

**UNIVERSIDAD SANTANDER**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas**

**CREACIÓN DE GUÍA PARA EQUIPOS PORTÁTILES DE RAYOS X PARA LA  
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS DE LA  
UNIVERSIDAD SANTANDER, PANAMÁ, 2024**

Trabajo de Grado para optar por el título de Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas

**Autores:**

Héctor Manuel González Concepción

José Luis Pinder Cardoze

Kevin Alberto Peralta Marín

Stefanny Lorena Rojer de Gracia

Yahilín Linnette Herrera Solís

**Director del Trabajo:**

Carlos Torrero

**Asesora Metodológica:**

Johana Gutiérrez Zehr

**Panamá, septiembre de 2024**

## **DEDICATORIA**

Le dedico mi tesis a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable, y por ser la fuente de inspiración que me ha guiado en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la importancia de nunca rendirse.

*Héctor Manuel González Concepción*

A mis conocidos más allegados, por su amistad y apoyo en este largo camino.

A mis queridos hermanos, que siempre han estado para mí, que con su apoyo incondicional me ha impulsado a seguir adelante.

A mi padre, quien siempre creyó en mí, desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

Y, sobre todo, a mi madre, mi guía y mi inspiración, a quien dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud, ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

*José Luis Pinder Cardoze*

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres quienes siempre me apoyaron para terminar mis estudios universitarios. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder la calma y tomando las mejores decisiones.

*Kevin Alberto Peralta García*

Gracias a mis padres, quienes me han enseñado a ser la persona que soy hoy en día; mis valores, perseverancia y empeño.

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, quienes me impulsan a ser mejor cada día y me ayudan a levantarme en cada caída, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante.

También a mis hermanos, por brindarme todo su apoyo moral en esas noches difíciles que tocaba investigar.

Y, principalmente a mi hija, Arlet Marie, para que cada una de mis metas alcanzadas le quede como ejemplo, hija eres mi regalo y mayor motivación.

*Stefanny Lorena Rojer García*

A Dios, primeramente, por permitirme concluir esta etapa de mi vida y de haberme dado salud para cumplir mis objetivos.

A mis padres, por siempre darme todo su amor, por creer siempre en mí, por todo el apoyo que me han dado y acompañado incondicionalmente en cada paso que he dado en mi vida.

A mis hermanas y a mi familia, quienes siempre han estado para mí, y que de igual forma este logro es también de ustedes.

A mis amigos y compañeros, quienes sin duda fueron clave fundamental y luz en medio de este largo camino, gracias.

A los profesores, técnicos y licenciados por enseñarme y convertirme en una profesional competente, llena de conocimientos y expectativas.

*Yahilín Linnette Herrera Solís*

## AGRADECIMIENTO

Quisiéramos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestro director de tesis, el Licdo. Carlos Torrero. Su grata experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a nuestra experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación.

Asimismo, quisiéramos expresar gratitud a nuestra asesora de tesis la Licda. Johana Gutiérrez, quien contribuyó con el desarrollo de nuestra investigación. Su conocimiento y sabiduría no solo nos ayudó a mejorar el trabajo, sino que también nos inspiró a crecer como persona y profesional.

Gracias infinitas a nuestros padres, por todo su amor incondicional y su apoyo moral, han sido el pilar de este logro. Un sincero agradecimiento a todos nuestros amigos y compañeros, quienes estuvieron en los momentos de estrés y alegrías durante este largo y retador camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable. Cada uno de ustedes ha contribuido a nuestra fortaleza y ánimo de una manera u otra.

## RESUMEN

Los equipos portátiles de rayos X han demostrado ser una herramienta indispensable en el diagnóstico médico, permitiendo la realización de estudios radiológicos en diversos entornos clínicos, desde salas de emergencia hasta unidades de cuidados intensivos. Su movilidad y facilidad de uso los convierten en una solución eficiente para situaciones donde los pacientes no pueden ser trasladados a áreas de radiología convencionales. El presente trabajo de investigación se centró en la creación de una guía didáctica para el uso de equipos portátiles de rayos X bajo el diseño de página WEB, dirigida a estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas. La investigación responde a la necesidad de abordar las deficiencias formativas identificadas en el manejo de estos dispositivos, cada vez más esenciales en entornos clínicos diversos. La guía integró tanto aspectos teóricos como prácticos, proporcionando un recurso educativo completo que facilitará la comprensión y el uso seguro y eficaz de los equipos portátiles de rayos X. Se aplicó una metodología basada en la revisión documental, apoyada en fuentes bibliográficas confiables para el desarrollo del contenido. A través de un análisis exhaustivo de la literatura, se identificaron los fundamentos teóricos necesarios para garantizar un aprendizaje significativo en el uso de estos equipos. Los resultados destacaron la importancia de contar con recursos digitales accesibles, como páginas web, que proporcionaran información detallada sobre el uso seguro y eficiente de los equipos portátiles de rayos X, facilitando el acceso continuo a información actualizada para los estudiantes y profesionales. Finalmente, el estudio concluyó con recomendaciones para la implementación de la página web y subraya la importancia de su uso continuo en el ámbito educativo.

**Palabras clave:** Radiología, rayos x, equipos portátiles de rayos x, formación en imágenes diagnósticas, guía didáctica.

## **ABSTRACT**

Portable X-ray equipment has proven to be an indispensable tool in medical diagnostics, enabling radiological studies in various clinical settings, from emergency rooms to intensive care units. Their mobility and ease of use make them an efficient solution for situations where patients cannot be transferred to conventional radiology areas. This research focused on the creation of a didactic guide for the use of portable X-ray equipment in paging WEB, aimed at students of the bachelor's degree in Radiology and Diagnostic Imaging. The study addresses the need to tackle the identified educational deficiencies in the handling of these devices, which are increasingly essential in diverse clinical environments. The guide integrated both theoretical and practical aspects, providing a comprehensive educational resource that facilitates the understanding and safe and effective use of portable X-ray equipment. A methodology based on documentary review was applied, supported by reliable bibliographic sources for content development. Through an exhaustive literature analysis, the theoretical foundations necessary to ensure meaningful learning in the use of these devices were identified. The results highlighted the importance of having accessible digital resources, such as websites, that provide detailed information on the safe and efficient use of portable X-ray equipment, facilitating continuous access to updated information for students and professionals. Finally, the study concluded with recommendations for the implementation of the website and emphasized the importance of its continuous use in the educational field.

**Keywords:** Radiology, X-rays, portable X-ray equipment, diagnostic imaging training, didactic guide.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
Capítulo 1: Problema de investigación .....	4
1.1. Problema De Investigación .....	4
1.1.1. Formulación Del Problema .....	6
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos .....	8
1.3.1. Objetivo General.....	8
1.3.2. Objetivos Específicos.....	8
1.4. Delimitación.....	8
1.5. Delimitación de línea y sub-línea de investigación.....	9
Capítulo 2: Marco Teórico .....	11
2.1. Marco Histórico.....	11
2.1.1. Rayos X.....	11
2.1.2. Equipos portátiles de rayos X .....	13
2.1.3. Guías didácticas digitales en el área de Radiología .....	22
2.2. Marco Referencial .....	29
2.2.1. Física Básica .....	29
2.2.2. Proyección de rayos X .....	31
2.2.3. Partes del equipo .....	34
2.2.4. Protección radiológica .....	36
2.2.5. Bioseguridad .....	38
2.2.6. Buena Ergonomía.....	40
2.2.7. Cuidados Del Equipo .....	43
2.2.8. Equipo Portátil De Rayos X En Áreas Clínicas.....	45
2.2.9. Estudios que se realizan con un equipo portátil de rayos X .....	46
2.2.10. Imágenes De Referencias.....	48
2.3. Marco Legal .....	50

2.3.1. Normativa Internacional .....	50
2.3.2. Legislación Nacional .....	51
Capítulo 3: Marco Metodológico.....	54
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	54
3.2. Fuentes de información .....	55
3.3. Plan de análisis de resultados .....	56
3.4. Diagrama de flujo de la revisión documental.....	57
3.5. Presentación de la información .....	59
3.6. Actividades para mantener aspectos éticos .....	60
Capítulo 4: Presentación y Análisis de Resultados .....	63
4.1. Presentación de resultados .....	63
4.2. Discusión de resultados .....	65
CONCLUSIONES .....	73
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Diagrama de flujo .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 2 Sección de inicio de rayosportatiles.com .....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 3 Sección nosotros de rayosportatiles.com .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4 Sección guía de rayosportatiles.com .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 5 Sección contáctanos de rayosportatiles.com .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 6 Sección quiz de rayosportatiles.com .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 7 Sección publicaciones de rayosportatiles.com .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 8 Sección entrevista de rayosportatiles.com .....</i>	<i>72</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Presupuesto.....	85
Anexo 3 Cronograma.....	86
Anexo 4 Constancia de Inscripción del Proyecto .....	87
Anexo 5 Carta Exención Comité Bioética.....	88
Anexo 6 Carta Revisión Profesor de Español.....	89
Anexo 7 Matriz Bibliográfica .....	92

## INTRODUCCIÓN

La Radiología ha experimentado avances significativos desde el descubrimiento de los rayos X en 1895, convirtiéndose en una herramienta esencial para el diagnóstico médico. A lo largo de los años, la evolución tecnológica ha permitido la creación de equipos portátiles de rayos X, que ofrecen mayor flexibilidad y accesibilidad en diversos entornos clínicos, desde emergencias hasta unidades de cuidados intensivos. Estos dispositivos no solo han revolucionado la manera en que se realiza el diagnóstico por imágenes, sino que también han mejorado la capacidad de respuesta médica en situaciones críticas, proporcionando imágenes precisas en tiempo real.

A pesar de los beneficios que ofrecen los equipos portátiles de rayos X, su uso presenta desafíos, especialmente en el ámbito educativo. La falta de guías didácticas específicas para el manejo de estos equipos ha generado una necesidad urgente de desarrollar recursos educativos que aborden tanto los aspectos teóricos como prácticos del uso de estos dispositivos. Esta investigación se enfoca en la creación de una guía didáctica para los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas, con el objetivo de mejorar su formación en el uso seguro y efectivo de equipos portátiles de rayos X.

En el Capítulo 1, se plantea el problema de investigación, describiendo la importancia de desarrollar una guía didáctica para el uso de equipos portátiles de rayos X. Este capítulo aborda la necesidad de un recurso educativo que combine teoría y práctica, y que responda a las carencias identificadas en la formación actual de los estudiantes.

El Capítulo 2 presenta el marco teórico, que incluye una revisión exhaustiva de los conceptos y teorías relevantes para la investigación. Este capítulo proporciona el contexto

necesario para entender la evolución de la tecnología de rayos X y su aplicación en el ámbito médico, así como la importancia de las guías didácticas digitales en la educación superior.

En el Capítulo 3, se describe el marco metodológico utilizado para desarrollar la guía didáctica. Este Capítulo detalla el enfoque y los métodos de investigación aplicados, incluyendo la revisión documental y el análisis cualitativo de fuentes secundarias para garantizar la relevancia y precisión del contenido de la guía.

En el Capítulo 4, se presentan y analizan los resultados obtenidos durante la investigación. Este capítulo incluye una discusión sobre la efectividad de la guía desarrollada bajo el diseño de una página WEB y su potencial impacto en la formación de los estudiantes de radiología.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones y la matriz bibliográfica, donde se resumen los hallazgos clave, se sugieren mejoras y se detallan las referencias utilizadas a lo largo del estudio. La matriz bibliográfica es de particular importancia, ya que ofrece una organización detallada y estructurada de las fuentes consultadas, facilitando su verificación y permitiendo un acceso más eficiente a la información relevante, lo cual es esencial para futuros trabajos de investigación y para la consulta académica.

**CAPÍTULO 1**  
**EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **Capítulo 1: Problema de investigación**

Esta sección es fundamental, ya que define y describe el problema específico que la investigación busca abordar; no solo se identifica el problema, sino que también se justifica la necesidad de su estudio. A continuación, se desarrolla el planteamiento del problema para esta tesis, en el cual se exponen las razones por las cuales es necesario crear una guía didáctica para el uso de equipos portátiles de rayos X.

### **1.1. Problema De Investigación**

En 1895, Wilhelm Conrad Roentgen, físico alemán, realizó un descubrimiento que revolucionaría la medicina: los rayos X. Mientras experimentaba con tubos de rayos catódicos en su laboratorio, Roentgen notó un brillo inesperado en una pantalla recubierta de bario platino-cianuro. Este descubrimiento permitió la visualización de estructuras internas del cuerpo humano sin necesidad de cirugía, marcando el nacimiento de la radiología moderna. La primera imagen de rayos X que capturó fue la mano de su esposa, donde se podían ver claramente los huesos y su anillo de bodas. Este avance abrió nuevas posibilidades para el diagnóstico médico y sigue siendo fundamental en la práctica médica hoy en día (Teeb, 2024).

Desde el descubrimiento de los rayos X, la tecnología ha avanzado significativamente, pasando de los voluminosos equipos fijos a sistemas portátiles altamente sofisticados. Estos equipos portátiles han sido diseñados para ser ligeros, fáciles de transportar y operar, lo que los hace ideales para su uso en entornos clínicos diversos, como emergencias, unidades de cuidados intensivos y atención domiciliaria. Los dispositivos modernos emplean tecnología de imágenes digitales, lo que permite la adquisición inmediata de imágenes y la posibilidad de manipular y

transmitir las imágenes electrónicamente, mejorando la eficiencia y la precisión del diagnóstico (Nüsslin, 2020).

En la actualidad, el mercado de dispositivos portátiles de rayos X está en crecimiento, valorado en aproximadamente USD 6.7 mil millones en 2022 y proyectado para alcanzar los USD 15.1 mil millones para 2032, con un crecimiento anual compuesto del 8.6%. Este crecimiento está impulsado por los avances tecnológicos en los dispositivos de rayos X, la creciente prevalencia de enfermedades crónicas y el aumento en la cantidad de procedimientos de diagnóstico por imágenes. Los dispositivos portátiles de rayos X son cada vez más populares debido a su capacidad para ofrecer una calidad de imagen superior y una mayor conveniencia en comparación con los dispositivos fijos tradicionales (GMI, 2023).

La tecnología portátil de rayos X se ha consolidado como una herramienta indispensable en diversos entornos clínicos, destacándose por su versatilidad y su capacidad para proporcionar imágenes diagnósticas en situaciones de emergencia, así como en pacientes con movilidad reducida. Sin embargo, la ausencia de guías didácticas específicas para el manejo y uso de estos equipos ha derivado en importantes desafíos para los estudiantes durante sus prácticas clínicas.

Específicamente, se identificaron deficiencias en la comprensión de los principios teóricos, dificultades en el manejo seguro y efectivo del equipo, y una escasa familiaridad con las recomendaciones de protección radiológica. Estas limitaciones no solo afectan el desempeño académico de los estudiantes, sino que también incrementaban el riesgo de errores diagnósticos, lo cual compromete la seguridad del paciente. Ante la carencia de un material didáctico que integre de manera efectiva los aspectos teóricos y prácticos del uso de los equipos portátiles de rayos X, se dificulta el fortalecimiento de los conocimientos y habilidades necesarias para un desempeño clínico adecuado.

