

## **Consideraciones teóricas sobre la radiografía digital como medio diagnóstico**

Theoretical considerations on digital radiography as a diagnostic mean

Fernando Machado Acuña<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1416-5725>

Roberto Salas Blanco<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2897-8126>

Beatriz Elena Rivero Pons<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3414-9420>

<sup>1</sup>Facultad de Enfermería-Tecnología de la Salud, Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>2</sup>Hospital Docente Infantil Sur Dr. Antonio María Béguez César. Santiago de Cuba, Cuba.

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [robertosalasb@infomed.sld.cu](mailto:robertosalasb@infomed.sld.cu)

### **RESUMEN**

Durante las últimas décadas el proceso de obtención de imágenes médicas digitales ha avanzado tecnológicamente, de tal modo que estas se han vuelto indispensables en el reconocimiento de numerosas enfermedades y en la aplicación de diferentes terapéuticas; sin embargo, la implementación de la radiología digital constituye un reto para los profesionales de esta rama que no posean una completa preparación, por lo que es necesario desarrollar estrategias coherentes para facilitar su uso. En este trabajo se ofrecen algunas consideraciones teóricas sobre la radiografía digital como medio diagnóstico, lo cual supone un cambio en el ejercicio de los profesionales de esta especialidad, quienes requieren actualizar sus conocimientos en relación con esta técnica, con el fin de perfeccionar su desempeño y establecer diagnósticos certeros que conduzcan a tratamientos eficaces, y así lograr el bienestar y la calidad de vida de la población.

**Palabras clave:** imagen radiográfica; radiología digital; medio diagnóstico.

**ABSTRACT**

During the last decades the process of obtaining digital medical images has advanced technologically, in such a way that they have become indispensable in the recognition of numerous diseases and in the application of different treatments; however, the implementation of digital radiography constitutes a challenge for professionals in this branch who do not have a complete training, so it is necessary to develop coherent strategies to facilitate its use. This paper offers some theoretical considerations about digital radiography as a diagnostic means, which implies a change in the practice of professionals in this specialty, who need to update their knowledge in relation to this technique, in order to get better their performance and establish accurate diagnoses that lead to effective treatments, and thus achieve the welfare and quality of life in the population.

**Keywords:** radiographic image; digital radiography; diagnostic means.

Recibido: 30/01/2023

Aprobado: 18/05/2023

## Introducción

Desde la antigüedad nuestros antepasados intentaron interpretar el mundo y sus fenómenos a través de la lógica y el sentido común. En la actualidad el hombre emplea distintas fuentes de conocimiento, como la experiencia, el razonamiento —ya sea deductivo o inductivo— y, naturalmente, la investigación como actividad sistematizada, ordenada, programable y profesional, sobre todo desde la aparición de la ciencia moderna en el siglo XVII.<sup>(1)</sup>

En las últimas décadas, el extraordinario avance de las diferentes tecnologías y su introducción en los sectores de la sociedad han originado la “era del conocimiento”, que es el sustento de un mundo globalizado, el cual exige una alta preparación académica y laboral, una capacitación constante y la vinculación entre los profesionales de diferentes disciplinas. Resulta imprescindible situar el conocimiento, la ciencia y la tecnología en lugares prominentes de la escala del saber en todas las profesiones y los oficios.

El apóstol José Martí, al admirar los adelantos de la ciencia de su época, expresó: “¿Para qué, sino para poner paz entre los hombres, han de ser los adelantos de la ciencia?”. La orientación dialéctica de este pensamiento se relaciona, sin violentarse, con los logros científico-técnicos actuales. En Cuba el triunfo de la Revolución marcó el inicio de los cambios acontecidos en todas las esferas de la actividad humana.

En ese sentido, en el Primer Congreso Comunista se pronunció: “(...) Formar las nuevas generaciones y a todo el pueblo en la concepción científica del mundo, es decir, la del materialismo dialéctico e histórico; desarrollar en toda su plenitud humana las capacidades intelectuales, físicas y espirituales del individuo y fomentar en él elevados sentimientos y gusto estético; convertir los principios ideopolíticos en convicciones personales y hábitos de conducta diaria(...).<sup>(2)</sup> Así, quedó aprobada la política educacional, en la cual se marca la historia del pueblo cubano por el carácter masivo de las oportunidades de estudio.

