes marcas y diseños aparecen como alternativas, reemplazando en los consultorios a los habituales equipos de pared o semi-móviles, diferenciándose sustancialmente de éstos en que el operador debe sostener la unidad portátil al momento de la toma radiográfica, requiriendo, por ende, de medidas de protección que posibiliten atenuar el deletéreo efecto de la radiación ionizante. En tal sentido, los equipos más modernos suelen tener una menor tasa de dosis de salida, intensidad de la corriente, forma de onda, filtración y longitud del cono, que los aparatos tradicionales. Empero, en los diferentes países que los han adoptado, todavía existe manifiesta disparidad en cuanto a regulaciones específicas que estandaricen su funcionamiento (US Department of Health and Human Services; Food and Drug Administration, 2008; Lee et al., 2013; European Commission, 2014; Berkhout et al., 2015; Gulson y Holroyd, 2016). En la República Argentina, la Resolución 427/2001 describe las consideraciones

técnicas que deberán cumplimentarse para gestionar la habilitación de unidades móviles con equipamiento radiológico instalado y sus vehículos de traslado, aunque no se ha normado puntualmente lo atinente al empleo de tecnología radiológica odontológica portátil (Resolución 427, 2001).

El equipo radiográfico dental portátil NOMAD™ (Aribex, 2013; Meditech, 2024) (Figura 1) es inalámbrico, con batería recargable de níquel-cadmio de 14,4 V que empaqueta y proporciona más de 100–700 exposiciones en una carga única. Tiene un peso de 8 libras (aproximadamente 3,6 Kg), un blindaje interno de plomo y un protector de retro dispersión externa de acrílico plomado. En relación al encendido, existe una función de “habilitar” para efectuar el disparo, minimizando el riesgo de exposición involuntaria, además de la función de apagado automático (Figura 2). El NOMAD™ usa corriente continua, opera con

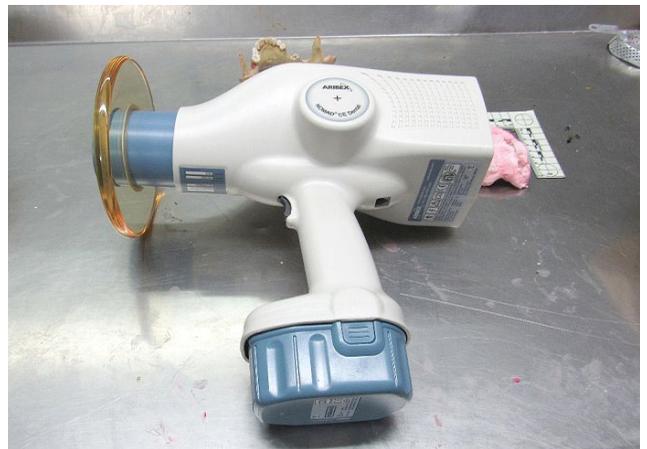


FIGURA 1. Equipo radiográfico dental portátil NOMAD™. Fuente: Los autores.



FIGURA 2. Menú digital de control del NOMAD™. Fuente: Los autores.

una técnica radiográfica fija de 60 kV, 2.3 mA y 0,45 segundos de exposición y tiene un punto o mancha focal de 0.4 mm con una distancia de la fuente a la piel de 20 cm (Turner et al., 2005, Briem Stamm et al., 2021).

En el año 2019, la Cátedra de Diagnóstico por Imágenes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires (FOUBA) reunió a autoridades del Área Técnica Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación y a profesionales de Gendarmería Nacional a los efectos de realizar pruebas de calibrado y medición de los niveles de radiación recibida por el operador a través de la dispersión sobre un paciente simulado (fantoma antropométrico de estudio dental), además de la fuga del tubo de rayos X, constatando, asimismo, la capacidad de blindaje para la retrodispersión de rayos X que aporta el escudo protector de acrílico plomado del NOMAD™ adaptado en el extremo final del localizador plomado. El análisis de los resultados obtenidos permitió considerar la posibilidad de determinar parámetros asequibles a su posible aplicación en ámbitos forenses en el Territorio Nacional (Briem Stamm et al., 2021). En aquel momento se expusieron los resultados de las pruebas empíricas consustanciadas en la Cátedra de Diagnóstico por Imágenes de la FOUBA, que, si bien resultaron positivas, no alcanzaron para que las autoridades del Área Técnica Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación otorgue la pertinente autorización para su uso en la República Argentina, quedando pendientes nuevos estudios. El presente artículo representa una continuación respecto del trabajo realizado por Briem Stamm et al., 2021.