Dada esta situación, la investigación se planteó como objetivo principal la creación de una guía didáctica que, abordando tanto los fundamentos teóricos como los aspectos prácticos, facilitar a los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander un recurso confiable para mejorar su preparación en el uso de equipos portátiles de rayos X.

### **1.1.1. Formulación Del Problema**

En consecuencia, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué contenidos y enfoques didácticos son indispensables para la elaboración de una Guía para Equipos Portátiles de rayos X para estudiantes de Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander de Panamá?

### **1.2. Justificación**

La implementación de una guía didáctica específica para el uso y manejo del equipo portátil de rayos X en la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander resultó fundamental para satisfacer las necesidades formativas de los futuros profesionales en este campo. La tecnología de rayos X portátil ha desempeñado un papel crucial en diversos entornos clínicos, incluyendo emergencias, unidades de cuidados intensivos y quirófanos, donde la precisión y rapidez en la obtención de imágenes diagnósticas son esenciales para la toma de decisiones médicas y la seguridad del paciente.

Se identificó una notable carencia de recursos didácticos específicos que abordarán de manera integral, tanto los aspectos teóricos como prácticos del manejo de estos equipos. Esta deficiencia se reflejó en las dificultades que enfrentaron los estudiantes durante sus prácticas

clínicas, especialmente en lo referente a la operación segura y efectiva de los dispositivos, así como en el cumplimiento de las normas de protección radiológica. En respuesta a esta problemática, la investigación desarrolló una guía didáctica que cubriera estos aspectos críticos, con el objetivo de facilitar el aprendizaje y fortalecer las competencias técnicas de los estudiantes.

El valor de esta investigación radicó en su capacidad para mejorar significativamente la formación académica y práctica de los estudiantes, garantizando una comprensión adecuada de los principios radiológicos y su correcta aplicación en escenarios clínicos bajo información contenida en un diseño de página WEB. Además, la guía didáctica proporciona un recurso estandarizado que permite a los instructores asegurar una formación homogénea y de alta calidad en el uso de equipos portátiles de rayos X.

Se subraya que los beneficiarios directos de esta investigación son los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander, quienes disponen ahora de un recurso integral para optimizar su preparación en las prácticas clínicas. De manera indirecta, los pacientes se continuarán beneficiándose mediante diagnósticos más precisos y seguros, derivados de la mejor preparación técnica de los futuros licenciados en radiología. Asimismo, la guía tiene el potencial de ser adoptada por otras instituciones educativas, extendiendo su impacto y contribuyendo al mejoramiento de la formación en radiología a nivel general.

En conclusión, esta investigación se justificó por su capacidad para cubrir un vacío crítico en la formación en radiología, mejorar la calidad de la educación en este campo y contribuir a la seguridad del paciente en el contexto clínico.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Crear una Guía para Equipos Portátiles de rayos X para la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander de Panamá.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar fundamentos teóricos para un desarrollo significativo de una guía didáctica sobre el uso y manejo del equipo portátil de rayos x para estudiantes de la licenciatura de radiología e imágenes diagnósticas.
- Definir contenidos de la guía bajo principios didácticos sobre el uso y manejo del equipo portátil de rayos X.
- Realizar diseño de una página WEB que contenga una guía para el manejo del equipo portátil de rayos X bajo principios de aprendizaje significativo.

### **1.4. Delimitación**

La delimitación de una investigación se refiere al proceso de definir los límites y el alcance del estudio, especificando las áreas que serán abordadas y aquellas que se excluirán. Asimismo, establece los parámetros que guiarán el desarrollo de la investigación, asegurando que los objetivos sean alcanzables y que los resultados obtenidos sean relevantes y aplicables en el contexto propuesto (Bryman, 2016).

Además, ayuda a evitar la confusión y la sobrecarga de información al clarificar lo que es pertinente para el estudio. Al definir claramente los límites de la investigación, se mejora la validez

interna del estudio y se asegura que las conclusiones sean precisas y aplicables al contexto delimitado. Asimismo, la delimitación ofrece una guía clara tanto para el investigador como para los lectores del estudio, permitiendo una mejor comprensión del alcance y las limitaciones del trabajo (Uwe, 2022).

En este contexto, la investigación se delimitó temporalmente al primer semestre del año 2024, período durante el cual se desarrolló la creación de la guía didáctica, práctica y de fácil acceso, para el uso de equipos portátiles de rayos X. Esta guía se elaboró utilizando información verificada y actualizada, garantizando así la relevancia y precisión del contenido. Conceptualmente, la investigación se centró en el desarrollo de una guía didáctica, que abordó tanto los aspectos teóricos como prácticos del uso de los equipos portátiles de rayos X, en línea con los objetivos específicos establecidos previamente. La población objeto de estudio incluyó a los estudiantes de la mencionada licenciatura que se encontraban en fases avanzadas de su formación, específicamente aquellos que estaban realizando prácticas clínicas, ya que ellos fueron los principales beneficiarios.

### **1.5. Delimitación de línea y sub-línea de investigación**

**Línea:** Incorporación TIC en el proceso de enseñanza.

**Sub línea:** Incorporación de estrategias TIC mediadas por la virtualidad en la educación superior.

# **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

## **Capítulo 2: Marco Teórico**

El Marco Teórico es una sección fundamental, este apartado recopila y sintetiza los conceptos, teorías, y antecedentes relevantes que respaldan la investigación. A continuación, se desarrollarán los conceptos clave y teorías que sustentan esta investigación, proporcionando un contexto adecuado para la comprensión del problema de estudio.

### **2.1.Marco Histórico**

El Marco Histórico en una investigación se encarga de contextualizar temporalmente el problema de estudio, ofreciendo una visión evolutiva de los fenómenos o elementos investigados. En los siguientes puntos, se presentará un recorrido detallado por la evolución de los rayos X y los equipos portátiles, desde su descubrimiento hasta su estado actual, subrayando los hitos más relevantes en su desarrollo.

#### **2.1.1. Rayos X**

Los rayos X, descubiertos en 1895 por el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen, representan uno de los avances más significativos en la historia de la ciencia y la medicina. Durante sus experimentos con tubos de rayos catódicos, Röntgen observó una radiación desconocida que era capaz de atravesar materiales sólidos y proyectar imágenes de las estructuras internas en una pantalla fluorescente. Este fenómeno, inicialmente misterioso, permitió por primera vez la visualización no invasiva del interior del cuerpo humano, marcando el nacimiento de la radiografía médica y abriendo nuevas posibilidades en el diagnóstico clínico (Glasser, 2012).

El impacto del descubrimiento de los rayos X en las ciencias médicas fue inmediato y revolucionario. La capacidad de esta nueva tecnología para revelar estructuras internas del cuerpo sin necesidad de cirugía permitió a los médicos diagnosticar fracturas óseas, localizar balas en soldados heridos y detectar diversas patologías con una precisión hasta entonces inalcanzable. En pocos años, las imágenes radiográficas se convirtieron en una herramienta indispensable en los hospitales de todo el mundo, transformando la práctica médica y reduciendo significativamente la mortalidad en procedimientos quirúrgicos al proporcionar información crucial sobre la anatomía interna del paciente antes de la intervención (Kevles).

El funcionamiento de los rayos X se basa en la generación de radiación electromagnética de alta energía, capaz de atravesar diversos materiales. En un equipo de rayos X, un tubo de rayos catódicos produce esta radiación al acelerar electrones mediante una diferencia de potencial y dirigirlos hacia un blanco metálico, generalmente de tungsteno. Cuando los electrones impactan contra el blanco, se genera radiación X, que se proyecta hacia el cuerpo del paciente. Al atravesar el cuerpo, los rayos X son absorbidos en diferentes grados por los tejidos dependiendo de su densidad, lo que permite capturar imágenes de las estructuras internas en una placa o detector digital (Bushong, 2020).

Desde su descubrimiento, la tecnología de los rayos X ha experimentado una evolución considerable. Inicialmente, los equipos eran voluminosos y requerían tiempos de exposición prolongados, lo que limitaba su uso. Con el avance de la tecnología, los equipos de rayos X se volvieron más compactos y eficientes, reduciendo tanto el tiempo de exposición como la dosis de radiación necesaria. Además, la digitalización ha permitido el desarrollo de sistemas de radiografía digital que ofrecen imágenes de mayor calidad con una exposición reducida, y ha facilitado el almacenamiento y la transmisión electrónica de las imágenes. Estos avances han ampliado

significativamente las aplicaciones de los rayos X en la medicina moderna, incluyendo la radiografía, la tomografía computarizada (TC) y la fluoroscopia (Govinda, 2017).

Actualmente, la radiología, que incluye el uso de rayos X, representa una parte integral del diagnóstico médico. Se estima que más del 70% de las decisiones clínicas en los hospitales se basan en resultados de imágenes médicas, siendo los rayos X una de las modalidades más utilizadas debido a su costo relativamente bajo y su capacidad diagnóstica. Según datos recientes, se realizan más de 3.6 mil millones de exámenes radiográficos cada año en todo el mundo, lo que subraya su importancia en el sistema de salud global. Además, los avances en la radiología han llevado a una disminución del 20-30% en las tasas de mortalidad en ciertos tipos de cáncer, gracias a la detección temprana facilitada por las imágenes radiográficas (Bindman et al., 2013).

Con el progreso tecnológico, los equipos de rayos X han evolucionado hacia versiones portátiles, que son herramientas esenciales en situaciones de emergencia y en la atención a pacientes con movilidad reducida. Estos equipos portátiles permiten realizar estudios radiográficos en ubicaciones fuera del entorno hospitalario tradicional. Esta flexibilidad ha mejorado significativamente la capacidad de diagnóstico en situaciones críticas, permitiendo una intervención médica más rápida y eficiente.

### **2.1.2. Equipos portátiles de rayos X**

Los equipos portátiles de rayos X, diseñados para ofrecer una solución flexible y accesible en entornos clínicos diversos, surgieron como una respuesta a la necesidad de realizar diagnósticos in situ, especialmente en situaciones donde el traslado de los pacientes a una sala de Radiología convencional no es factible. Esta tecnología comenzó a desarrollarse significativamente durante la Primera Guerra Mundial, cuando se requerían soluciones móviles para atender a soldados heridos

en el campo de batalla. Marie Curie fue pionera en este campo al introducir las primeras unidades móviles de rayos X, conocidas como "Petites Curies", que revolucionaron el diagnóstico médico en situaciones de emergencia (Kevles).

En el mercado de equipos portátiles de rayos X, la tendencia actual muestra un crecimiento acelerado no solo en términos de valor, sino también en adopción tecnológica. Se proyecta que el número de unidades vendidas globalmente aumentará significativamente, pasando de aproximadamente 22,000 unidades en 2022 a más de 45,000 unidades para 2030. Este incremento se debe a la creciente necesidad de soluciones de diagnóstico rápido y eficiente en áreas rurales y en países en desarrollo, donde la infraestructura para grandes equipos fijos es limitada. Además, la mejora en la calidad de imagen y la reducción en las dosis de radiación han hecho que estos dispositivos sean preferidos en procedimientos médicos que requieren movilidad y rapidez, consolidándose como herramientas críticas en la medicina de emergencia (GMI, 2023).

Además de su portabilidad, estos equipos ofrecen ventajas significativas frente a los sistemas de rayos X fijos. Su movilidad permite realizar exámenes radiográficos directamente junto al paciente, evitando la necesidad de transporte en situaciones críticas. Asimismo, la tecnología digital integrada en los modelos modernos permite la obtención de imágenes de alta calidad que pueden ser transmitidas y evaluadas inmediatamente, optimizando el proceso diagnóstico y la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, aunque presentan claros beneficios, los equipos portátiles de rayos X también enfrentan limitaciones, como su menor capacidad de penetración en comparación con los sistemas fijos, lo que puede afectar la calidad de las imágenes en pacientes con mayor densidad corporal o en estudios más complejos. Además, el uso de estos dispositivos en entornos no controlados requiere precauciones adicionales para minimizar la

exposición a la radiación, tanto para el personal como para los pacientes presentes (Shimadzu, 2024).

Mirando hacia el futuro, la evolución de los equipos portátiles de rayos X se perfila como un campo de innovación continua. Se espera que los avances en la miniaturización permitan desarrollar dispositivos aún más ligeros y fáciles de transportar, sin sacrificar la calidad de las imágenes obtenidas. Además, la incorporación de inteligencia artificial en estos equipos podría transformar radicalmente el diagnóstico radiológico, facilitando la interpretación automática de imágenes con mayor precisión y reduciendo el margen de error humano. En conjunto, estos desarrollos no solo mejorarán la seguridad y eficacia de los diagnósticos, sino que también ampliarán el uso de los equipos portátiles en una gama más amplia de aplicaciones clínicas, incluyendo pediatría y geriatría (Fujifilm, 2023).

En el mercado global de equipos portátiles de rayos X, algunas compañías líderes han marcado tendencia gracias a su innovación tecnológica y su capacidad para responder a las demandas del sector de la salud. Siemens Healthineers, por ejemplo, es una de las empresas pioneras en la fabricación de dispositivos radiológicos, ofreciendo soluciones avanzadas que combinan imágenes de alta calidad con la optimización de la dosis de radiación. Esta firma alemana ha desarrollado dispositivos portátiles que no solo mejoran el diagnóstico, sino que también priorizan la seguridad del paciente, algo crucial en la medicina actual (Siemens-Healthineers, 2022).

Por otro lado, GE Healthcare, con sede en Estados Unidos, también se destaca por su gama de equipos portátiles de rayos X, reconocidos por su tecnología de imágenes digitales de alta precisión. Los modelos de GE se caracterizan por su facilidad de uso y por estar diseñados para entornos de atención médica de alta demanda, como las salas de emergencia y cuidados intensivos.

Su sistema AMX 240 es un ejemplo de innovación en radiología portátil, que combina imágenes en tiempo real y una interfaz intuitiva que facilita su operación (General Electric Company, 2020).

Entre los fabricantes asiáticos, Canon Medical Systems ha logrado establecerse como una fuerza importante en la producción de equipos portátiles de rayos X. La compañía japonesa ha desarrollado dispositivos con tecnología avanzada que permiten obtener imágenes radiológicas detalladas con una dosis mínima de radiación. Además, Canon ha apostado por la digitalización de sus dispositivos, lo que optimiza los tiempos de diagnóstico y reduce los errores humanos durante la captura de imágenes radiológicas (Canon Medical Systems, 2024).

Uno de los modelos más destacados en el sector de equipos portátiles de rayos X es el MobileDaRT Evolution MX8, fabricado por Shimadzu Corporation. Esta empresa japonesa es reconocida mundialmente por su innovación y calidad en el desarrollo de tecnología médica avanzada. El MobileDaRT Evolution MX8 ha marcado un punto de inflexión en la radiología portátil al ser uno de los equipos más avanzados en cuanto a facilidad de uso y precisión diagnóstica (Shimadzu Corporation., 2022).

#### **2.1.2.1.MobileDaRT Evolution MX8**

La historia del MobileDaRT Evolution refleja el constante avance de la tecnología en el campo de la radiología. Desde su primera versión, el dispositivo ha pasado por varias actualizaciones tecnológicas, lo que ha permitido a Shimadzu mantenerse a la vanguardia en la industria. El MobileDaRt Evolution MX8 ha integrado diversas innovaciones técnicas y tecnológicas que lo posicionan como uno de los sistemas de rayos X móviles más avanzados del mercado. Una de sus características destacadas es la incorporación de detectores de panel plano que ofrecen imágenes de alta calidad con una menor dosis de radiación para los pacientes. Estos

detectores permiten realizar estudios más precisos y seguros, especialmente en entornos clínicos complejos como unidades de cuidados intensivos y salas de operaciones, donde la exposición a la radiación debe ser mínima. Además, el equipo cuenta con una gran capacidad de almacenamiento de imágenes, lo que facilita la comparación y revisión de estudios en tiempo real, permitiendo una toma de decisiones más rápida y efectiva en situaciones críticas.