Las transformaciones en el sistema educacional responden esencialmente a la necesidad del propio desarrollo revolucionario en Cuba y el mundo.<sup>(3)</sup> El camino hacia la excelencia universitaria pasa por el perfeccionamiento de los procesos docente-educativo y de investigación científica, de manera que estos conduzcan a la elevación de la calidad de vida de la sociedad mediante la formación permanente y continuada de los egresados.<sup>(4)</sup>

En particular, la Universidad de Ciencias Médicas cubana se encarga de la formación de recursos humanos competentes para su desempeño laboral en el Sistema Nacional de Salud, cuyo eje metodológico para la gestión de la calidad de los servicios lo constituye el proceso docente-educativo.<sup>(3)</sup> La carrera de Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica tiene como objetivo fundamental formar un profesional de perfil amplio, preparado para desarrollarse en el equipo multidisciplinario de salud en los tres niveles de atención. Su diseño posee un enfoque sistémico y responde a las necesidades sociales existentes en el país, los avances científico-técnicos y las particularidades de la profesión.<sup>(2)</sup>

La radiología, incluidas las nuevas formas de obtener imágenes para el diagnóstico y la guía de procedimientos terapéuticos, es una de las especialidades que más se ha desarrollado a través de la historia de las ciencias médicas, de tal modo, que en la actualidad se ha vuelto indispensable en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes; pero en el ambiente rápidamente cambiante y de crítica social abierta en

el que tienen lugar los procedimientos sanitarios, será necesario desarrollar estrategias coherentes para enfrentar los muchos problemas de la medicina como un todo, y esta rama en particular debe proyectarse y adaptarse a los requerimientos futuros de la población.<sup>(5,6)</sup>

Los sistemas de radiología convencional funcionan de forma favorable desde su descubrimiento hasta hoy día, aportando imágenes con una adecuada calidad diagnóstica. Sin embargo, las limitaciones relacionadas con el almacenamiento, la recuperación y la posible pérdida de datos, además de las iniciativas comerciales y opiniones científicas, propiciaron la transición hacia los sistemas digitales.<sup>(7)</sup>

Esta especialidad es una de las más crecientes e innovadoras. Se debe considerar a la radiografía digital como uno de los mayores avances tecnológicos en los sistemas de imágenes entre las diferentes modalidades diagnósticas. Esto es resultado fundamentalmente, de la necesidad imperante en la población y de la relación con las otras ramas de la medicina, que ameritan diagnósticos certeros para tomar las mejores decisiones de forma rápida y aprovechar todas las herramientas que esta brinda.

Sobre la base de los planteamientos que preceden, y desde un enfoque pedagógico, se expone la influencia de la ciencia y la actividad del individuo en los objetivos y las perspectivas del proyecto social cubano, el mismo posee una responsabilidad personal significativa, que logrará en la medida en que se proyecte adecuadamente en esta esfera. El objetivo de esta investigación es describir algunas consideraciones teóricas de la radiografía digital como medio diagnóstico.

## **Desarrollo**

### **Historia de la radiología convencional y digital**

El mundo, como se conoce actualmente, ha atravesado por importantes cambios, especialmente los ocurridos a partir de la segunda mitad del siglo XVIII. Estos tienen relación con el desarrollo industrial, científico, tecnológico, energético y económico que se ha alcanzado, sobre el cual influyeron, además, las grandes guerras. A pesar de lo nefasto de estas, muchos avances científicos derivan de la tecnología bélica desarrollada en estos años, y la medicina, como el resto de las actividades humanas, se ha visto fuertemente influenciada por ella.

Muchas vidas de mujeres y hombres destacados confluyen en distintos momentos de la historia de la medicina, cuyos descubrimientos y trabajos han permitido el progreso de la radiología.

Durante la segunda revolución industrial (1850-1914), Wilhelm Roentgen (1845-1923) descubrió los rayos X, que originaron una nueva especialidad médica, la cual se ha diversificado hasta hoy día y ha transformado la práctica en las ciencias de la salud. En 1895, Roentgen, en sus 50 años, cautivado por el trabajo sobre los rayos catódicos de otros investigadores, decidió repetir estos experimentos él mismo.