Es dable considerar que, a raíz de las vicisitudes de la pandemia por el COVID-19, la sustanciación de nuevas pruebas sobre el NOMAD™ recién se pudo materializar en el año 2022, esta vez en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Centro Asistencial “Buenos Aires” (CENASIS) de Gendarmería Nacional Argentina, arribando nuevamente a certeras conclusiones que originaron una autorización provisoria de la autoridad competente para su exclusivo uso en pericias forenses sobre cadáveres y/o restos óseos. El objetivo del presente reporte es analizar los criterios técnico-científicos que han validado la utilización del equipo radiográfico dental portátil NOMAD™ en la República Argentina, poniendo énfasis en las medidas de seguridad para el operador y personal auxiliar interviniente, su injerencia en procesos de identificación humana y la necesidad de gestionar y formular una regulación a nivel nacional para el uso de este tipo de tecnología inalámbrica.

LA LEGISLACIÓN VIGENTE

Los requisitos de seguridad de los aparatos radiográficos portátiles no difieren de los destinados a otros sistemas de rayos X dentales intraorales (Charlton, 2009; Nitschke et al., 2021). En la República Argentina rige el Decreto 6320/68, reglamentario de la Ley 17.557 “Normas relativas a la instalación y

funcionamiento de equipos generadores de rayos X” (Decreto 6320, 1968), además de encontrarse vigentes las Normas Básicas de Seguridad Radiosanitaria, establecidas por Resolución 2680/68 y sus modificatorias, Resolución 273/86 y Disposición 30/91 (Superintendencia de Riesgos de Trabajo, 2018), que actualiza los límites de dosis. El Manual de buenas prácticas para aquellas Tecnologías Radiológicas/Radiodiagnóstico, publicado por la Superintendencia de Riesgos de Trabajo del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social en el año 2018, establece que los principios de protección y seguridad radiológicas en que se sustentan las Normas Nacionales, son los dictaminados por el Grupo Internacional de Seguridad Nuclear (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1997) y la Comisión Internacional de Protección Radiológica (International Commission on Radiological Protection-ICRP-, 2007). Para los equipos con generadores de rayos X, la normativa está regulada por el Ministerio de Salud de la Nación, a través de su Dirección Nacional de Habilitación, Fiscalización y Sanidad de Fronteras–Área Técnica Radiofísica Sanitaria–, como así también por todas las Direcciones o Áreas de Radiofísica Sanitaria provinciales. Pese a lo estipulado en la ya mencionada Resolución 427/2001 (unidades móviles con equipamiento radiológico instalado y vehículos de traslado) [Resolución 427, 2001], todavía está pendiente una normativa que regule el empleo de unidades radiográficas dentales portátiles, trabajándose actualmente en su sustanciación.

NORMAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

Se ha definido a la dosimetría personal o individual como la estimación de la dosis equivalente (profunda “Hp (10)” (10 mm) y superficial “Hp (0,07)” (0,07 mm) que recibe un trabajador profesionalmente expuesto, obtenida a través de la lectura del dosímetro asignado y transportado por él durante toda su exposición laboral. La Ley 17.557, en consonancia con las recomendaciones internacionales, ha establecido como límite de exposición 20 mSv/año (promedio en un período de 5 años), no pudiéndose superar los 50 mSv en cada año y, de acuerdo a las restricciones de limitación de dosis, los trabajadores no deben exponerse a una dosis efectiva anual superior a 6 mSv (Ley 17.557, 1967). Ello implica que la utilización de recursos imagenológicos portátiles debería garantizar la inexistencia de riesgos adicionales para el operador, el paciente o un tercero.