Otra innovación importante es su sistema de movilidad optimizado, que incluye un brazo telescópico con un rango de extensión de hasta 120 cm. Esto permite posicionar el equipo de manera precisa alrededor del paciente, incluso en espacios reducidos. Adicionalmente, el MobileDaRt Evolution MX8 incorpora un diseño de columna colapsable que mejora la visibilidad del operador durante el traslado del equipo, reduciendo el riesgo de colisiones y mejorando la maniobrabilidad en pasillos estrechos. La rapidez en la verificación de imágenes, que se puede realizar en tan solo dos segundos después de la exposición, también representa un avance significativo para su uso en emergencias y entornos quirúrgicos.

Además, el sistema cuenta con una serie de opciones de conectividad, como la integración con monitores externos y la capacidad de enviar imágenes de manera inalámbrica a otros dispositivos, facilitando la colaboración entre equipos médicos. La interfaz de usuario intuitiva, con una pantalla táctil de 19 pulgadas, permite una navegación rápida y sencilla a través de los menús, mejorando la eficiencia operativa del equipo. Todas estas características hacen del MobileDaRt Evolution MX8 una herramienta versátil y altamente adaptable a distintas necesidades clínicas.

Por otra parte, el MobileDaRt Evolution MX8 ha sido diseñado con distintas versiones para adaptarse a una amplia variedad de necesidades clínicas. Estas versiones, conocidas como tipo C, tipo S, tipo K y tipo V, no representan modelos diferentes, sino configuraciones específicas del

mismo modelo base que se ajustan a usos clínicos particulares. Cada una de estas configuraciones ha sido optimizada para cumplir con requisitos específicos, como la detección de objetos retenidos, la realización de estudios de larga longitud o la radiografía digital dinámica, asegurando así que el equipo pueda ofrecer soluciones precisas y efectivas en diversos entornos médicos.

Las configuraciones del MobileDaRt Evolution MX8 son establecidas de fábrica y adaptadas según las necesidades específicas del cliente durante el proceso de adquisición. Aunque es posible realizar ajustes menores y actualizaciones de software en el entorno hospitalario, las características principales de cada tipo (C, S, K y V) no se pueden modificar significativamente después de la entrega del equipo. Esta personalización inicial permite a las instituciones de salud seleccionar la configuración que mejor se ajuste a sus requerimientos clínicos, garantizando así un rendimiento óptimo y eficiente del sistema desde su instalación.

Es así, como la configuración tipo C del MobileDaRt Evolution MX8 está diseñada para optimizar la visualización de objetos retenidos en el cuerpo mediante el uso del sistema Smart DSI (*Detection Support with Image processing*). Este tipo de configuración es especialmente útil en entornos quirúrgicos y de cuidados intensivos, donde es crucial la rápida identificación de agujas quirúrgicas, gasas con hilos radiopacos y otros cuerpos extraños. El sistema Smart DSI utiliza tecnología avanzada de procesamiento de imágenes, basada en inteligencia artificial, para resaltar las áreas que podrían contener estos objetos, facilitando la labor del personal médico durante procedimientos postoperatorios.

Además, el tipo C incluye una función de control automático de exposición que ajusta la dosis de radiación en tiempo real según la densidad del área a examinar, garantizando una exposición mínima y segura para el paciente. Esta configuración también soporta una variedad de tamaños de detectores de panel plano, que pueden ser intercambiados fácilmente para adaptarse a

distintas aplicaciones clínicas. Esto hace que el tipo C sea una elección flexible y eficiente para hospitales que requieren un sistema de radiografía móvil con alta capacidad de adaptación.

Por su parte, el tipo S está enfocado en aplicaciones quirúrgicas que requieren la captura de imágenes de áreas extendidas, como la columna vertebral completa o el cuerpo entero de niños. Este sistema incorpora un detector de longitud larga que permite realizar radiografías en una sola toma, eliminando la necesidad de unir múltiples imágenes. Esta característica es particularmente útil para verificar la alineación en procedimientos quirúrgicos complejos y para la evaluación postoperatoria de pacientes pediátricos. Además, la columna colapsable del tipo S facilita su manejo en salas de operaciones donde el espacio es limitado.

La configuración tipo S también incluye opciones avanzadas de posicionamiento, como el "Inch-Mover", que permite ajustes precisos del equipo sin necesidad de moverlo alrededor del paciente. Esto mejora la precisión de la exposición y minimiza el tiempo de preparación para el personal médico. Su capacidad de almacenamiento de hasta 3500 imágenes y la posibilidad de utilizar detectores inalámbricos compartidos entre múltiples unidades lo convierten en una solución eficiente y práctica para entornos quirúrgicos que demandan alta movilidad y rapidez en la verificación de imágenes.

A su vez, la configuración tipo K se destaca por su capacidad de realizar radiografía digital dinámica, lo que le permite capturar secuencias de imágenes de alta resolución en movimiento. Esta funcionalidad es especialmente útil para estudios secuenciales y el análisis de movimientos, como la evaluación del pulmón en pacientes con dificultad respiratoria. El sistema soporta una frecuencia de cuadro de hasta 15 fps y una duración máxima de exposición de 20 segundos, proporcionando información detallada y precisa del área en estudio. Además, el tipo K cuenta con la tecnología Intelligent-Grid™, que elimina la necesidad de utilizar rejillas físicas para reducir la

dispersión de radiación, facilitando la obtención de imágenes de alta calidad con menor exposición al paciente.

Otra característica del tipo K es su diseño robusto y resistente a impactos, ideal para entornos hospitalarios exigentes como las unidades de cuidados intensivos y las salas de emergencia. Este modelo también incluye una amplia gama de opciones de conectividad y una capacidad de almacenamiento de hasta 5500 imágenes, lo que garantiza un flujo de trabajo ininterrumpido en situaciones de alta demanda clínica. La versatilidad del tipo K permite su uso tanto para procedimientos convencionales como para estudios avanzados que requieren análisis dinámicos detallados.

Finalmente, la configuración Tipo V se caracteriza por el uso de detectores sin vidrio de alta resolución, diseñados para ofrecer imágenes detalladas con una excelente calidad. Estos detectores tienen un tamaño de píxel pequeño, de 99 micrómetros, lo que permite capturar imágenes con gran precisión y definición. Además, son ligeros, con un peso de solo 2.4 kg, lo que reduce la carga física sobre los tecnólogos radiológicos y mejora la resistencia a caídas accidentales. Esta configuración también es resistente al agua y al polvo, con una clasificación IP67, lo que la hace adecuada para su uso en entornos clínicos exigentes y condiciones difíciles.

El tipo V incluye características como la corrección de dispersión basada en software, que permite realizar radiografías sin necesidad de utilizar rejillas, facilitando el manejo de los detectores de panel plano. También cuenta con un diseño de columna colapsable que mejora la maniobrabilidad del equipo, haciéndolo ideal para rondas hospitalarias diarias y entornos con espacio limitado. Esta configuración se enfoca en maximizar la funcionalidad y la movilidad del equipo, al tiempo que proporciona una capacidad de almacenamiento de hasta 2500 imágenes en la unidad principal.

En Panamá, el MobileDaRT Evolution ha comenzado a formar parte de los recursos tecnológicos de instituciones clave del sector salud. Según una noticia reciente publicada por la Caja de Seguro Social de Panamá, el Complejo Hospitalario recibió nuevos equipos portátiles de rayos X, incluyendo el modelo MobileDaRT Evolution MX8 de Shimadzu. Estos equipos han sido adquiridos con el objetivo de mejorar la atención médica en el país, permitiendo una mayor precisión diagnóstica en áreas críticas como la sala de emergencias y la unidad de cuidados intensivos (CSS, 2023).

El hecho de que el MobileDaRT Evolution MX8 haya sido seleccionado para formar parte del equipamiento del Complejo Hospitalario refleja su importancia en el sector de la salud. Este modelo ofrece una combinación de tecnología avanzada y facilidad de uso que responde a las necesidades de los profesionales médicos en entornos de alta demanda. Además, su integración en los hospitales panameños permitirá mejorar la calidad del diagnóstico y tratamiento de los pacientes, reduciendo el tiempo de espera y facilitando una atención más eficiente.

La selección del MobileDaRT Evolution como el equipo a destacar en este estudio se debe a su reciente incorporación en hospitales clave de Panamá, tal como lo reporta la Caja de Seguro Social en su comunicado oficial. Este equipo no solo cumple con los más altos estándares internacionales de calidad y seguridad, sino que también ha sido diseñado para optimizar el flujo de trabajo en situaciones de alta demanda clínica. Por esta razón, es pertinente enfocar este análisis en su impacto dentro del sistema de salud panameño.

En conclusión, la reciente adquisición de equipos como el MobileDaRT Evolution MX8 en el Complejo Hospitalario de la Caja de Seguro Social no solo responde a una necesidad de actualización tecnológica, sino que también refleja un compromiso por parte del sistema de salud panameño de proporcionar equipos de alta calidad para mejorar los diagnósticos clínicos. Este

equipo ha sido elegido debido a su versatilidad, su facilidad de uso, y su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real, lo que justifica su relevancia en el contexto hospitalario de Panamá.

### **2.1.3. Guías didácticas digitales en el área de Radiología**

#### **2.1.3.1. Noción General**

Las guías didácticas digitales son recursos educativos en formato electrónico que recopilan información estructurada y detallada sobre un tema específico, diseñados para ser accesibles desde dispositivos digitales como computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes. Estas guías permiten la inclusión de contenido multimedia, como videos, imágenes interactivas y enlaces a recursos adicionales, facilitando una experiencia de aprendizaje más dinámica y adaptada a las necesidades del usuario. A diferencia de las guías impresas, las guías digitales pueden actualizarse de manera continua, incorporando las últimas investigaciones y avances (Haleem et al., 2022).

La importancia de las guías digitales en el proceso de enseñanza radica en su capacidad para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje y proporcionar acceso flexible a la información. Estas guías permiten a los estudiantes interactuar con el contenido a su propio ritmo y en el momento que les resulte más conveniente, lo que es crucial en un entorno educativo cada vez más digitalizado. Además, la inclusión de elementos interactivos, como simulaciones y evaluaciones automatizadas, contribuye a un aprendizaje más profundo y significativo, facilitando la comprensión de conceptos complejos y mejorando la retención de la información.

En el ámbito de la enseñanza médica, la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha revolucionado la forma en que se imparte y adquiere el conocimiento.

Las TIC han permitido la creación de entornos de aprendizaje altamente interactivos, donde los estudiantes pueden acceder a simulaciones clínicas, participar en debates en línea, y visualizar procedimientos médicos a través de videos tutoriales. Este enfoque no solo facilita el acceso a recursos educativos actualizados y de alta calidad, sino que también promueve un aprendizaje más colaborativo y centrado en el estudiante, mejorando la eficacia del proceso educativo (Liu et al., 2016).

En el área de Radiología, las guías digitales se han convertido en herramientas fundamentales para la formación y manejo de equipos radiológicos. Estas guías ofrecen un seguimiento exhaustivo sobre el uso, mantenimiento y protocolos de seguridad de los equipos, integrando contenido multimedia que incluye videos explicativos, imágenes de alta resolución y simulaciones interactivas. Esta combinación de recursos permite a los estudiantes y profesionales de la salud adquirir un conocimiento práctico y detallado, lo que reduce la posibilidad de errores operativos y mejora la seguridad del paciente. Además, las guías digitales en Radiología están cada vez más integrados con plataformas de e-learning, lo que permite una actualización constante del contenido y facilita el acceso a las últimas innovaciones y mejores prácticas en el campo (Akoob et al., 2022).

#### **2.1.3.2. Antecedentes**

En primer lugar, Cura Rodríguez (2024), en su estudio titulado "Guía en redes sociales de radiología. ¿Hacia un nuevo paradigma en educación médica?" (*Social Networks in Radiology: Toward a New Paradigm in Medical Education?*), evaluó el papel de las redes sociales como una alternativa o complemento a los métodos tradicionales de transmisión del conocimiento científico en medicina, específicamente en radiología. En cuanto a la metodología, el autor realiza un análisis

crítico de las diferentes plataformas de redes sociales, como Twitter, Instagram, Facebook, LinkedIn, YouTube, y TikTok, y cómo estas pueden ser utilizadas como herramientas educativas a pesar de su naturaleza informal. Es importante destacar que cada plataforma tiene fortalezas y debilidades únicas que deben ser comprendidas para su uso efectivo en la educación médica.

Entre las principales conclusiones, el autor subraya que, aunque las redes sociales ofrecen oportunidades significativas para la formación médica debido a su accesibilidad y capacidad de facilitar discusiones en tiempo real, también presentan desafíos, como la complejidad en la navegación y la ineficiencia del sistema de búsqueda basado en hashtags. Por lo tanto, el estudio propone que los servicios de Radiología adopten una estrategia educativa formal para el uso de redes sociales, integrando grupos focales bien capacitados y herramientas de revisión sistemática para asegurar la calidad del contenido compartido.

En segundo lugar, Wade et al (2024), en su estudio titulado "What works in radiology education for medical students: a systematic review and meta-analysis" (¿Qué funciona en la educación radiológica para estudiantes de medicina: una revisión sistemática y un meta-análisis), se propusieron comparar el impacto de diferentes métodos de enseñanza en radiología (aprendizaje activo versus pasivo, eLearning versus enseñanza tradicional presencial) sobre los conocimientos y habilidades radiológicas de los estudiantes de medicina. En cuanto a la metodología, los autores realizaron una revisión sistemática y un metaanálisis, buscando en las bases de datos PubMed y Scopus artículos publicados en inglés durante un período de 15 años, hasta junio de 2021, que compararan cuantitativamente la efectividad de los programas de educación radiológica en pregrado. Evaluaron la calidad de los estudios utilizando el Medical Education Research Study Quality Instrument (MERSQI) y realizaron análisis de meta-regresión para identificar fuentes de heterogeneidad.

Es importante destacar que, aunque no se detectaron diferencias significativas en la efectividad de los métodos de educación radiológica, el análisis temático sugiere que el aprendizaje activo produce mayores ganancias de conocimiento en comparación con el aprendizaje pasivo, y que el eLearning es al menos equivalente a la enseñanza tradicional presencial. Por consiguiente, los autores concluyen que es necesario un mayor grado de estandarización en el diseño e implementación de intervenciones educativas en radiología para identificar los aspectos del diseño educativo que son óptimos para el aprendizaje.