Los rayos catódicos son una corriente de electrones que viajan en el interior de un tubo al vacío desde el cátodo (-) al ánodo (+), al hacer circular corriente de alto voltaje entre ellos. Estos electrones son visibles luego de chocar con el recubrimiento interno fluorescente del tubo. En uno de estos experimentos realizado la noche del 30 noviembre del 1895, Roentgen estaba interesado en las propiedades de la luz emitida, por lo que cubrió completamente el tubo de rayos con un cartón y descartó toda filtración posible de la luz. Al apagar la luz de la habitación pudo ver a corta distancia un resplandor verdoso sobre la mesa, proveniente de un cartón cubierto con una sustancia fluorescente que había dejado descuidadamente en un experimento anterior.

Su sorpresa fue aún mayor al percatarse de que al apagar el tubo de rayos el resplandor desaparecía y al acercar el cartón al tubo cubierto este resplandor aumentaba. Luego de este inesperado hallazgo se dedicó a investigar estos singulares rayos que denominó "rayos X" por no saber su exacta naturaleza. Posteriormente, descubrió que no atravesaban el metal, sino que ennegrecían las placas fotográficas y podía hacer impresiones de estructuras densas, incluso de los huesos. La primera radiografía fue realizada el 22 de diciembre del 1895, donde obtuvo la clásica imagen de la mano de su esposa. Por este descubrimiento se lo otorgó el Premio Nobel de Física y fue el inicio del mayor aporte de la tecnología médica diagnóstica.<sup>(8,9)</sup>

Entre 1895 y 1914 se obtuvieron los primeros avances en la producción de equipos de radiología convencional, como los dispositivos para limitar el haz de rayos X, las rejillas para evitar la dispersión y las mesas móviles.

La segunda revolución industrial fue interrumpida abruptamente por la Primera Guerra Mundial. Sin embargo, aún en este periodo se logró la utilización de equipos portátiles de rayos X, desarrollados por Marie Curie, que eran de utilidad para la

visualización de estructuras óseas y la localización de fragmentos de balas. Apareció, además, la primera película radiológica de doble capa, que permitió mejorar la imagen y reducir la dosis de radiación. Luego de terminada la guerra se ratificó la utilidad de las radiografías, por lo que comenzó la instalación de equipos de rayos X en la mayor parte de los hospitales.

Respecto a la radioprotección, a mediados de 1920 aparecieron las primeras disposiciones, con la invención de los dosímetros para medir las dosis de radiaciones recibidas en personas expuestas y los “roentegenómetros” que medían la radiación invisible emitida por los equipos. En los años 30 surgieron los verdaderos equipos portátiles, pero todavía con baja potencia.

Hasta esa época los cálculos matemáticos para los procesos tecnológicos se hacían manualmente. Los matemáticos e ingenieros requerían nuevas máquinas que procesaran y almacenaran los datos para convertirlos en información útil y reutilizable. En 1937 George Stibitz (1904-1995), matemático norteamericano, desarrolló la calculadora de números complejos, que resolvía operaciones difíciles en segundos, por lo que se le ha considerado el padre del primer computador digital. Cuatro décadas después esta nueva tecnología revolucionó completamente la radiología.

Durante la década de los 70 la sinergia de la radiología y la informática dio lugar a acontecimientos que marcaron una inflexión en la medicina, y fueron tan importantes como el mismo descubrimiento de los rayos X. Este fue el inicio del paso de la tecnología analógica hacia la digital.

En los años 80 se produjeron pocos progresos en las técnicas de radiología convencional; no obstante, comenzó una nueva revolución con la entrada de la radiología digital estática. Los detectores fueron desarrollados a mediados de los años 80; sin embargo, las imágenes digitales no fueron una realidad hasta principios de la siguiente década. Durante la década de 1990 se produjeron dos tecnologías en este campo: la radiografía computada y la radiografía digital directa.<sup>(8)</sup>

### **Definiciones de radiología**

La radiología es una rama de la medicina que utiliza la tecnología imagenológica para diagnosticar y tratar una enfermedad, según refiere la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos.<sup>(10)</sup> Los autores de este artículo concuerdan con dicha

afirmación, pues se trata de la especialidad que estudia las imágenes diagnósticas obtenidas y procesadas mediante la tecnología.