EL EQUIPO RADIOGRÁFICO DENTAL PORTÁTIL NOMAD™

Los estudios empíricos cumplimentados en la República Argentina vinculados al NOMAD™ sopesaron los niveles de exposición dispersadas utilizando un detector tipo Geiger-Müller y una cámara de ionización con respuesta en el rango de energías aportadas en diagnóstico por imágenes para la medición de la exposición directa y determinación posterior de



FIGURA 3. Fantoma antropométrico de estudio odontológico.
Fuente: Los autores.



FIGURA 4. Sostén manual del NOMAD™.
Fuente: Los autores.

las dosis (Briem Stamm et al., 2021). Sobre el fantoma para diagnóstico odontológico (Figura 3) se evaluó la radiación emitida en diferentes angulaciones, reproduciendo posturas corporales de odontólogos, radiólogos y pacientes. La retrodispersión en el cristalino del ojo del operador fue significativamente menor cuando el fantoma estaba acostado, en tanto que a nivel de las gónadas resultó más baja con el cuerpo sentado. La tasa de dosis máxima de radiación dispersa que impactó en los operadores fue de 350.8 micro Sieverts por hora ($\mu\text{Sv/h}$), en la zona de gónadas, por cada radiografía tomada sin el uso del delantal de goma plomada, reduciéndose a 4.38 micro Sieverts por hora ($\mu\text{Sv/h}$) al utilizarlo. En relación al tiempo de exposición, potencial del tubo, calidad y linealidad de las exposiciones y dosis medidas, realizadas en reiteración y promediadas, demostró que el NOMAD™ exhibió reproducibilidad aceptable de todos los factores analizados. Asimismo, al utilizar los elementos de protección individual (delantal de goma plomada típico 0,4 mm Pb equivalente) y seleccionando zonas de exclusión puntuales, estrictamente en el momento de la exposición, de 4 metros alrededor del punto irradiación, se cumplió satisfactoriamente con el principio ALARA, es decir, mantener las dosis tan bajo como sea razonablemente alcanzable (McGiff et al., 2012; Centers for Disease Control and Prevention, 2024).

En julio del año 2022 se revalidaron y actualizaron los datos oportunamente obtenidos, concluyendo las autoridades del Ministerio de Salud de la Nación a través de un Acta de Inspección que, a pesar de que la unidad es sostenida manualmente (Figura 4), se autorizó el uso forense del NOMAD™ en virtud de que el escudo de acrílico reduce ostensiblemente la dispersión hacia el operador. En este punto, se especificaron mediciones por disparo sobre el fantoma antropométrico de estudio dental a 60 kv, 0,6 segundos,

oscilando el espectro de medición a 5 metros, con exposición de 0,4 micro Sieverts por hora ($\mu\text{Sv/h}$), y a 8 metros, con exposición de 0,1 micro Sieverts por hora ($\mu\text{Sv/h}$). Por lo expuesto, para su uso especial en terreno forense, se indicó contemplar como mínimo una zona libre de 5 metros en el rango de disparo, no obstante, lo ideal sería extenderla a 10 metros. El operador del equipo debe usar siempre el delantal de goma plomado.

APLICACIÓN FORENSE

Se ha puesto énfasis en la versatilidad demostrada por los dispositivos radiográficos portátiles en contextos forenses, fundamentalmente en accidentes con víctimas múltiples y/o catástrofes donde la identificación de las personas se efectiviza en morgues temporales acondicionadas en el sitio de la tragedia, muchas veces en terrenos agrestes alejados de zonas urbanizadas, donde lógicamente no se dispone de recursos radiográficos convencionales (Wood y Kogon, 2010; Cho y Han, 2012; Berkhout et al., 2015; Gulson y Holroyd, 2016; Briem Stamm y Müller, 2019; Interpol, 2024). En tales entornos, por lo general hay ausencia del suministro eléctrico o el fluido del mismo se encuentra muy inestable, pudiendo generar severos daños en los equipos de rayos X tradicionales por sus fluctuaciones e intermitencias, asumiendo entonces las unidades móviles con baterías un rol preponderante (Hermsen et al, 2008; Danforth et al., 2009; Aribex, 2011; Nuzzolese y Di Vella, 2012; Iwawaki et al., 2018).