En tercer lugar, Henkel et al (2024), en su estudio titulado "Utilizing Learning Analytics in Radiology: A Pilot Study of an e-Learning Platform in Medical Student Education" (Utilización de análisis de aprendizaje en radiología: un estudio piloto de una plataforma de aprendizaje electrónico en la educación de estudiantes de medicina), investigaron cómo las herramientas de análisis de aprendizaje pueden mejorar la educación radiológica en estudiantes de medicina. En cuanto a la metodología, los autores implementaron una plataforma interactiva de e-learning llamada rapmed.net, diseñada para utilizar herramientas de análisis de aprendizaje en la educación radiológica. Evaluaron las habilidades de reconocimiento de patrones de estudiantes de segundo año de medicina mediante métricas de tiempo para resolver casos, puntajes dice y puntajes de consenso, además de evaluar sus habilidades de interpretación a través de preguntas de opción múltiple. Es importante destacar que las evaluaciones se realizaron antes y después de un bloque de radiología pulmonar para examinar el progreso del aprendizaje.

Entre los principales resultados, los autores concluyen que las herramientas de análisis de aprendizaje permiten una comprensión más profunda de las habilidades radiológicas de los estudiantes y abren el camino hacia un enfoque educativo basado en datos, lo cual es fundamental para mejorar los resultados en la atención médica.

Por otra parte, Harder et al (2016), en su estudio titulado "The Importance of Human-Computer Interaction in Radiology E-learning" (La importancia de la interacción humano-computadora en el e-learning de radiología), evaluaron el surgimiento de las posibilidades de interacción con imágenes en los programas de e-learning de radiología y su impacto en los resultados de aprendizaje y en las perspectivas de estudiantes y docentes de medicina. En cuanto a la metodología, los autores realizaron una revisión sistemática de la literatura, buscando en bases de datos como PubMed, EMBASE, Cochrane, ERIC, y PsycInfo. Artículos relevantes fueron seleccionados e incluidos si evaluaban herramientas de e-learning en radiología para estudiantes de medicina. Es importante destacar que se incluyeron 19 artículos en la revisión, de los cuales siete evaluaron programas de e-learning con posibilidades de interacción con imágenes. Los estudiantes percibieron estos programas como una adición útil al aprendizaje con imágenes impresas y efectivos para el aprendizaje de la anatomía 3D.

Entre las principales conclusiones, se encontró que tanto los programas de e-learning con cómo sin interacción con imágenes mejoran el conocimiento y las habilidades radiológicas, siendo en general bien recibidos por los estudiantes en términos de facilidad de uso, calidad de imagen, y nivel de dificultad apropiado. En conclusión, la inclusión del e-learning en la educación médica de pregrado puede mejorar significativamente el conocimiento radiológico y las habilidades de interpretación de imágenes. No obstante, las diferencias en los resultados de aprendizaje entre el e-learning con y sin posibilidades de interacción con imágenes deben ser objeto de investigaciones futuras.

Finalmente, Garrido et al (2022), en su estudio titulado "Imagenología digital como recurso didáctico en el aprendizaje significativo de las Ciencias Médicas", se propusieron describir las características principales de los medios de enseñanza, destacando el uso de la imagen radiológica

digital como un recurso didáctico clave en la educación médica. En cuanto a la metodología, los autores realizaron una revisión exhaustiva de la literatura más reciente y relevante sobre el tema, utilizando palabras clave en español e inglés para asegurar una amplia cobertura de los avances en la enseñanza a través de imágenes digitales.

Entre las principales conclusiones, el estudio subraya que las imágenes digitales, al ser utilizadas con fines educativos, no solo reflejan la modernización de los recursos didácticos, sino que también se han convertido en una herramienta indispensable para comunicar y enseñar conceptos médicos complejos de manera eficaz. En consecuencia, los autores sugieren que la integración de imágenes digitales en el currículo médico debe ir acompañada de una formación adecuada en su manejo, para maximizar su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

En contraste con los estudios previos incluidos en el marco referencial, nuestra investigación se distingue principalmente por su enfoque práctico en la creación de una guía didáctica específica para el uso de equipos portátiles de rayos X. Mientras que otros trabajos, como el de Cura Rodríguez, exploran el uso de plataformas digitales y redes sociales como herramientas educativas, nuestro estudio se orienta hacia la producción de un recurso técnico y aplicable directamente en la práctica clínica. Esta diferenciación subraya la intención de nuestro proyecto de proporcionar una herramienta tangible que apoye la formación de estudiantes en el manejo seguro y eficaz de equipos médicos, alejándose del ámbito teórico o de la experimentación con nuevas plataformas educativas.

De igual manera, nuestro estudio comparte ciertos objetivos con los trabajos de Wade y Henkel al buscar la optimización de la educación en radiología mediante la implementación de metodologías basadas en evidencia. Aunque ambos estudios se centran en la comparación de métodos de enseñanza y en el uso de análisis de aprendizaje, respectivamente, nuestro enfoque se

dirige hacia la elaboración de un material educativo que complemente y fortalezca la formación práctica de los estudiantes. De este modo, nuestra investigación contribuye al avance de la educación radiológica desde una perspectiva aplicada, abordando directamente las necesidades formativas en un entorno clínico.

## **2.2.Marco Referencial**

El marco referencial constituye un compendio de conceptos, teorías, antecedentes y enfoques teóricos que sustentan y orientan el desarrollo de una investigación. Este marco actúa como una guía indispensable para el investigador, facilitando la contextualización del trabajo dentro del panorama académico y científico vigente (Schanzer, 2014). El propósito central del presente marco referencial es estructurar un contexto teórico y conceptual que no solo fundamente, sino que también dirija de manera coherente el desarrollo integral de la investigación.

### **2.2.1. Física Básica**

Los equipos de rayos X portátiles, al igual que los sistemas convencionales, funcionan utilizando los principios de la física de la radiación electromagnética. La producción de rayos X se basa en la aceleración de electrones a través de un tubo de rayos X, donde se aplica un alto voltaje entre el cátodo y el ánodo. Este proceso genera un haz de electrones que impacta contra un material de alto número atómico, generalmente tungsteno, en el ánodo. Al colisionar, los electrones son frenados de manera abrupta, produciendo radiación en forma de rayos X mediante el proceso conocido como radiación de frenado. Adicionalmente, se genera radiación característica, donde la energía específica de los electrones que desplazan a otros electrones en los átomos del material objetivo emite rayos X a energías definidas (Mahesh, 2013).

La física detrás de los equipos portátiles de rayos X implica también el manejo preciso de la energía de los rayos X producidos. Los parámetros de operación como el kilovoltaje (kV) determinan la energía máxima de los rayos X, que afecta tanto la penetración de la radiación en los tejidos del cuerpo como el contraste de la imagen obtenida. Un kilovoltaje más alto permite mayor penetración, siendo útil en la visualización de estructuras más densas como huesos, mientras

que un kilovoltaje más bajo es adecuado para visualizar tejidos blandos. La cantidad de corriente eléctrica (medida en miliamperios, mA) influye directamente en la cantidad de rayos X generados, afectando la intensidad del haz y, por ende, la claridad de la imagen. Estos principios físicos son cruciales para la operación eficiente de los equipos portátiles, especialmente cuando se considera la necesidad de minimizar la dosis de radiación mientras se mantiene una calidad de imagen adecuada (Ou et al., 2021).

Una distinción importante entre los equipos portátiles y los tradicionales en términos de física radica en la capacidad de adaptación a diferentes condiciones operativas. En los equipos portátiles, la precisión en el control de la dosis de radiación es fundamental, debido a la proximidad del operador y las limitaciones del entorno en el que se utilizan, como habitaciones de pacientes o unidades de cuidados intensivos. Los avances en los generadores de alta frecuencia permiten a estos dispositivos generar rayos X con menor fluctuación de energía, lo que mejora la consistencia y la calidad de la imagen, incluso en condiciones de uso variable. Esto es crucial desde el punto de vista de la física, ya que asegura que los principios fundamentales de producción de imágenes radiográficas se mantengan eficaces, mientras se adaptan a las exigencias de la portabilidad (Yang-Sub et al., 2015).

Las características de los equipos de rayos X portátiles pueden diferir dependiendo del fabricante y de las distintas opciones que ofrece un mismo proveedor.

El MobileDaRt Evolution MX8 utiliza los principios fundamentales de la radiación electromagnética para la generación y captura de imágenes diagnósticas. En este, la radiación de rayos X generada es modulada y controlada de manera precisa mediante un generador de alta frecuencia, lo que permite la variación de parámetros como el kilovoltaje (kVp) y la corriente del tubo (mA). Estos ajustes determinan la energía y cantidad de fotones de rayos X que se producen,

adaptando la exposición a las características específicas de cada paciente y tipo de estudio. Además, la corrección de dispersión (Scatter Correction) juega un papel crucial en la mejora de la calidad de imagen. Esta técnica, basada en principios avanzados de física de la radiación, utiliza algoritmos para filtrar el ruido causado por la radiación dispersa, lo que se traduce en un mejor contraste y nitidez de las imágenes sin necesidad de utilizar una rejilla física que absorba la radiación dispersa. Este avance es especialmente relevante en aplicaciones clínicas donde la precisión y la claridad de la imagen son esenciales para un diagnóstico certero.

La incorporación de detectores de panel plano sin vidrio en las versiones S, K y V del MobileDaRt Evolution MX8 demuestra un uso eficiente de la física de la radiación electromagnética. Estos detectores están diseñados para convertir la radiación de rayos X en señales eléctricas mediante la interacción directa con materiales semiconductores, como el selenio amorfo, que tienen la capacidad de absorber fotones de alta energía y liberar electrones en respuesta. Esto se observa en el uso de materiales como el silicio amorfo y el selenio, que convierten directamente la radiación de rayos X en cargas eléctricas, permitiendo la creación de imágenes digitales con alta resolución.

### **2.2.2. Proyección de rayos X**

En los equipos portátiles de rayos X, la proyección del haz de rayos X es un proceso crítico que ha sido optimizado para funcionar eficientemente en una variedad de entornos clínicos, donde la movilidad y la adaptabilidad son esenciales. A diferencia de los sistemas fijos, que operan en condiciones controladas con ajustes predeterminados, los equipos portátiles deben ser versátiles y capaces de ajustarse rápidamente a diferentes posiciones del paciente y escenarios clínicos. Esto se logra mediante la implementación de colimadores ajustables, que permiten modificar la forma

y el tamaño del haz de rayos X para dirigir la radiación de manera precisa hacia la región anatómica de interés. Esta precisión es fundamental para minimizar la exposición a la radiación en áreas no deseadas, mejorando al mismo tiempo el contraste de la imagen y la calidad diagnóstica (Cé et al., 2024).

Además, la proyección del haz en equipos portátiles requiere una estabilidad de voltaje excepcional dentro del tubo de rayos X, lo cual es necesario para asegurar una emisión consistente de rayos X. Dado que estos equipos pueden ser utilizados en entornos donde las condiciones de energía no son siempre estables, los generadores de alta frecuencia desempeñan un papel crucial en mantener un suministro de voltaje constante. Esta estabilidad garantiza que el haz proyectado mantenga la uniformidad necesaria para producir imágenes claras y precisas, independientemente de las variaciones en el entorno operativo. Esta tecnología avanzada permite que los equipos portátiles sean efectivos en aplicaciones que van desde emergencias hasta el uso en cuidados intensivos, donde la confiabilidad y la calidad de la imagen son fundamentales para el diagnóstico rápido y preciso (Samei et al., 2015).

A su vez, la eficacia de la proyección de rayos X en estos dispositivos también depende de la integración de sistemas de control automatizado que regulan tanto la dosis como la calidad de la radiación emitida. Estos sistemas utilizan algoritmos avanzados que ajustan automáticamente los parámetros del haz en función de las características específicas del paciente y la región anatómica a examinar, asegurando que se utilice la menor dosis posible sin comprometer la calidad de la imagen. Este nivel de control es especialmente relevante en entornos clínicos sensibles, como pediatría o cuidados intensivos, donde la precisión en la proyección y la seguridad del paciente son prioridades absolutas.

El MobileDaRt Evolution se destaca por su capacidad de controlar la proyección del haz de rayos X de manera precisa gracias a un sistema avanzado de colimación ajustable. Esto permite que el operador dirija el haz solo a la zona de interés, reduciendo la exposición innecesaria a las áreas adyacentes. Este ajuste se realiza a través de colimadores ubicados en la parte frontal y posterior del equipo, lo que facilita la modificación de los parámetros sin necesidad de reposicionar al paciente. Esta característica es especialmente útil en situaciones críticas, como en UCI o en pacientes inmovilizados, donde el tiempo y la precisión son fundamentales para obtener imágenes de calidad.

Además, el equipo mantiene un voltaje constante durante el proceso de proyección, lo que asegura la uniformidad en la calidad de las imágenes, independientemente de las condiciones del entorno. Este aspecto es crucial cuando se realizan estudios en áreas quirúrgicas o en pacientes que requieren un monitoreo continuo. El MobileDaRt Evolution está diseñado para facilitar la adquisición rápida de imágenes con tiempos de exposición mínimos, lo que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también protege al paciente al minimizar la dosis de radiación.

Otra función destacada del MobileDaRt Evolution MX8 es la capacidad de realizar radiografías en serie, disponible en la versión tipo K. Esta tecnología permite la adquisición de imágenes secuenciales, generando un bucle cinemático (cine loop) que facilita el monitoreo dinámico de movimientos internos del cuerpo, como la función pulmonar en pacientes con dificultades respiratorias. Esta característica, combinada con la capacidad de detección de objetos retenidos en el cuerpo, como se encuentra en la versión tipo C con la tecnología Smart DSI, brinda un soporte adicional para la seguridad del paciente durante y después de procedimientos quirúrgicos. Estas funcionalidades avanzadas, que no se encuentran comúnmente en otros dispositivos móviles de rayos X.

### **2.2.3. Partes del equipo**

Los equipos portátiles de rayos X están compuestos por varias partes fundamentales que permiten su funcionamiento eficiente en entornos clínicos variados. El tubo de rayos X es el componente central donde se genera la radiación. Este tubo contiene un cátodo y un ánodo; el cátodo emite electrones que son acelerados hacia el ánodo, donde se produce la radiación de rayos X mediante el proceso de frenado de los electrones. La calidad y durabilidad del tubo son cruciales para garantizar la producción de imágenes nítidas y seguras (Hutchison, 2023).

Otra parte clave es el generador de alta frecuencia, que proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del tubo de rayos X. Este generador es responsable de mantener un voltaje constante, lo que asegura una emisión estable de rayos X. Además, los generadores en los equipos portátiles están diseñados para ser compactos y eficientes en términos de consumo energético, lo que permite su uso en entornos donde la energía puede ser limitada o inestable (Primedeq, 2022).

El detector digital es la parte del equipo donde se captura la imagen resultante de la exposición a los rayos X. En los equipos modernos, estos detectores suelen ser de panel plano, lo que permite la conversión directa de los rayos X en señales digitales. Esto no solo facilita la obtención de imágenes de alta resolución en tiempo real, sino que también reduce la necesidad de manejo físico de las imágenes, como era necesario en los sistemas basados en películas radiográficas (Wellman, 2023).

Una de las características más destacadas del MobileDaRt Evolution MX8 es la columna telescópica colapsable, que permite ajustar la altura del tubo de rayos X según las necesidades del usuario, mejorando la visibilidad durante el transporte y permitiendo su uso en espacios reducidos, como en las unidades de cuidados intensivos o quirófanos. Esta columna cuenta con múltiples botones “All Free” distribuidos alrededor del equipo, los cuales liberan los bloqueos

electromagnéticos del brazo telescópico y la columna de manera simultánea, permitiendo un posicionamiento sencillo desde cualquier dirección. Esta funcionalidad facilita el ajuste rápido y preciso del equipo sin la necesidad de moverse alrededor de la cama del paciente, optimizando el flujo de trabajo en situaciones de emergencia.