De acuerdo con el Dr. Guillermo Concha Sánchez, profesor de Imagenología de la Universidad de los Andes, una radiografía es la representación gráfica bidimensional de las variaciones de intensidad o atenuación que sufre el haz de rayos X (forma de radiación electromagnética de alta energía) después de atravesar un conjunto de estructuras formadas por diferentes densidades o espesores.<sup>(11,12)</sup>

Considerando los planteamientos anteriores, a los efectos del presente artículo, sus autores definen la radiología como la especialidad médica que se dedica a generar imágenes del interior del organismo mediante diferentes agentes físicos (rayos X, ecografías, campos magnéticos, entre otros) y las utiliza para el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de enfermedades.

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital, sin el uso previo de una placa de película radiográfica.<sup>(13)</sup> Al respecto, los autores determinan que la imagen no se obtiene de forma analógica o convencional como en el pasado, sino que se archiva en la memoria de un ordenador o de un sistema capaz de enviarlo a través de la red a un servidor para su almacenamiento y posterior difusión.

## **Tecnología de la salud**

En las escuelas cubanas se considera la tecnología como una disciplina y son múltiples los técnicos que se titulan en diferentes sectores y especialidades, incluida la salud. En el año 1989 se inició en el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, de forma experimental, la carrera de Licenciatura en Tecnología de la Salud, en la modalidad de curso para trabajadores con 6 perfiles, entre ellos Imagenología.

La escuela trazó la estrategia en 2 direcciones fundamentales:

- Formación integral de los estudiantes para lograr un personal con sólidos conocimientos técnicos, valores humanos, convicciones profundas y un compromiso con el pueblo y la Revolución.
- Preparación y formación de profesores según las necesidades docentes, porque el 78 % carecía de formación previa como docente.

La carrera comenzó con una asignatura integradora: Introducción a la Tecnología de la Salud, que incorpora los ejes humanistas y de formación general de cada perfil, además de brindar al estudiante una visión general de los avances científicos en el Sistema Nacional de Salud. Tiene un enfoque multidisciplinario, integra contenidos de la innovación técnica y las ciencias sociomédicas, y constituye un intento por familiarizar a los que están cursando la carrera con el paradigma biopsicosocial necesario para su desempeño profesional, pues estimula la integración de la experiencia de los servicios con el uso de la tecnología en la atención primaria, secundaria y terciaria, como hilo conductor del programa, e incorpora, además, los elementos de salud pública, comunicación, metodología de la investigación y ética médica. El plan de estudios incluye asignaturas de humanidades, lengua extranjera, ciencias informáticas y biomédicas, así como del ejercicio de la profesión que complementan su formación técnica.<sup>(14)</sup>

Todos los servicios médicos tienen como meta brindar una atención de calidad elevada; en el caso específico de las instalaciones de radiodiagnóstico la finalidad de todo tecnólogo médico en este campo es obtener una imagen radiográfica de calidad con un alto valor diagnóstico.<sup>(15)</sup>

### **Impacto de la tecnología en la imagenología**

Las compañías médicas que evolucionan frente a cualquier crisis son aquellas que tienen una cultura de innovación constante y encuentran soluciones digitales integradas a los equipos médicos.<sup>(16)</sup> La robótica aplicada a las intervenciones quirúrgicas, los diagnósticos digitales y las radiografías en alta definición son avances tecnológicos que han desarrollado la medicina de hoy y permiten lograr diagnósticos más precisos, tratamientos más específicos y tiempos de recuperación de los pacientes más cortos. Además, estas tecnologías impactan en la actividad cotidiana del imagenólogo y en los pasos que él mismo debe dar para adaptarse a los nuevos cambios.<sup>(17,18)</sup>

Gracias a la irrupción en el tiempo de técnicas como la radiografía convencional y la digital, los médicos de distintas especialidades pueden afrontar procesos tan complejos como el de diagnóstico o el de tratamiento con seguridad y fiabilidad. La evolución de la especialidad con la introducción de las técnicas digitales ha modificado de manera sustancial la imagen tradicional que se tenía de la especialidad

de radiodiagnóstico. En la provincia de Santiago de Cuba, como parte del proceso inversionista para renovar el equipamiento de atención al paciente, en algunos hospitales funciona la moderna tecnología para radiografías con conexión wifi, la cual permite visualizar las afecciones del paciente en tiempo real y preciso en los departamentos de imagenología a través de los dispositivos electrónicos, lo que contribuye al acertado diagnóstico, monitoreo y tratamiento oportuno por parte de los especialistas.<sup>(19,20)</sup>