DISCUSIÓN

En consonancia con lo regulado por la Academia Europea de Radiación Dento-Máxilo-Facial (EADMFR) [Berkhout et al., 2015], el área Técnica Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación sugiere que la recepción de las imágenes captadas por



FIGURA 5. Película radiográfica analógica de ultra velocidad.
Fuente: Los autores.

unidades radiográficas odontológicas móviles alimentadas por baterías como el NOMAD™ se efectivice a través de películas con velocidades designadas como “E” o idealmente “F” o, mejor aún, mediante una imagen digital proporcionada por el radiovisiógrafo, es decir una placa o sensor de carbono que, además, propende a agilizar la obtención de la misma, reduciendo las dosis requeridas y otorgando una mayor celeridad en ámbitos de identificación humana. A tal efecto, la Dirección de Criminalística y Estudios Forenses de Gendarmería Nacional se encuentra en gestiones administrativas para obtener dicho equipamiento a los efectos de evitar el uso de películas analógicas (Figura 5) que demandan el uso de líquidos para el revelado y fijado de las imágenes obtenidas por el NOMAD™. Asimismo, se ha advertido a nivel internacional que, en relación al tiempo de exposición, a diferencia de un equipo de rayos X estándar, las unidades inalámbricas requieren de mayor cantidad de tiempo, por lo que, cuando su aplicación insuma un lapso superior a 1 segundo de exposición con tubos de baja corriente, nunca deberían usarse en pacientes en razón de defectos de imagen originados por eventuales movimientos del sujeto irradiado o del operador (Nitschke et al., 2021). Ello obligaría a repetir la operación, causando exposiciones innecesarias (Berkhout et al., 2015), problemática que, en ámbitos periciales sobre material óseo o cadavérico, se minimizaría ostensiblemente.

Otro aspecto a tener en cuenta reside en que las baterías deberían cargarse diariamente en virtud de que si el equipo se utilizara reiteradamente se produciría una merma energética, atentando contra la calidad de la emisión a través del tubo y perjudicando la calidad de la imagen, además de atenuar los umbrales de seguridad. En aplicaciones forenses, excepto en situaciones puntuales de un gran número de víctimas múltiples, los niveles de irradiación se reducen

notoriamente. Se vuelve imperioso que el dispositivo indique claramente cuando hay un menoscabo en la potencia de su batería, la intensidad de la corriente del tubo o si el funcionamiento general se halla por debajo de los niveles previstos. También resulta importante considerar que, si bien generalmente los equipos móviles son livianos (2,2 kg a 5,0 kg), el hecho de ser sostenidos por el operador al momento de activar la exposición ionizante podría redundar en algún movimiento involuntario que altere la calidad de la toma. Se ha aconsejado el empleo de un trípode para reducir el margen de error o aumentar la distancia del operador al interruptor de exposición mediante un cable (Berkhout et al., 2015).

CONCLUSIONES

En virtud de los valores obtenidos con el uso del NOMAD™ en las diferentes pruebas monitoreadas por los expertos del área Técnica Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación, es altamente probable que las exposiciones anuales estimadas para el operador en contextos de atención clínica sobre pacientes sean mayores que las originadas por los dispositivos convencionales semi-móviles. Por lo tanto, el equipo radiográfico dental portátil NOMAD™ solo está validado por la autoridad competente para utilizarlo en contextos periciales sobre cadáveres y/o restos óseos donde las potenciales intervenciones se minimizan considerablemente. Este enfoque propende a mantener tan baja como sea razonablemente posible la exposición ocupacional de los odontólogos y radiólogos forenses involucrados, cumpliendo con el imprescindible principio ALARA.