El equipo está equipado con un monitor de pantalla plana de 19 pulgadas, que permite la verificación rápida de imágenes en menos de cinco segundos después de la exposición. Además, el diseño del monitor permite la conexión con una pantalla secundaria para compartir las imágenes con el equipo médico, mejorando la colaboración en el diagnóstico y tratamiento. La unidad principal cuenta con un compartimento de almacenamiento seguro para los detectores de panel plano, equipado con una función de bloqueo para prevenir el robo de estos detectores, lo que aumenta el nivel de seguridad del equipo. Este compartimento también permite la carga directa de los en la unidad principal, simplificando la logística y asegurando que los detectores estén siempre listos para su uso.

El sistema de colimación y control de irradiación del MobileDaRt Evolution MX8 está diseñado para facilitar su uso desde ambos lados del equipo. Los botones de control del colimador y de la lámpara de posicionamiento se encuentran en la parte frontal y posterior, permitiendo al tecnólogo ajustar el campo de irradiación sin necesidad de moverse a otra posición. Además, el equipo puede estar equipado con un control remoto IR o un interruptor manual inalámbrico para la exposición, lo que permite al operador realizar exposiciones de manera remota y segura, reduciendo el riesgo de exposición innecesaria.

Dentro del equipo, se encuentra el sistema de control del colimador, que ajusta el campo de irradiación de manera precisa, optimizando la proyección de los rayos X según el área de interés. Este control se realiza mediante una interfaz intuitiva que permite modificar el campo de

exposición sin necesidad de intervención manual directa sobre el colimador, mejorando la eficiencia y reduciendo el riesgo de errores.

El MobileDaRt Evolution MX8 cuenta con un generador de alta frecuencia como núcleo de su sistema interno. Este generador transforma la energía eléctrica en pulsos de alta frecuencia, proporcionando una corriente continua estable al tubo de rayos X. Esta estabilidad es fundamental para asegurar una emisión uniforme de rayos X y mantener la calidad de imagen constante durante cada exposición.

#### **2.2.4. Protección radiológica**

La protección radiológica en el uso de equipos portátiles de rayos X es de vital importancia debido a la naturaleza móvil y flexible de estos dispositivos. A diferencia de los equipos fijos que operan en entornos controlados, los equipos portátiles se utilizan en una variedad de situaciones clínicas donde las condiciones pueden variar considerablemente. Por esta razón, es fundamental que se implementen medidas rigurosas de protección radiológica para minimizar la exposición tanto del paciente como del personal médico (HealthManagement, 2017).

Una de las principales estrategias para mejorar la protección radiológica es el uso de colimadores que permiten ajustar el tamaño y la forma del haz de rayos X, limitando la exposición únicamente a la zona de interés. Además, los generadores de alta frecuencia de estos equipos están diseñados para optimizar la dosis de radiación, asegurando que se utilice la menor cantidad posible de radiación sin comprometer la calidad de la imagen. Esta optimización es esencial en entornos como unidades de cuidados intensivos y pediátricas, donde la protección radiológica es especialmente crítica (Bomer et al., 2013).

Otra medida importante es la incorporación de barreras móviles y protectores personales para el personal médico, que deben utilizarse siempre que se operen equipos portátiles en áreas abiertas o con proximidad a otros pacientes y personal. Estas barreras y protectores son cruciales para reducir la exposición a la radiación dispersa, que puede afectar a personas que no están directamente involucradas en el procedimiento radiológico (AliMed, 2024).

El MobileDaRt Evolution ha sido diseñado para maximizar la protección radiológica tanto del paciente como del operador. Uno de los mecanismos más efectivos para lograr esto es la colimación ajustable, que permite enfocar el haz de rayos X en la zona anatómica de interés, evitando la exposición innecesaria a otras áreas del cuerpo. Este control preciso reduce considerablemente la cantidad de radiación dispersa, lo que es crucial en pacientes pediátricos o en aquellos que requieren estudios frecuentes. Además, el equipo cuenta con advertencias integradas que alertan al operador sobre cualquier irregularidad en la exposición.

El MobileDaRt Evolution MX8 cuenta con una serie de características técnicas y tecnológicas diseñadas para optimizar la protección radiológica tanto del paciente como del operador. En términos de dosimetría, el equipo muestra el Producto Dosis Área estimado antes de cada exposición, lo que permite al operador ajustar la dosis de radiación de acuerdo con el tamaño y las características del paciente, reduciendo la exposición innecesaria. Esta información es almacenada para un análisis posterior, facilitando el monitoreo y la gestión de la dosis acumulada durante los procedimientos diagnósticos.

Además, el equipo está diseñado para minimizar la exposición a radiación blanda que no contribuye a la formación de la imagen. Esto se logra mediante la instalación de un filtro pediátrico en el colimador, que corta los rayos X de baja energía antes de que lleguen al paciente. Este filtro es especialmente útil en la realización de estudios en neonatos o niños pequeños, donde la

sensibilidad a la radiación es mayor y se requiere una protección adicional para evitar dosis innecesarias. El sistema también soporta la instalación de filtros adicionales que optimizan la calidad de la imagen mientras se reduce la exposición, asegurando así un equilibrio entre seguridad y calidad diagnóstica.

La estructura interna del equipo incluye un sistema de corrección de dispersión basada en software, que elimina el ruido causado por la dispersión de los rayos X al atravesar tejidos densos. Esta tecnología permite la realización de radiografías sin la necesidad de una rejilla física, lo que simplifica la operación del equipo y reduce la exposición del paciente al eliminar la necesidad de aumentar la dosis para compensar la absorción en la rejilla. Esto resulta en imágenes con un mejor contraste y claridad, esenciales para un diagnóstico preciso y seguro.

Aparte de las funciones del equipo, se recomienda el uso de delantales plomados y pantallas protectoras móviles para proteger tanto al personal como a los pacientes que se encuentren en el área de exposición. El MobileDaRt Evolution cumple con los más altos estándares de seguridad radiológica, asegurando que las dosis de radiación se mantengan dentro de los niveles aceptables. Esto es particularmente importante en unidades de cuidados intensivos y áreas quirúrgicas, donde la exposición a la radiación debe ser controlada rigurosamente.

### **2.2.5. Bioseguridad**

La bioseguridad es un aspecto fundamental en la operación de equipos portátiles de rayos X, especialmente debido a su uso en entornos clínicos donde la exposición a patógenos es una preocupación constante. Dado que estos equipos se mueven frecuentemente entre diferentes áreas del hospital, es crucial implementar protocolos estrictos de limpieza y desinfección para prevenir la transmisión de infecciones (ISRRT, 2024).

Uno de los desafíos en la bioseguridad de los equipos portátiles de rayos X es la limpieza de los detectores digitales y las superficies de contacto del equipo. Estos componentes deben desinfectarse regularmente con productos que no dañen los materiales pero que sean eficaces contra una amplia gama de patógenos, incluidos virus y bacterias resistentes a antibióticos. Además, es esencial que el personal médico esté capacitado en la correcta utilización de equipos de protección personal durante la operación y limpieza del equipo para evitar la contaminación cruzada.

Además de la limpieza regular, los equipos portátiles de rayos X deben estar diseñados con superficies lisas y resistentes a los productos de limpieza para facilitar su desinfección y minimizar el riesgo de acumulación de patógenos. La bioseguridad también implica el manejo adecuado de desechos generados durante el uso de estos equipos, asegurando que se sigan los protocolos establecidos para la disposición de materiales contaminados y la limpieza posterior al uso (ISRRT, 2024).

La bioseguridad en el uso del MobileDaRt Evolution es un aspecto clave, especialmente en entornos hospitalarios donde el riesgo de contaminación cruzada es alto. El equipo está diseñado con superficies lisas y resistentes que facilitan su limpieza y desinfección. Esta característica es especialmente importante en áreas críticas como las UCI y quirófanos, donde los pacientes son más susceptibles a infecciones. Para mantener la bioseguridad, se recomienda la limpieza regular de los detectores y las superficies externas del equipo con desinfectantes apropiados.

Desde un punto de vista técnico, la bioseguridad del MobileDaRt Evolution MX8 se sustenta en varias características diseñadas para minimizar el riesgo de contaminación y facilitar la limpieza y desinfección del equipo en entornos clínicos. Una de las principales características es la resistencia al polvo y al agua del detector de panel plano, que cumple con la norma IP67. Esta

protección evita la entrada de líquidos y partículas en los componentes internos del detector, asegurando su funcionamiento óptimo incluso en condiciones adversas, como en salas de operaciones o en áreas de cuidados intensivos donde el control de infecciones es crítico.

El diseño del MobileDaRt Evolution MX8 también incorpora surcos específicos en la estructura del equipo para sostener el FPD de manera vertical mientras se coloca una cubierta estéril. Esto permite cubrir el dispositivo de manera eficiente sin comprometer su manejo, facilitando la adherencia a protocolos estrictos de bioseguridad. Adicionalmente, la pantalla táctil de 19 pulgadas tiene una superficie completamente plana que permite una limpieza rápida y efectiva, reduciendo el riesgo de contaminación cruzada y asegurando un entorno seguro para el paciente y el operador.

El equipo está diseñado para soportar cargas y presiones accidentales gracias a su carcasa resistente a los impactos, lo que protege los componentes internos de daños y facilita su desinfección. Esta característica, junto con la facilidad de conexión a monitores externos para compartir imágenes sin contacto directo con el equipo, contribuye a un entorno más seguro y controlado, especialmente en áreas donde la asepsia es fundamental, como en las unidades de cuidados intensivos neonatales y quirófanos.

#### **2.2.6. Buena Ergonomía**

La ergonomía es un aspecto crucial en el diseño y operación de los equipos portátiles de rayos X, ya que estos dispositivos deben ser manejados de manera eficiente y segura por el personal médico en diversas condiciones clínicas. Un diseño ergonómico adecuado contribuye no solo a la comodidad del operador, sino también a la precisión y seguridad en la realización de procedimientos radiológicos (Demetria, 2020).

Una de las principales consideraciones ergonómicas en estos equipos es el peso y la maniobrabilidad. Los equipos portátiles deben ser lo suficientemente ligeros para ser transportados fácilmente entre diferentes áreas del hospital, pero también lo suficientemente robustos para garantizar la estabilidad durante su uso. El diseño debe permitir que el operador pueda mover y posicionar el equipo con un esfuerzo mínimo, reduciendo así el riesgo de lesiones musculoesqueléticas (GE-HealthCare, 2021).

Otro aspecto ergonómico importante es la accesibilidad de los controles. Los equipos deben estar equipados con interfaces de usuario intuitivas que faciliten la rápida configuración y ajuste de los parámetros de exposición, como el kV y el mA. Además, los controles deben estar colocados de manera que el operador pueda acceder a ellos sin necesidad de realizar movimientos repetitivos o incómodos, lo que ayuda a reducir la fatiga durante largas jornadas de trabajo (Konica Minolta, 2021).

Finalmente, la adaptabilidad del equipo a diferentes posiciones de trabajo es crucial. Los equipos portátiles de rayos X deben poder ajustarse en altura y ángulo para adaptarse a una variedad de procedimientos y posiciones del paciente. Esta flexibilidad no solo mejora la comodidad del operador, sino que también garantiza que las imágenes obtenidas sean de alta calidad, independientemente de las condiciones del entorno.

El diseño ergonómico del MobileDaRt Evolution está pensado para facilitar su uso en entornos clínicos complejos, donde la maniobrabilidad y la comodidad del operador son esenciales. Una de sus principales innovaciones es la columna telescópica colapsable, la cual permite ajustar la altura del tubo de rayos X, mejorando significativamente la visibilidad frontal durante el transporte y la maniobrabilidad del equipo en espacios reducidos, como salas de cuidados intensivos o quirófanos. Este diseño de baja altura y perfil curvo proporciona una

experiencia de conducción natural y cómoda, reduciendo la carga física sobre el operador y facilitando la navegación en áreas congestionadas.

El equipo está equipado con un sistema de asistencia de movimiento optimizado, que ofrece una conducción suave y responsiva. Este sistema de asistencia motorizada facilita los desplazamientos en todas las direcciones, asegurando un control preciso al moverse hacia adelante, detenerse o cambiar de dirección rápidamente. Además, el MobileDaRt Evolution MX8 cuenta con múltiples botones "All Free" distribuidos estratégicamente alrededor del equipo, los cuales liberan simultáneamente los bloqueos electromagnéticos del brazo telescópico y la columna, permitiendo un posicionamiento rápido y preciso desde cualquier dirección. Esta característica minimiza la necesidad de realizar esfuerzos repetitivos o maniobras incómodas por parte del operador, mejorando la eficiencia del trabajo y reduciendo la fatiga.

Otra característica destacada es la adaptabilidad de la altura del mango, que se puede ajustar fácilmente para adaptarse a la preferencia y comodidad del operador. Esta flexibilidad, junto con el diseño de perfil bajo y los controles de colimador ubicados en ambos lados del equipo, permite ajustar el campo de irradiación de manera intuitiva y sin necesidad de desplazarse alrededor del paciente. Además, el equipo puede equiparse con un control remoto inalámbrico para la exposición, lo que facilita el uso del dispositivo sin contacto directo y en condiciones donde la proximidad al paciente es limitada. Estos elementos de diseño ergonómico no solo mejoran la operatividad del equipo, sino que también contribuyen a un entorno de trabajo más seguro y eficiente.

### **2.2.7. Cuidados Del Equipo**

El cuidado adecuado de los equipos portátiles de rayos X es esencial para asegurar su longevidad y funcionalidad óptima. Estos equipos son una inversión significativa para las instituciones médicas, y su correcto mantenimiento puede prevenir fallas que podrían afectar la calidad de la atención médica y la seguridad del paciente. Uno de los aspectos más críticos en el cuidado de estos equipos es el mantenimiento regular del tubo de rayos X. Este componente es fundamental para la generación de imágenes y está sujeto a desgaste con el tiempo. El mantenimiento preventivo incluye la inspección y, cuando sea necesario, la recalibración del tubo para asegurar que esté funcionando dentro de los parámetros especificados. Además, los sistemas de refrigeración del tubo deben revisarse periódicamente para evitar el sobrecalentamiento, que podría reducir la vida útil del equipo (Selby, 2020).

El cuidado de los detectores digitales también es crucial. Estos detectores son sensibles y deben manipularse con cuidado para evitar daños que podrían afectar la calidad de la imagen. Se recomienda limpiar regularmente las superficies del detector con productos apropiados que no causen abrasiones. Además, es importante seguir protocolos específicos de almacenamiento cuando los detectores no están en uso, para protegerlos de impactos y el almacenamiento adecuado de los detectores digitales es crucial. Estos detectores deben mantenerse en entornos controlados que minimicen la exposición a la humedad y el polvo, factores que podrían afectar su sensibilidad y precisión. Además, es esencial realizar calibraciones periódicas del sistema para asegurar que los detectores continúen proporcionando imágenes de alta calidad y que el equipo funcione correctamente en su conjunto (Hutchison C. , 2022).