La instalación de los módulos contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los pacientes de Santiago de Cuba, Granma, Guantánamo y Holguín. Otra acción de cooperación tiene lugar directamente con la Agencia Internacional Yaika, que instaló un equipamiento similar en los hospitales santiagueros General Docente Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso, Infantil Docente Sur Dr. Antonio María Béguez César, Provincial Docente Clínico-Quirúrgico Saturnino Lora y Oncológico Docente Provincial Conrado Benítez.<sup>(21)</sup>

### **Contradicciones fundamentales respecto al uso de la radiografía digital en el Sistema de Salud cubano**

Un país que pretenda mantenerse a la vanguardia en el campo de la salud tiene necesariamente que incorporar, de forma acelerada, nuevas tecnologías médicas, según sus características y, en muchos casos, con las transformaciones necesarias para ajustarlas a sus necesidades reales. La radiografía digital, al ser una innovación reciente, demanda una inversión mayor en términos de equipos y de actualización de técnicos que deben estar listos para trabajar con el procesamiento de la imagen en la computadora. Esta técnica progresa en el país, pues es más eficiente y rápida, permite el almacenamiento y la transferencia de datos a través de las redes informáticas, así como la visualización de imágenes.<sup>(22)</sup>

Referente a lo anterior, es un reto implementar esta tecnología sin preparación y con diversas dificultades como la carencia de recursos, la organización inadecuada, los serios efectos del bloqueo económico, la inexistencia de una red de datos adecuada, la insuficiencia de soportes tecnológicos en los departamentos y la escasez de estos en la población para la visualización, el transporte y almacenamiento de la información personal, así como la insuficiente superación profesional de los tecnólogos en imagenología, lo que menoscaba su desempeño.

Hoy día la sustitución de la radiología convencional por la radiografía digital constituye un camino irreversible; razón por la cual es prácticamente obligatorio insertarse en este gran cambio tecnológico.<sup>(23)</sup> Pero este hecho trae consigo desventajas y ventajas muy significativas.

Entre las desventajas figura la facilidad con que las imágenes electrónicas pueden ser modificadas, lo cual despierta la suspicacia de que pudiesen ser adulteradas para actos ilícitos. Esto ha creado una sombra de dudas sobre su uso como documento válido en el respaldo de un trabajo experimental o como pruebas de aspecto legal en conflictos de tipo judicial.

En ese orden de ideas, el Sistema de Salud cubano cuenta con mucho prestigio a nivel mundial, pero con el advenimiento de esta técnica puede ser más vulnerable a los errores humanos; sin embargo, no por ello debe perder vigencia el perfeccionamiento tecnológico en imagenología, pues siempre habrá individuos con un alto sentido de la ética y la moral.

A pesar de lo expresado anteriormente, el país dispone del principal recurso para ello: el capital humano, el que, a través de cursos de superación y de posgrado, revisiones, investigaciones, eventos científicos, virtuales o presenciales, nacionales e internacionales; interacción con las sociedades de radiología, los centros de investigación y los especialistas del área de la Ingeniería Biomédica y Electromedicina; logrará ser cada día más capaz de enfrentar los nuevos desafíos tecnológicos que impone el desarrollo actual.

La radiografía digital es una prueba fácil y rápida, que emite bajas dosis de radiación al paciente. Aún no existe un conocimiento exacto de los niveles de calidad de imagen y dosis que se pueden obtener en los diferentes estudios médicos que emplea esta técnica, que respondan a protocolos optimizados, dado que es relativamente reciente.

El uso de la radiografía digital cambia la dinámica de trabajo del sistema sanitario y aporta las siguientes ventajas, tanto para los profesionales como para sus pacientes:<sup>(24,25)</sup>

- Disminución de las radiaciones adquiridas: Las dosis de referencia son los niveles administrados a los pacientes en la exposición al radiodiagnóstico médico, que no deben sobrepasarse y pueden ser utilizados como indicadores en los procesos de

optimización radiológica. La posibilidad de ajustar digitalmente la imagen permite dar menor radiación al paciente y corregir errores de exposición.