REFERENCIAS

- Aribex Inc. (2011). Aribex and IDENS donate 15 victim I.D. kits for Japan. Handheld X-ray Technology will help identify earthquake and tsunami victims [en línea]. <https://www.prnewswire.com/news-releases/aribex-and-idens-donate-15-victim-id-kits-for-japan-119248904.html>
- Aribex Inc. (2013). NOMAD Pro 2 Handheld X-ray system for intraoral radiographic imaging: operator manual [en línea]. https://archive.org/details/manual_Aribex_Nomad_Pro2_X-Ray_Operator_Manual
- Berkhout, W. E., Suomalainen, A., Brüllmann, D., Jacobs, R., Horner, K., y Stamatakis, H. C. (2015). Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology (EADMFR). *Dento Maxillo Facial Radiology*, 44(6), 20140343. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140343>

- Briem Stamm, A. D., y Müller, A. S. (2019). Aplicación de tecnología radiográfica portátil en la identificación odontológica forense. *Ciencia y Seguridad*, 1(1), 152.
- Briem Stamm, A. D., La Pasta, A. A., Müller, A. S., Rolón Lara, M. C., Pujol, M. H., y Vázquez, D. J. (2021). Aplicación forense de tecnología radiográfica dental portátil en argentina: estado actual y perspectivas futuras. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 36(82), 49–55. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/78>
- Centers for Disease Control and Prevention (2024). *Guidelines for ALARA: As Low As Reasonably Achievable* [en línea]. <https://www.cdc.gov/radiation-health/safety/alara.html>
- Charlton D. G. (2009). Portable dental equipment: dental units and x-ray equipment. *General Dentistry*, 57(4), 336–341.
- Cho, J. Y., y Han, W. J. (2012). The reduction methods of operator's radiation dose for portable dental X-ray machines. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 37(3), 160–164. <https://doi.org/10.5395/rde.2012.37.3.160>
- Danforth, R. A., Herschaft, E. E., y Leonowich, J. A. (2009). Operator exposure to scatter radiation from a portable hand-held dental radiation emitting device (Aribex NOMAD) while making 915 intraoral dental radiographs. *Journal of Forensic Sciences*, 54(2), 415–421. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00960.x>
- Decreto 6320. (1968). Poder Ejecutivo Nacional, Argentina. Normas para la instalación y utilización de equipos de rayos X. Reglamentación de la Ley 17557. Publicado en el Boletín Oficial Nacional, 30 de octubre de 1968. <http://www.msal.gob.ar/dlsn/categorias/salud-publica/regulacion-y-fiscalizacion/decreto-63201968>
- Essig S. L. (2009). New York moves to facilitate the use of hand-held X-ray devices. *The New York State Dental Journal*, 75(4), 57.
- European Commission. (2014). *European guidelines on medical physics expert. Radiation protection no. 174*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/18393>
- Goren, A. D., Bonvento, M., Biernacki, J., y Colosi, D. C. (2008). Radiation exposure with the NOMAD portable X-ray system. *Dento Maxillo Facial Radiology*, 37(2), 109–112. <https://doi.org/10.1259/dmfr/33303181>
- Gulson, A. D., y Holroyd, J. R. (2016). *Guidance on the safe use of hand-held dental X-ray equipment*. PHE, Public Health England, Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards. <https://www.gov.uk/government/publications/hand-held-dental-x-ray-equipment-guidance-on-safe-use>
- Hermesen, K. P., Jaeger, S. S., y Jaeger, M. A. (2008). Radiation safety for the NOMAD portable X-ray system in a temporary morgue setting. *Journal of Forensic Sciences*, 53(4), 917–921. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00766.x>
- International Commission on Radiological Protection. (2007). The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Annals of the ICRP*, 37(2–4). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>
- Iwawaki, A., Otaka, Y., Asami, R., Ozawa, T., Izawa, M., y Saka, H. (2018). The study of protection of operators and surrounding workers at the time of using portable intraoral X-ray unit. *Legal Medicine (Tokyo, Japan)*, 33, 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2018.05.007>
- Lee, B., Lee, J., Kang, S., Cho, H., Shin, G., Lee, J. W., y Choi, J. (2013). Calculation of patient effective dose and scattered dose for dental mobile fluoroscopic equipment: application of the Monte Carlo simulation. *Radiation Protection Dosimetry*, 153(1), 80–84. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncs082>
- Ley 17557. (1967). Poder Ejecutivo Nacional, Argentina. Equipos de Rayos X - Normas para la instalación y utilización de equipos. Publicada en el Boletín Oficial, 05 de diciembre de 1967. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/65000-69999/67000/norma.h>
- McGiff, T. J., Danforth, R. A., y Herschaft, E. E. (2012). Maintaining radiation exposures as low as reasonably achievable (ALARA) for dental personnel operating portable hand-held x-ray equipment. *Health Physics*, 103(2 Suppl 2), S179–S185. <https://doi.org/10.1097/HP.0b013e318259fa29>
- Meditech (2024). *Sistema de imágenes odontológicas. KaVo Nomad Pro 2*. <https://meditech-hi.com/productos/kavo-nomad-pro/>
- Nitschke, J., Schorn, L., Holtmann, H., Zeller, U., Handschel, J., Sonntag, D., y Lommen, J. (2021). Image quality of a portable X-ray device (Nomad Pro 2) compared to a wall-mounted device in intraoral radiography. *Oral Radiology*, 37(2), 224–230. <https://doi.org/10.1007/s11282-020-00434-1>