Igualmente, el personal debe estar capacitado en técnicas adecuadas de manejo para evitar golpes y daños mecánicos. Además, se recomienda utilizar fundas protectoras y carros de

transporte diseñados específicamente para estos equipos, lo que asegura que se mantengan en óptimas condiciones durante su uso y almacenamiento.

El mantenimiento del MobileDaRt Evolution MX8 incluye procedimientos técnicos específicos que garantizan la precisión y seguridad en su operación diaria. Una parte fundamental del mantenimiento es la verificación periódica del sistema de colimación y ajuste del haz de rayos X, que asegura que la irradiación se mantenga dentro de los parámetros específicos para cada tipo de estudio. Esto implica calibrar los límites del campo de radiación y asegurarse de que el colimador esté alineado correctamente con el tubo de rayos X, lo cual es crítico para evitar la exposición innecesaria a la radiación fuera del área de interés y mantener la calidad de la imagen.

Otro aspecto importante es el mantenimiento del generador de alta frecuencia, que requiere monitoreo regular para detectar posibles fluctuaciones en el suministro de energía al tubo de rayos X. Cualquier desviación en la salida de voltaje puede afectar la calidad de las imágenes y la seguridad del paciente, por lo que se recomienda realizar pruebas de consistencia y estabilidad del generador, así como la inspección de los circuitos de modulación de pulsos que regulan la emisión de rayos X. Además, es esencial verificar el estado de los cables de conexión y los conectores del generador para evitar posibles fallos eléctricos.

El cuidado de las baterías del equipo es también un componente crucial del mantenimiento. El MobileDaRt Evolution MX8 utiliza baterías recargables que deben ser inspeccionadas regularmente para garantizar su correcta capacidad de carga y autonomía. Se recomienda realizar ciclos de carga completos para evitar la degradación prematura de las celdas, así como limpiar los contactos de las baterías y sus compartimentos para prevenir problemas de conexión. Estas medidas aseguran que el equipo esté siempre listo para su uso en situaciones de emergencia, evitando interrupciones en el servicio debido a fallos en el suministro de energía interna.

### **2.2.8. Equipo Portátil De Rayos X En Áreas Clínicas**

El MobileDaRt Evolution MX8 está diseñado para ofrecer una movilidad eficiente y segura en diversos entornos clínicos, adaptándose a las necesidades específicas de cada área. En unidades de urgencias y cuidados intensivos (UCI), la columna telescópica colapsable facilita la maniobrabilidad del equipo en espacios reducidos, permitiendo ajustar la altura para mejorar la visibilidad frontal durante el transporte. Esto es particularmente útil al moverse entre camas y equipos médicos, minimizando la necesidad de reposicionar al paciente o retirar dispositivos adjuntos. Además, el sistema de asistencia motorizada optimizada proporciona un control suave y preciso en todas las direcciones, lo que permite maniobrar con facilidad en corredores estrechos y alrededor de otros equipos médicos, garantizando un desplazamiento fluido y seguro en situaciones críticas.

En el entorno quirúrgico, el MobileDaRt Evolution MX8 se destaca por su diseño de perfil bajo, que permite un acceso sin obstrucciones al área de operaciones sin interferir con el campo estéril. La integración de controles "All Free" en el colimador y la columna permite liberar simultáneamente los bloqueos de posición, facilitando el ajuste rápido y preciso del equipo sin necesidad de realizar maniobras complicadas. Esto es esencial durante procedimientos donde el tiempo de ajuste es limitado y la precisión es crucial. Adicionalmente, el equipo incluye un parachoques de tacto suave que detiene automáticamente el movimiento ante cualquier presión, protegiendo tanto al equipo como a los profesionales de la salud de posibles accidentes.

En pediatría, el MobileDaRt Evolution MX8 está optimizado para realizar estudios sin necesidad de mover al paciente. Su capacidad para adaptarse a los espacios confinados de las incubadoras y la facilidad de uso del detector de panel plano (FPD) dentro de bandejas especializadas, minimiza el estrés en pacientes neonatales y asegura la obtención de imágenes de

alta calidad con la mínima manipulación. La maniobrabilidad del equipo y la capacidad de operar en áreas con restricciones de espacio permiten un uso eficiente en todas las etapas de atención pediátrica, desde la unidad neonatal hasta las salas de pediatría general, ofreciendo una solución integral para la imagenología en este grupo de pacientes.

### **2.2.9. Estudios que se realizan con un equipo portátil de rayos X**

Los equipos portátiles de rayos X son herramientas versátiles y esenciales en una variedad de entornos clínicos, permitiendo la realización de estudios diagnósticos en pacientes que no pueden ser trasladados fácilmente a una sala de radiología. Uno de los usos más comunes de estos equipos es en unidades de cuidados intensivos (UCI), donde los pacientes pueden estar demasiado críticos para ser movidos. Los estudios de tórax son particularmente frecuentes en estas unidades, permitiendo la detección de patologías como neumonía, derrame pleural, o la verificación de la colocación correcta de dispositivos médicos (Baratella et al., 2021).

Además de su uso en cuidados intensivos, los equipos portátiles de rayos X son fundamentales en salas de emergencia y quirófanos. En las salas de emergencia, estos equipos se utilizan para realizar radiografías rápidas que permiten el diagnóstico inmediato de fracturas, traumas torácicos, y otras condiciones agudas. En el entorno quirúrgico, los rayos X portátiles se utilizan para guiar procedimientos, como la inserción de clavos intramedulares en fracturas óseas o la colocación de dispositivos de fijación en la columna vertebral. La capacidad de obtener imágenes en tiempo real es crucial para asegurar la precisión de estos procedimientos (GE-Healthcare, 2021).

El MobileDaRt Evolution es ideal para realizar estudios radiológicos en pacientes que no pueden ser trasladados a una sala de rayos X convencional. Entre los estudios más comunes

realizados con este equipo están las radiografías de tórax, abdomen y extremidades. Estas imágenes son esenciales para el diagnóstico de condiciones como neumonías, fracturas y derrames pleurales. Gracias a su diseño portátil, el equipo se puede desplazar fácilmente hasta el paciente, lo que es fundamental en unidades de cuidados intensivos y quirófanos, donde la movilidad del paciente está comprometida.

El MobileDaRt Evolution MX8 permite realizar una variedad de estudios diagnósticos específicos en diversos entornos clínicos, aprovechando sus características técnicas avanzadas y su diseño adaptable. En el contexto de salas de urgencias, el equipo se utiliza principalmente para la realización de radiografías rápidas, necesarias para la evaluación inmediata de pacientes con trauma, fracturas, hemorragias internas o condiciones agudas que requieren una rápida intervención. La capacidad del sistema para verificar la imagen en menos de cinco segundos después de la exposición permite a los médicos tomar decisiones rápidas y continuar con el tratamiento sin demoras significativas.

En las unidades de cuidados intensivos (UCI), el MobileDaRt Evolution MX8 es ideal para la monitorización continua de pacientes críticos. Gracias a su brazo telescópico de 120 cm y su diseño de perfil bajo, el equipo puede realizar estudios de radiografía torácica, abdominal y de extremidades sin necesidad de mover al paciente, lo que es crucial en casos de ventilación mecánica o soporte vital. La capacidad de almacenamiento de hasta 2500 imágenes en la unidad principal facilita la comparación de estudios a lo largo del tiempo, permitiendo una evaluación detallada de la evolución del paciente.

En Pediatría y cuidados neonatales, el equipo está optimizado para minimizar la exposición a radiación en pacientes jóvenes y frágiles. Los filtros pediátricos en el colimador reducen la radiación innecesaria, y el diseño compacto del detector permite realizar estudios dentro de las

bandejas de las incubadoras, evitando el traslado de neonatos y reduciendo el estrés y el riesgo de complicaciones. Esto es fundamental para la realización de radiografías en neonatos con condiciones respiratorias o para el seguimiento de desarrollos patológicos en recién nacidos.

En las salas de operaciones, el MobileDaRt Evolution MX8 se utiliza para confirmar la correcta colocación de implantes y dispositivos médicos durante los procedimientos quirúrgicos, así como para verificar la presencia de objetos retenidos. Su capacidad para realizar radiografías dinámicas en tiempo real permite observar el movimiento de dispositivos implantados o el funcionamiento de órganos internos durante y después de la cirugía, ofreciendo un soporte crítico para el equipo quirúrgico en la toma de decisiones intraoperatorias.

#### **2.2.10. Imágenes De Referencias**

El MobileDaRt Evolution MX8 se destaca por su capacidad avanzada para la visualización precisa de dispositivos médicos como catéteres, tubos endotraqueales y sondas en diversos entornos clínicos. Este equipo utiliza un detector de panel plano (FPD) sin vidrio con un tamaño de píxel de 99 micrómetros, lo que permite capturar imágenes de alta resolución y nitidez. Gracias a esta tecnología, es posible identificar claramente la ubicación y trayecto de los catéteres intravasculares, asegurando su correcta colocación y evitando complicaciones como dobleces o desplazamientos no deseados. Asimismo, el equipo facilita la verificación de la posición adecuada de los tubos endotraqueales, observando su ubicación a unos 2-3 cm por encima de la carina, un aspecto crucial en pacientes con ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos. La capacidad de realizar estas evaluaciones sin necesidad de trasladar al paciente es una ventaja significativa en términos de seguridad y comodidad.

En comparación con los equipos de rayos X tradicionales, el MobileDaRt Evolution MX8 ofrece una versatilidad superior al permitir la obtención de imágenes directamente en la cama del paciente, sin requerir su desplazamiento a una sala de radiología fija. Además, la resolución y claridad del detector de panel plano del MobileDaRt Evolution MX8 superan a las de los sistemas convencionales, permitiendo una visualización detallada de dispositivos médicos finos, como las sondas nasogástricas, cuya posición puede ser verificada con precisión en cada radiografía.

Otra ventaja significativa del MobileDaRt Evolution MX8 es su capacidad para adaptarse a las necesidades específicas de los pacientes pediátricos y neonatales. Equipado con filtros especializados en el colimador, el equipo puede reducir la exposición a rayos X de baja energía, protegiendo a estos pacientes vulnerables de dosis innecesarias de radiación. Este nivel de adaptabilidad y seguridad no se encuentra en los equipos tradicionales de rayos X, que a menudo carecen de las opciones de ajuste personalizadas necesarias para optimizar la dosis y calidad de imagen en pacientes pediátricos. En resumen, el MobileDaRt Evolution MX8 no solo mejora la eficiencia y calidad de los estudios diagnósticos, sino que también eleva el estándar de atención en la práctica clínica diaria.

## **2.3.Marco Legal**

El marco legal aborda el conjunto de normativas, leyes, y regulaciones aplicables al tema de estudio. Este apartado se enfoca en analizar y explicar las disposiciones legales que enmarcan el uso de tecnologías, prácticas o procedimientos dentro del contexto investigado.

### **2.3.1. Normativa Internacional**

El uso de equipos portátiles de rayos X está regulado a nivel internacional para garantizar la seguridad tanto de los pacientes como del personal médico. Organizaciones como la Organización Internacional de Energía Atómica (IAEA) y la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) han establecido directrices fundamentales que regulan la dosis de radiación permitida, la protección radiológica y la formación requerida para los operadores de estos equipos. Por ejemplo, la IAEA, a través del International Basic Safety Standards (BSS), proporciona un marco integral que sirve de referencia para los países que buscan establecer o reforzar sus regulaciones nacionales en este campo. Estas directrices son esenciales para garantizar un uso seguro y eficaz de la tecnología radiológica en todo el mundo (International Atomic Energy Agency, 2014).

En el contexto de la Unión Europea, el uso de equipos radiológicos está normado por la Directiva 2013/59/Euratom, conocida también como la Directiva BSS de Euratom. Esta directiva establece normas básicas de seguridad para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, abarcando desde la justificación de las prácticas que implican radiación hasta la optimización de la protección y la limitación de las dosis para pacientes y trabajadores (European Commission, 2014). Por su parte, en los Estados Unidos, la Food and Drug Administration (FDA) es la entidad encargada de regular el diseño, la fabricación y la distribución

de dispositivos médicos, incluidos los equipos de rayos X portátiles. A través del Code of Federal Regulations (CFR), Título 21, la FDA establece normativas detalladas que abarcan desde la calibración de los equipos hasta los requisitos de etiquetado, asegurando así su seguridad y eficacia en el uso clínico (FDA, 2018).

### **2.3.2. Legislación Nacional**

En Panamá, el uso de equipos portátiles de rayos X está regulado por el Ministerio de Salud (MINSa), que ha establecido normativas y directrices específicas para garantizar el uso seguro de radiaciones ionizantes en el ámbito médico. El MINSa, a través del Departamento de Salud Radiológica, supervisa el cumplimiento de las normativas internacionales adaptadas al contexto nacional, asegurando que los equipos de rayos X cumplan con los estándares de seguridad vigentes. Entre las regulaciones nacionales, se destaca la exigencia de capacitación continua para el personal que opera estos equipos, así como la obligatoriedad de realizar inspecciones periódicas para verificar que los dispositivos se mantengan en condiciones óptimas y no representen un riesgo para la salud pública.

Es relevante destacar que la Ley 53 de 2009 de Panamá actualiza y regula de manera específica el ejercicio de la profesión de Tecnólogo en Radiología e Imágenes. Esta ley no solo redefine los requisitos y categorías profesionales dentro del campo de la radiología, sino que también establece la necesidad de contar con un título técnico o de licenciatura debidamente reconocido y la obtención de un certificado de idoneidad expedido por el Consejo Técnico de Salud. Estas disposiciones aseguran que los profesionales que operan equipos radiológicos en el país cumplan con los estándares necesarios para garantizar la seguridad y eficacia en su uso, lo que es crucial para la protección radiológica de los pacientes y del personal.

Además, la ley introduce mecanismos para la estabilidad laboral y la protección de los derechos de los tecnólogos en radiología, incluyendo una clasificación clara de las posiciones de liderazgo dentro del sector y un marco para la actualización periódica de las escalas salariales en función de la experiencia y la formación continua. Estos elementos son esenciales para mantener un alto nivel de profesionalismo y motivación en el campo de la radiología, asegurando que los tecnólogos estén adecuadamente equipados y protegidos para desempeñar sus funciones en un entorno que está en constante evolución tecnológica y que requiere un estricto cumplimiento de las normativas de seguridad radiológica.

**CAPÍTULO 3:**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### **Capítulo 3: Marco Metodológico**

En el Marco Metodológico se define el enfoque y los métodos que se utilizarán para abordar el problema de investigación. Este Marco proporciona una estructura clara sobre cómo se llevará a cabo el estudio, detallando los tipos de investigación, diseño, fuentes de información y los métodos de análisis que se emplearán para recolectar y analizar los datos. A continuación, se presentarán los aspectos clave del marco metodológico de esta investigación.

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

La investigación se desarrolló bajo **Revisión Documental**.

Este estudio se enmarcó en una investigación aplicada, cuyo principal objetivo fue desarrollar un recurso didáctico, específicamente una guía práctica y accesible para el uso de equipos portátiles de rayos X, destinada a los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander. La investigación aplicada resultó crucial en este contexto, ya que buscó resolver problemas concretos mediante la creación de soluciones prácticas (Trochim et al., 2015), en este caso, una guía didáctica que facilitara la formación de los estudiantes en el uso adecuado de los equipos portátiles de rayos X.