- Disminución de residuos: Antes era necesario revelar la lámina al usar productos químicos; en la actualidad la imagen llega al especialista de manera digital.
- Mejora del almacenamiento de los informes: Se evita la pérdida o deterioro de los datos al ser almacenados directamente en las computadoras. La red informática dispone de varios sistemas de seguridad para asegurar que no exista pérdida de información.
- Rapidez en la generación de la imagen: Es prácticamente instantánea, lo que economiza tiempo de revelado; además, permite correcciones en la postura y en los parámetros del examen en tiempo real. El paciente puede ser diagnosticado por el médico en el mismo momento que se le realiza el examen, sin necesidad de esperar a que le lleguen los estudios por otras vías.
- Aumento de la seguridad del paciente: A mejor resolución del sensor, mayor poder de discriminación. Con más informaciones contenidas en las imágenes, los sistemas automatizados con inteligencia artificial podrán auxiliar con mayor precisión el diagnóstico y aumentarán la eficacia y la asertividad para el tratamiento.
- Aumento de la satisfacción de los profesionales: Es un proceso de mayor rapidez y fluidez, se evitan largas filas y esperas innecesarias, disminuye el exceso de pacientes. Esta nueva modalidad también contribuye a la optimización de procesos clínicos. Al integrar esta tecnología con el historial clínico electrónico, es posible realizar una nueva planificación clínica y elaborar procedimientos innovadores que aumentarán la satisfacción de los especialistas.
- Disponibilidad de información: Siempre estará disponible para el profesional todo el historial radiológico del paciente, proporciona un mejor estudio y diagnóstico de la enfermedad.
- Aumento de la calidad del examen: La calidad de la imagen es mucho mayor gracias a las herramientas de visualización.
- Reducción de costos: Se observan beneficios económicos por ser un proceso que no usa reactivos químicos, sala de revelado ni mano de obra. Además, se pueden convertir en digitales los equipos convencionales a través de la adquisición del

sensor; este se conecta a una computadora que realice la lectura de los datos y se genera la imagen sin que sea necesaria la compra de un nuevo equipo.

La radiografía digital como medio diagnóstico no se trata solo de aceptar los retos que impone la puesta en práctica de la tecnología, sino de poseer los recursos para poder implantarlos a cabalidad, con seguridad, sin imperfecciones e insatisfacciones en su uso cotidiano; contar con un profesional de la salud preparado, superado y organizado, y además que la población entienda y sea capaz de enfrentar con sus medios la era de la informatización. Son muchas las ventajas que ofrece la digitalización de las radiografías, pero también se conocen los problemas que se deben afrontar para lograr un completo beneficio y la satisfacción de los pacientes y de los trabajadores de la salud.

## **Conclusiones**

Durante las últimas décadas el proceso de obtención de imágenes médicas digitales ha atravesado por disímiles transformaciones y la imagenología como concepto ha evolucionado de manera constante y vertiginosa en el sector de la medicina. Este progreso ha modificado de manera sustancial la concepción que se tenía de la especialidad de radiodiagnóstico, que ha dejado de ser considerada una técnica auxiliar, secundaria y subordinada a la exploración clínica, para convertirse en una herramienta fundamental del diagnóstico clínico.

La radiografía digital no solo mejora el funcionamiento de los equipamientos, sino que supone un cambio en el uso de los recursos económicos, en la educación informática a la población, en el ejercicio de los profesionales del Sistema de Salud Cubano, quienes requieren una actualización formativa para aumentar su preparación, sus conocimientos y perfeccionar su desempeño. A pesar de las insuficiencias y los inconvenientes, se deben aprovechar las ventajas de esta técnica que permite realizar diagnósticos certeros, proponer tratamientos terapéuticos eficaces y así mejorar el bienestar y la calidad de vida de la población.