Nuzzolese, E., y Di Vella, G. (2012). Digital radiological research in forensic dental investigation: case studies. *Minerva Stomatologica*, 61(4), 165–173. <http://www.minervamedica.it/index2.t?show=R18Y2012N04A0165>

Organismo Internacional de Energía Atómica (1997). Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. Seguridad, 115. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154389.pdf

Organización Internacional de Policía Criminal, INTERPOL. (2024). Identificación de víctimas de catástrofes. <https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia-cientifica/Identificacion-de-Victimas-de-Catastrofes-IVC>

Pittayapat, P., Oliveira-Santos, C., Thevissen, P., Michielsen, K., Bergans, N., Willems, G., Debruyckere, D., y Jacobs, R. (2010). Image quality assessment and medical physics evaluation of different portable dental X-ray units. *Forensic Science International*, 201(1-3), 112–117. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.04.041>

Resolución 427. (2001). Ministerio de Salud, Argentina. Unidades con equipamiento radiológico. Especificaciones técnicas. Publicada en el Boletín Oficial, 11 de mayo de 2001. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-427-2001-66970>

Shahin, K. A., Chatra, L. y Shenai, P. (2013). Dental and craniofacial imaging in forensics. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 1(2), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2012.12.001>

Superintendencia de Riesgos de Trabajo. (2018). Manual de buenas prácticas. Tecnologías Radiológicas / Radiodiagnóstico. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Argentina. https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2018/06/MBP_Radiodiagnostico_2018.pdf

Turner, D. C., Kloos, D. K. y Morton, R. (2005). *Radiation safety characteristics of the NOMAD portable x-ray system* [en línea]. http://www.ashteldental.com/site/files/nomad_radiation_report.pdf

US Department of Health and Human Services; Food and Drug Administration. Centre for Devices and Radiological Health (2008). *Guidance for industry and FDA staff radiation safety considerations for X-Ray equipment designed for hand-held use*. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/radiation-safety-considerations-x-ray-equipment-designed-hand-held-use>

Wood, R. E., y Kogon, S. L. (2010). Dental radiology considerations in DVI incidents: a review. *Forensic Science International*, 201(1-3), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.04.018>

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente al Licenciado Alejandro Amadeo La Pasta, experto del Área Técnica Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación, por su invaluable colaboración y asesoramiento.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Dirección para correspondencia

Cátedra de Odontología Legal, Forense e Historia de la Odontología
Facultad de Odontología
Universidad de Buenos Aires
Marcelo T de Alvear 2142, Piso 16° A
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH
alan.briem@odontologia.uba.ar

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0