Por otro lado, esta investigación se definió como descriptiva y documental. En cuanto a la investigación descriptiva, su objetivo principal fue describir de manera sistemática las características de un fenómeno o población. No buscó establecer relaciones causales entre variables, sino más bien proporcionar un panorama detallado y preciso de lo que se estudiaba. Este enfoque resultó esencial para el desarrollo de una guía didáctica, ya que permitió identificar y caracterizar los elementos clave que debían incluirse en el recurso formativo (Creswell, 2009). Asimismo, la investigación documental se basó en la recopilación, revisión y análisis de

información proveniente de fuentes primarias, tales como libros, artículos científicos, informes y otros documentos relevantes (McCulloch, 2020). Este enfoque proporcionó un marco teórico robusto y actualizado, necesario para el desarrollo de la guía.

Finalmente, el diseño de esta investigación combinó los enfoques descriptivo y documental. El diseño descriptivo permitió detallar y analizar los aspectos teóricos y prácticos relacionados con el uso de equipos portátiles de rayos X, asegurando que la guía cubriera estos elementos de manera exhaustiva. A su vez, el enfoque documental facilitó la recopilación y síntesis de información relevante y actualizada, garantizando que la guía didáctica respondiera a las necesidades formativas identificadas y estuviera alineada con los objetivos específicos de la investigación.

### **3.2.Fuentes de información**

En esta investigación, se utilizaron exclusivamente fuentes de información bibliográfica, las cuales fueron fundamentales para construir el marco teórico y desarrollar una guía didáctica sobre el uso de equipos portátiles de rayos X. Las fuentes primarias incluyeron la revisión exhaustiva de literatura académica, como artículos científicos, manuales técnicos, guías de procedimientos y normativas vigentes relacionadas con la radiología. Estas fuentes fueron esenciales para proporcionar una base sólida y actualizada para la guía didáctica, asegurando que el contenido fuera relevante y riguroso.

Creswell, (2009), señala que las fuentes literarias son esenciales en la investigación documental, ya que permiten al investigador construir un marco teórico robusto al analizar estudios previos, guías, manuales y otras publicaciones relevantes. Este enfoque facilita la obtención de información actualizada y valida la relevancia del contenido desarrollado.

Asimismo, se consultaron publicaciones de organizaciones internacionales y profesionales en el campo de la Radiología, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), y asociaciones de Radiología reconocidas. Estas organizaciones proporcionaron directrices y estándares que fueron cruciales para asegurar que la guía se basara en la información más actualizada y relevante.

Además, se tomaron en cuenta recursos educativos y bibliográficos disponibles en bases de datos académicas confiables, como Google Scholar, PubMed, Scielo, y otros repositorios académicos. En resumen, las fuentes de información seleccionadas garantizaron que el contenido de la guía didáctica estuviera fundamentado en conocimientos sólidos y ampliamente reconocidos en la comunidad académica y profesional, alineándose con las normas y estándares internacionales en el ámbito de la Radiología.

### **3.3. Plan de análisis de resultados**

El plan de análisis de resultados es una etapa crucial en la investigación, ya que determina cómo se procesará y evaluará la información recopilada para responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos planteados. En esta investigación, el análisis de resultados se llevará a cabo a través de un enfoque cualitativo, dado que el objetivo principal es desarrollar una guía didáctica basado en la revisión de literatura secundaria (Patton, 2015).

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis temático de las fuentes primarias recopiladas, lo cual implicó identificar, organizar y examinar los patrones temáticos que emergieron de la literatura revisada. Este análisis permitió clasificar la información en categorías clave relacionadas con los aspectos teóricos y prácticos del uso de equipos portátiles de rayos X. La codificación de

estos temas facilitó la organización del contenido de la guía, asegurando que se abordaran todos los elementos esenciales identificados en la revisión de la literatura (Matthew et al., 2013).

Finalmente, los resultados del análisis fueron sintetizados en un formato que facilitó la redacción de la guía didáctica, destacando los aspectos más relevantes y prácticos para los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas. Adicionalmente, se presenta una matriz bibliográfica que organizó las referencias utilizadas, facilitando la consulta y validación de la información recopilada. La síntesis de estos resultados proporcionó una base sólida para el desarrollo de un contenido educativo claro, conciso y directamente aplicable en la formación de los estudiantes.

El análisis de resultados se centró en la identificación de patrones temáticos, la comparación de prácticas internacionales, y la síntesis de la información relevante, asegurando que la guía didáctica resultante fuera un recurso integral y de alta calidad.

### **3.4. Diagrama de flujo de la revisión documental**

Para estructurar la revisión documental llevada a cabo en esta investigación, se utilizó un enfoque basado en la identificación y selección de artículos relevantes en bases de datos académicas de renombre. El proceso siguió diversas etapas, desde la búsqueda inicial hasta la selección final de estudios que aportaran valor teórico y práctico al desarrollo de la guía didáctica para equipos portátiles de rayos X.

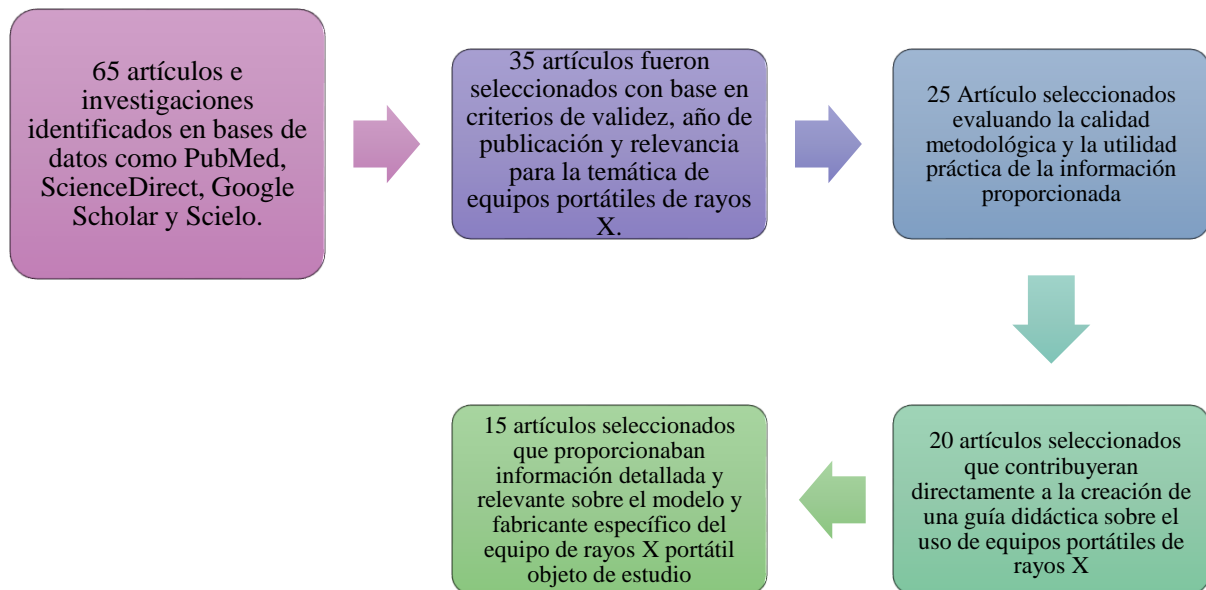
En el proceso de revisión documental, se identificaron inicialmente 65 artículos relevantes en bases de datos académicas como PubMed, ScienceDirect, Google Scholar y Scielo. Estos artículos fueron seleccionados en función de su relevancia general en la temática de los equipos portátiles de rayos X. Posteriormente, se llevó a cabo una revisión inicial que consistió en una

lectura rápida y la eliminación de duplicados, aplicando criterios de validez y año de publicación, lo que redujo el número de artículos a 50. En la siguiente fase, se evaluaron los títulos y resúmenes para determinar su pertinencia específica respecto a la temática central, lo que resultó en 35 artículos seleccionados. Luego, se realizó un análisis más exhaustivo del contenido de cada estudio, evaluando la calidad metodológica y la utilidad práctica de la información proporcionada, proceso que culminó con la selección de 25 artículos. En esta etapa, se aplicaron criterios específicos de inclusión y exclusión, priorizando aquellos estudios que contribuyeran directamente a la creación de una guía didáctica sobre el uso de equipos portátiles de rayos X. De este modo, se seleccionaron 20 artículos que cumplieron con estos requisitos.

Finalmente, se priorizaron los artículos que proporcionaban información detallada y relevante sobre el modelo y fabricante específico del equipo de rayos X portátil objeto de estudio, lo que resultó en una selección final de 15 artículos, los cuales constituyeron la base para el desarrollo y estructuración de la guía didáctica. Este enfoque riguroso y sistemático aseguró que solo se incluyeran aquellos estudios que aportaran una contribución significativa y alineada con los objetivos de la investigación, garantizando así la calidad y la pertinencia de la guía.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que resume las principales etapas del proceso de revisión documental.

Figura 1 Diagrama de flujo



Fuente: Autores.

### 3.5. Presentación de la información

La forma en que se presentó la información resultó fundamental en esta investigación, ya que aseguró que los descubrimientos y resultados se transmitieran de manera clara y comprensible para los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas. Con este propósito, la información se estructuró de manera organizada, permitiendo que los contenidos fueran de fácil comprensión y aplicación.

Se utilizó un enfoque metodológico que dividió la guía didáctica en secciones bien definidas, abarcando tanto los fundamentos teóricos como las prácticas asociadas al uso de equipos portátiles de rayos X. Cada una de estas secciones comenzó con una introducción que proporcionó el contexto necesario, seguida de ejemplos prácticos, diagramas explicativos y resúmenes para facilitar el entendimiento y la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos.

De igual manera, se añadieron gráficos, tablas y figuras que ilustraron los conceptos clave y los procedimientos técnicos esenciales. Estas herramientas visuales contribuyeron a que los estudiantes comprendieran mejor los procesos y logaran aplicar de manera eficiente las instrucciones relacionadas con el manejo de los equipos.

Al final de cada sección, se presentaron resúmenes acompañados de preguntas de autoevaluación. Esta estrategia permitió que los estudiantes verificaran su comprensión de los temas abordados y reforzaran los conceptos más importantes antes de las evaluaciones o las prácticas clínicas, promoviendo un aprendizaje autónomo y eficaz.

La guía es de acceso libre mediante un enlace disponible para estudiantes y profesionales, asegurando que todos los interesados puedan consultar el material de forma sencilla y gratuita. De esta manera, se facilita la difusión y el uso de la guía en diversos entornos educativos. En resumen, la información se presenta de forma clara, didáctica y accesible, combinando texto, gráficos y herramientas interactivas para optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

### **3.6. Actividades para mantener aspectos éticos**

Los aspectos éticos en la investigación científica se refieren a las normas y principios que guían la conducta de los investigadores para garantizar la integridad, transparencia y responsabilidad en el proceso de investigación. Estos aspectos incluyen la honestidad en la recolección y presentación de datos, el respeto por los derechos y bienestar de los sujetos involucrados, la confidencialidad, y la obtención del consentimiento informado cuando se trata de investigaciones con seres humanos (Resnik, 2018).

Los principios éticos aseguran que la investigación se realice de manera justa y respetuosa, minimizando los riesgos y daños potenciales. Además, la adherencia a estos principios fomenta la

confianza pública en la investigación científica y garantiza que los resultados obtenidos sean válidos y útiles para la sociedad (Beauchamp et al., 2019).

En una investigación descriptiva documental, los aspectos éticos se centran en la correcta utilización y citación de las fuentes, el respeto por los derechos de autor, la integridad en el análisis y la interpretación de los datos, y la transparencia en la presentación de los hallazgos. Es fundamental evitar el plagio, asegurando que todas las fuentes utilizadas sean adecuadamente citadas y que los resultados sean presentados de manera objetiva, sin manipulación o distorsión de la información (Uwe, 2022).

En el contexto de esta investigación, que fue de carácter descriptivo y documental, se aplicaron estrictamente estos aspectos éticos. Se garantizó la correcta citación de todas las fuentes utilizadas, respetando los derechos de autor y asegurando la integridad y objetividad en el análisis de la información. Además, se mantuvo la transparencia en la presentación de los resultados, evitando cualquier forma de manipulación de los datos. Es importante destacar que esta investigación no involucró la recolección de datos de seres humanos, por lo que no fue necesaria la obtención de consentimiento informado ni la implementación de medidas adicionales para la protección de sujetos de estudio.

**CAPÍTULO 4:**  
**PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE**  
**RESULTADOS**

## Capítulo 4: Presentación y Análisis de Resultados

### 4.1. Presentación de resultados

Figura 2 Sección de inicio de rayosportatiles.com



Fuente: rayosportatiles.com

La guía didáctica que se presenta en este proyecto ha sido desarrollada con el propósito de ofrecer un recurso educativo integral sobre el uso de equipos portátiles de rayos X. Este material está alojado en el portal web denominado rayosportatiles.com, una plataforma digital que facilita

el acceso a contenido académico y técnico verificado, destinado principalmente a estudiantes de radiología y profesionales de la salud. A través de esta guía, se busca fortalecer las competencias en el manejo seguro y eficaz de estos dispositivos, iniciando con el análisis del modelo MobileDaRt Evolution (Versión MX8). Esta plataforma tiene como objetivo contribuir a una formación más sólida y actualizada en este campo clave para la práctica clínica.

El proyecto rayosportátiles.com es una propuesta innovadora que responde a la necesidad identificada en el ámbito educativo y clínico, donde se observa una carencia de recursos especializados que integren tanto aspectos teóricos como prácticos del manejo de estos dispositivos. Así, rayosportátiles.com se plantea como una plataforma digital destinada a estudiantes de Radiología y profesionales de la salud, quienes requieren una formación sólida y actualizada sobre el uso seguro y eficaz de los equipos portátiles de rayos X en diversos entornos clínicos.

La página web presenta una estructura sencilla y funcional que facilita el acceso a la información. Desde la página de inicio, los usuarios encontrarán una introducción clara sobre la importancia del uso de estos dispositivos, destacando su relevancia en situaciones de emergencia, cuidados intensivos y quirófanos, donde la rapidez y calidad de las imágenes radiológicas son cruciales. Además, la sección “Nosotros” ofrece una descripción detallada del equipo responsable del proyecto, enfatizando su compromiso con la educación y la mejora continua en el ámbito de la radiología.

Por otra parte, la plataforma incluirá una ventana de publicaciones donde se compartirán artículos técnicos, tutoriales y guías prácticas respaldadas por información académica verificable. Este contenido permitirá a los estudiantes y profesionales acceder a recursos actualizados que les faciliten la comprensión y el uso eficiente de los equipos portátiles de rayos X. Adicionalmente,

se habilitará una ventana de contacto para que los usuarios puedan interactuar con los autores del proyecto, lo que fomentará un intercambio continuo de conocimientos y experiencias.

A través de la ventana de actualizaciones, se mantendrá a los usuarios informados sobre los últimos avances tecnológicos y novedades relacionadas con los equipos portátiles de rayos X, garantizando así un acceso constante a información relevante y actualizada. Esto resulta esencial para que los futuros radiólogos y profesionales del área puedan mantenerse al día con las innovaciones en este campo, fortaleciendo sus competencias y contribuyendo a mejorar la calidad de atención médica que ofrecen en sus respectivas instituciones.