## Referencias bibliográficas

1. Torres Rodríguez SL. Nivel de conocimiento de la Radiografía Convencional y Digital intraoral y su actitud de los alumnos de una Clínica Estomatológica [tesis]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de La Vega; 2019 [citado 02/11/2021]. Disponible en:  
[http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4741/TESIS\\_TORRES%20RODRIGUEZ%20SARITA%20LISSET.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4741/TESIS_TORRES%20RODRIGUEZ%20SARITA%20LISSET.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Lescaille Elías N, Ramos Suárez V, González Pérez AD. Estrategia de superación en la técnica de ultrasonido diagnóstico, dirigida a los licenciados en imagenología y radiofísica médica. Rev. Cuban. Tecn. Salud. 2017 [citado 01/12/2021];8(2):11-9. Disponible en:  
<http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/download/866/763>
3. Fernández Barrios M, Jerez González AC, Rodríguez Delgado C. Modelo pedagógico para la formación profesional inicial de profesores agropecuarios en Pinar del Río. Revista Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo. 2019 [citado 13/01/2022]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/02/modelo-pedagogico-formacion.html>
4. Rojas Hechavarria I. Modelo para la formación profesional pedagógica del tutor del estudiante de técnico medio en contabilidad. REFCalE. 2021 [citado 13/01/2022];9(1):117-30. Disponible en:  
<http://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/download/3349/2087>
5. Ferreira Moreno VG, García Dihigo J, Martí Coruña MC. Apuntes para la historia de la radiología en Matanzas (I): precursores y notas complementarias. Rev. Méd. Electrón. 2021 [citado 16/07/2022];43(6):1759-69. Disponible en:  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v43n6/1684-1824-rme-43-06-1759.pdf>
6. Borrego Chi Y, Leyva Figueredo PA, Mendoza Tauler LL, Blanco Estévez LI. Procedimiento para la formación laboral de los estudiantes de Medicina. REFCalE. 2021 [citado 02/02/2022];9(1):131-50. Disponible en:  
<http://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/download/3359/2088>
7. Valdivia Briceño MP, Olaya Cuadra M, Granados Zavaleta YD. Tasa de rechazo de imágenes de tórax en radiología digital y sus causas en un hospital. [tesis]. San Martín de Porres: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018 [citado 02/11/2021]. Disponible en:

[https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/1498/Tasa\\_ValdiviaBriceno\\_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/1498/Tasa_ValdiviaBriceno_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

8. Cuaderno de Cultura Científica. Bilbao: Universidad del País Vasco; ©2011-2023 [actualizado 16/07/2019; citado 20/11/2021]. El descubrimiento de los rayos X. Disponible en: <https://culturacientifica.com/2019/07/16/el-descubrimiento-de-los-rayos-x/>

9. Gaceta. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; [actualizado 28/07/21; citado 02/11/2022]. Por la historia de la Medicina. Los rayos X. Disponible en: <https://gaceta.facmed.unam.mx/index.php/2021/07/28/por-la-historia-de-la-medicina-los-rayos-x/>

10. MedlinePlus. Maryland: Biblioteca Nacional de Medicina. Imagenología y radiología [citado 02/11/2021]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007451.htm>

11. MedlinePlus. Maryland: Biblioteca Nacional de Medicina. Radiografías dentales [citado 02/11/21]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003801.htm>

12. Concha Sánchez G. Conceptos básicos sobre exámenes en Imagenología [citado 2/11/2021]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/312245/conceptos-basicos-sobre-examenes-en-imagenologia1>

13. Clínica Internacional Siboney. La Habana: CIS; [actualizado 3/09/19; citado 02/11/2021]. De la radiología convencional a la digital. Disponible en: <https://instituciones.sld.cu/cis/2019/09/03/de-la-radiologia-convencional-a-la-radiologia-digital/>

14. Guerrero Pupo JC, Amell Muñoz I, Cañedo Andalia R. Tecnología, tecnología médica y tecnología de la salud: algunas consideraciones básicas. ACIMED. 2004 [citado 02/11/2021];12(4). Disponible en: <https://scielo.sld.cu/pdf/aci/v12n4/aci07404.pdf>

15. Zapata Baca GG. Calidad de las imágenes radiográficas digitales de tórax, realizadas por los técnicos radiólogos en el Hospital Regional Virgen de Fátima de Amazonas, enero a marzo del 2018 [tesis]. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2019 [citado 02/11/2021]. Disponible en:

<http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1743/Zapata%20Baca%20Greisy%20Gledys.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. Leguizamón A. Construimos confianza con soluciones de calidad: David Widmann, Ceo de Konica Minolta Americas. Revista El Hospital. 2022 [citado 16/08/2022]. Disponible en: <https://www.elhospital.com/es/noticias/construimos-confianza-con-soluciones-de-calidad-david-widmann-ceo-de-konica-minolta>

17. Torres Peña R. Cirugía robótica: ¿una tecnología disruptiva? INFODIR. 2019 [citado 16/08/2022];(29):91-106. Disponible en: <https://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/download/580/699>

18. Rodríguez A, Martínez L, Reyes Alvarado S. Uso de nuevas tecnologías en Radiología e imágenes diagnósticas y su relación con las competencias profesionales y/o perfil de egreso del Licenciado en Radiología de Panamá y Latinoamérica en los últimos 15 años. Ciencia Latina revista Científica Multidisciplinar. 2023 [citado 16/04/2023];7(1):6762-88. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/4929/7480/>

19. Salas Blanco R, Rivero Pons B. Evolución histórica del proceso de formación y superación de los licenciados en imagenología en Cuba. Actas de la IX Jornada Científica de la SOCECS – EdumedHolguín2020; 10 Nov-21 Dic 2020; Holguín, Cuba. La Habana: CENCOMED; 2020 [citado 17/07/2022]. Disponible en: <https://www.google.com/cu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi1ztOa7YmAAxWQsoQIHbKYBesQFnoECBcQAQ&url=http%3A%2F%2Fedumedholguin2020.sld.cu%2Findex.php%2Fedumedholguin%2F2020%2Fpaper%2Fdownload%2F19%2F12&usg=AOvVaw2gxnPIIHbTrgrwSRjyhHpu&opi=89978449>

20. PortalCUBA.CU. La Habana: CITMATEL; ©1997-2023 [actualizado 18/07/2018; citado 02/11/2021]. Sánchez Fuijichiro. Implementan nuevas tecnologías en hospitales de Santiago de Cuba. Disponible en: <http://cuba.cu/ciencia-y-tecnologia/2018-07-18/implementan-nuevas-tecnologias-en-hospitales-de-santiago-de-cuba/42686>

21. PortalCUBA.CU. La Habana: CITMATEL; ©1997-2023 [actualizado 20/08/2019; citado 02/11/2021]. Medina Tellez MA. Incorporan hospitales santiagueros radiografías con tecnología digital. Disponible en: <http://cuba.cu/ciencia-y-tecnologia/2019-08-20/incorporan-hospitales-santiagueros-radiografias-con->

[tecnologia-digital/48209?fbclid=IwAR3qF21EIV-H9CkFFV9LicSv5TAOG8KeoCW7UAo9HUCUIYtrFHI20AmoXPU](https://tecnologia-digital/48209?fbclid=IwAR3qF21EIV-H9CkFFV9LicSv5TAOG8KeoCW7UAo9HUCUIYtrFHI20AmoXPU)

22. García Santos N. La hora de la radiografía digital. Periódico Juventud Rebelde. 06/10/2018 [citado 17/07/2022]. Disponible en:

<https://www.juventudrebelde.cu/index.php/cuba/2018-10-06/la-hora-de-la-radiografia-digital>

23. Contreras Parada JS. Exponer los beneficios de la aplicación de radiología digital en el Servicio de Imagenología. [tesis]. Cúcuta: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.; 2021 [citado 16/07/2022]. Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/47836/jscontreraspa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

24. Chaverri Quirós O, Conejo Solís M. Radiografía Industrial: comparación entre el método tradicional y digital empleando rayos X. Tecnología en Marcha. 2017 [citado 02/11/2021];30(3):119-28. Disponible en:

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n3/0379-3982-tem-30-03-119.pdf>

25. Velasco Hidalgo F. Impacto de la radiología digital en la dosis de referencia de radiología intraoral española [tesis]. Murcia: Universidad de Murcia; 2015 [citado 02/11/2021]. Disponible en:

<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/47664/1/Tesis%20Francisco%20Velasco%20Hidalgo.pdf>

### **Conflicto de intereses**

No existe conflicto de intereses alguno.

### **Contribución de los autores**

Fernando Machado Acuña: Conceptualización, investigación, metodología, curación de datos, administración del proyecto, supervisión, visualización, redacción–borrador original, redacción–revisión y edición. Participación: 50 %.

Beatriz Elena Rivero Pons: Análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción–borrador original, redacción–revisión y edición. Participación: 25 %.

Roberto Salas Blanco: Análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción–borrador original, redacción–revisión y edición. Participación: 25%.