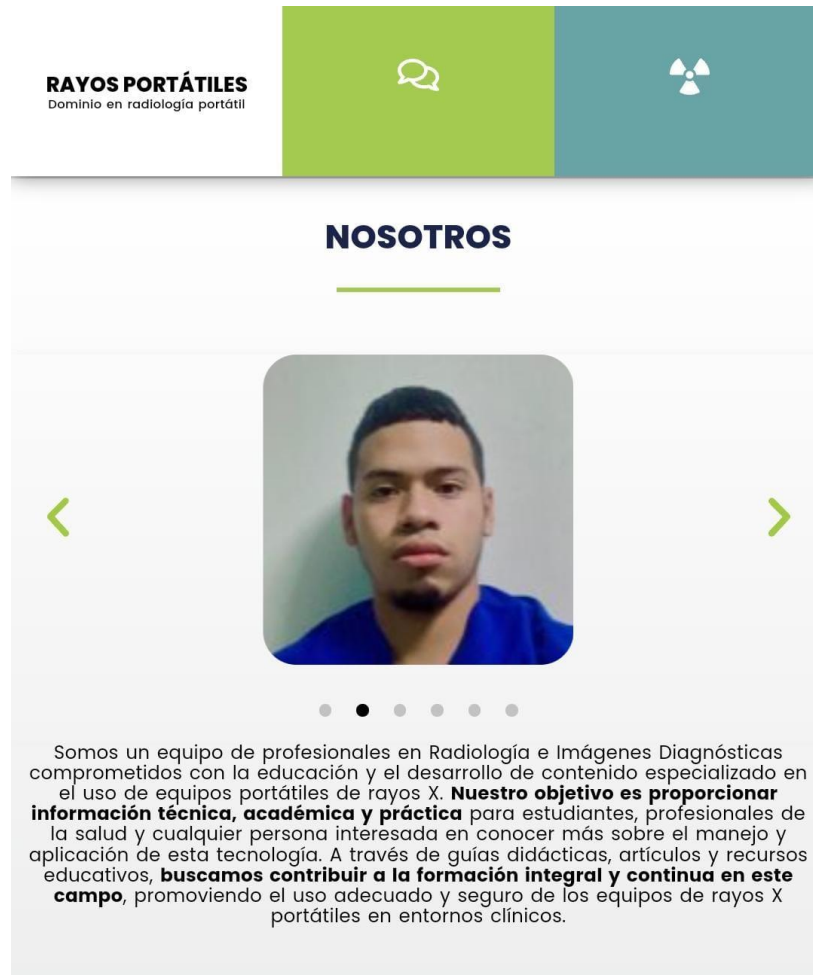
En conclusión, *rayosportatiles.com* se presenta como un recurso didáctico integral y accesible que busca cubrir una necesidad formativa en el uso de equipos de rayos X portátiles, comenzando con el análisis detallado del modelo MobileDaRt Evolution MX8. Con su enfoque en la educación digital y la aplicación práctica de los conocimientos, esta plataforma promete ser una herramienta valiosa para estudiantes y profesionales de la radiología.

#### **4.2. Discusión de resultados**

La plataforma *rayosportatiles.com* ha sido diseñada con el objetivo de proporcionar un recurso didáctico accesible y actualizado sobre el uso de equipos portátiles de rayos X, comenzando con el modelo MobileDaRt Evolution (Versión MX8). La página web se estructura en cuatro secciones clave, cada una con un rol específico dentro del portal.

## I. Nosotros

Figura 3 Sección nosotros de rayosportatiles.com



Fuente: rayosportatiles.com.

La sección "Nosotros" presenta al equipo de profesionales de la salud y estudiantes próximos a graduarse en la Licenciatura de Radiología e Imágenes Médicas, quienes están a cargo del desarrollo de este proyecto de grado. El equipo, con experiencia adquirida a lo largo de su formación académica, se ha comprometido a crear un recurso didáctico que apoye la formación de futuros profesionales de la salud. A través de esta sección, se busca generar confianza entre los usuarios, destacando que el contenido ofrecido en rayosportatiles.com está respaldado por un

grupo académico que garantiza la calidad y precisión del material, siempre orientado a cubrir las necesidades educativas y prácticas en el uso de equipos portátiles de rayos X.

## II. Guía

Figura 4 Sección guía de rayosportatiles.com



**RAYOS PORTÁTILES**  
Dominio en radiología portátil

**GUÍA**

Cada sección de la guía aborda un aspecto crucial del uso de equipos portátiles, desde los fundamentos de la física y las partes del equipo, hasta la protección radiológica, la bioseguridad y la limpieza, las áreas de trabajo, y los avances en imágenes e innovación. [Hacer clic en la imagen]

**- FÍSICA BÁSICA**



**+ PARTES DEL EQUIPO**

**+ PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

**+ BIOSEGURIDAD Y LIMPIEZA**

**+ ÁREAS DE TRABAJO**

**+ IMÁGENES E INNOVACIÓN**

**+ PASO A PASO**

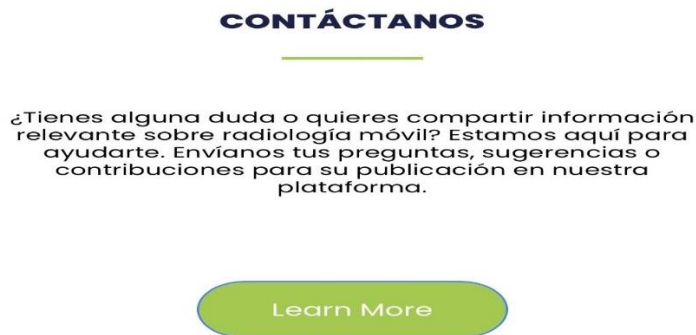
Fuente: rayosportatiles.com

La sección "Guía" es el núcleo académico de rayosportatiles.com, donde cada sección aborda un aspecto crucial del uso de equipos portátiles, desde los fundamentos de la física y las partes del equipo, hasta la protección radiológica, la bioseguridad y la limpieza, las áreas de trabajo, y los avances en imágenes e innovación. El contenido está orientado a estudiantes y profesionales de la salud que buscan mejorar sus competencias en el manejo de dispositivos como el MobileDaRt Evolution (Versión MX8). Cada publicación está respaldada por información verificada y actualizada, proporcionando un recurso confiable y accesible para apoyar el aprendizaje teórico y práctico en radiología.

El objetivo de esta sección es ofrecer un espacio donde los usuarios puedan acceder a material académico especializado, con énfasis en la correcta aplicación de las técnicas radiológicas y el uso seguro de los equipos portátiles. A medida que la plataforma crece, se actualizarán las publicaciones para incluir las últimas novedades y avances en el campo, garantizando así que el contenido siempre esté alineado con los requerimientos y tendencias actuales en el área de la radiología médica.

### III. Contáctanos

*Figura 5 Sección contáctanos de rayosportatiles.com*

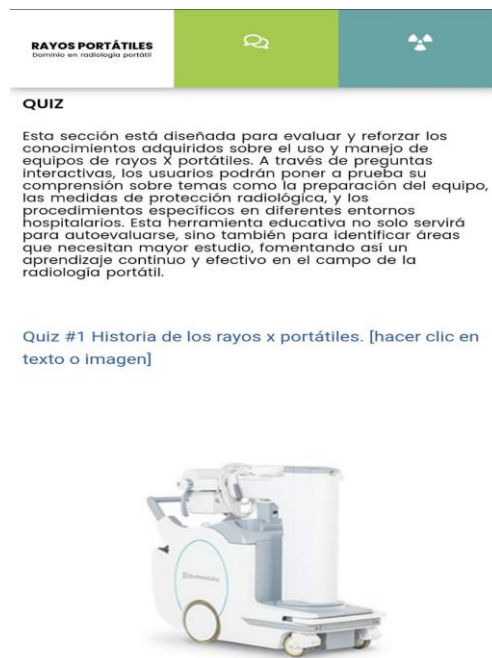


Fuente: rayosportatiles.com

La sección "Contáctanos" ofrece a los usuarios un canal directo para comunicarse con el equipo detrás de rayosportatiles.com. A través de este espacio, estudiantes y profesionales pueden enviar sus preguntas, sugerencias o comentarios sobre los contenidos publicados en la plataforma. Nuestro objetivo es fomentar una interacción continua y productiva con la comunidad de usuarios, de modo que podamos mejorar constantemente el material didáctico y adaptarlo a las necesidades específicas de quienes lo utilizan. El equipo está comprometido en ofrecer respuestas oportunas y relevantes, garantizando que cualquier duda relacionada con el manejo de equipos portátiles de rayos X sea resuelta con precisión. Además, el contacto directo permite crear un espacio de retroalimentación donde los usuarios pueden contribuir con sus propias experiencias o solicitar material adicional para mejorar su formación en radiología.

#### IV. Quiz

*Figura 6 Sección quiz de rayosportatiles.com*



Fuente: rayosportatiles.com

La sección "Quiz" está dedicada para evaluar y reforzar los conocimientos adquiridos sobre el uso y manejo de equipos de rayos X portátiles. A través de preguntas interactivas, los usuarios podrán poner a prueba su comprensión sobre temas como la preparación del equipo, las medidas de protección radiológica, los procedimientos específicos en diferentes entornos hospitalarios. Esta herramienta educativa no solo servirá para autoevaluarse, sino también para identificar áreas que necesitan mayor estudio, fomentando así un aprendizaje continuo y efectivo en el campo de la radiología portátil.

## V. Publicaciones

*Figura 7 Sección publicaciones de rayosportatiles.com*



Fuente: rayosportatiles.com

Este espacio garantiza que la plataforma esté siempre actualizada, ofreciendo información que permita a los estudiantes y profesionales de la salud mantenerse informados sobre los desarrollos más recientes en la industria.

Además, esta sección incluirá material didáctico de los equipos portátiles, asegurando que los usuarios tengan acceso a los datos más actuales y pertinentes para su formación y práctica clínica. Al estar en constante evolución, rayosportatiles.com busca ser un recurso dinámico que refleje los avances y tendencias del sector radiológico.

## VI. Entrevistas

*Figura 8 Sección entrevista de rayosportatiles.com*



Fuente: rayosportatiles.com

Esta sección de "Entrevistas" fue creada con el fin de que todos los usuarios puedan leer y obtener recomendaciones, actualizaciones y nuevos conocimientos por parte de profesionales experimentados en el ámbito laboral de la Radiología.

Para obtener más información y acceder a contenidos especializados sobre el uso de equipos portátiles de rayos X, te invitamos a visitar nuestra página web en [rayosportatiles.com](http://rayosportatiles.com).

## CONCLUSIONES

En conclusión, la creación de la página WEB que contiene la guía didáctica para el uso de equipos portátiles de rayos X constituye un aporte significativo al proceso formativo de los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander. Esta investigación responde a la necesidad de contar con un recurso educativo que no solo integre los aspectos teóricos fundamentales, sino que también ofrezca aplicaciones prácticas alineadas con las exigencias del entorno clínico. Los hallazgos obtenidos subrayan la importancia de proporcionar herramientas que mejoren el desempeño técnico y operativo de los estudiantes, garantizando así un manejo más seguro y eficiente de estos dispositivos en su futura práctica profesional.

La presente investigación logró desarrollar una guía didáctica específica para el manejo de equipos portátiles de rayos X, destinada a los estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander. A través de la creación de este recurso, se respondió a una necesidad formativa crítica, proporcionando a los estudiantes un material que integra tanto fundamentos teóricos como aplicaciones prácticas, mejorando así sus competencias técnicas y garantizando un manejo más seguro y eficaz de estos dispositivos en entornos clínicos.

En primer lugar, se identificaron y estructuraron los fundamentos teóricos necesarios para el uso de los equipos portátiles de rayos X, ofreciendo una base sólida para la formación de los estudiantes. A lo largo de la investigación, se definieron claramente los contenidos bajo principios didácticos, garantizando un diseño accesible y eficaz para los usuarios. Además, la metodología empleada facilitó el desarrollo de una guía enfocada en el

aprendizaje significativo, lo que permitió a los estudiantes aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos, optimizando su rendimiento en situaciones clínicas reales.

El impacto de esta guía en la formación académica de los estudiantes se refleja en su capacidad para mejorar la comprensión de los principios operativos de los equipos portátiles de rayos X y de las normativas de seguridad radiológica. El acceso a este recurso ha permitido que los estudiantes se familiaricen no solo con el funcionamiento técnico de los dispositivos, sino también con las medidas de protección necesarias para garantizar la seguridad del paciente y del operador.

Los resultados de la investigación también subrayan la importancia de contar con recursos digitales accesibles, como la página web propuesta, que ofrece un soporte continuo a estudiantes y profesionales. Esta herramienta no solo facilita el acceso a información actualizada sobre el uso de los equipos, sino que también refuerza el proceso de aprendizaje, al permitir una revisión constante de los contenidos y la aplicación práctica de los mismos en escenarios diversos.

## RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos y la discusión realizada en esta investigación, se han identificado diversas áreas de oportunidad para mejorar y expandir el impacto de la guía didáctica creada. Estas recomendaciones buscan optimizar tanto el contenido de la guía como su aplicación en la formación de los estudiantes, considerando las necesidades actuales y futuras en el ámbito de la radiología. A continuación, se presentan las sugerencias para asegurar que este recurso continúe siendo relevante y eficaz en la preparación de los futuros profesionales en el manejo de equipos portátiles de rayos X.

- Actualización continua de los contenidos de la página Web: dado que la tecnología en Radiología está en constante evolución, es fundamental mantener la guía didáctica actualizada. Se recomienda realizar revisiones periódicas de los contenidos, incorporando los últimos avances tecnológicos y científicos en el manejo de los equipos portátiles de rayos X, como el modelo MobileDaRt Evolution MX8. De esta manera, los estudiantes podrán acceder a información relevante y actualizada, lo que les permitirá estar alineados con las exigencias actuales del campo clínico.
- Ampliación del alcance de la guía: si bien la investigación se centró en los equipos portátiles de rayos X, la estructura de la guía podría adaptarse para incluir otros modelos y equipos de Radiología que tengan aplicaciones similares en entornos clínicos diversos. Esto permitiría extender el impacto de la guía más allá del modelo inicial, ofreciendo a

los estudiantes y profesionales un recurso integral que cubra un espectro más amplio de dispositivos.

- Incorporación de recursos interactivos: la inclusión de herramientas digitales adicionales, como simulaciones interactivas, tutoriales en video o pruebas en línea, facilitaría un aprendizaje más dinámico y práctico. Estos recursos permitirían a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos de manera más eficaz, simulando situaciones clínicas reales y mejorando su capacidad para utilizar los equipos portátiles de rayos X en entornos controlados.
- Evaluación del impacto de la guía en la formación: se sugiere realizar estudios posteriores que evalúen el impacto de la guía en la formación de los estudiantes, midiendo aspectos como la comprensión teórica, la aplicación práctica de los conocimientos y el manejo seguro de los equipos portátiles de rayos X. Esto permitiría hacer ajustes en la guía para mejorar su efectividad como herramienta didáctica y garantizar que cumple con los objetivos educativos establecidos.
- Fomento del uso de plataformas digitales: como la investigación ha destacado la importancia de contar con una plataforma web para alojar la guía, se recomienda seguir impulsando el uso de este recurso digital, promoviendo su difusión en otras instituciones educativas y clínicas. La plataforma no solo debe ser un espacio para acceder a la guía, sino también un punto de intercambio de conocimientos entre profesionales y estudiantes de radiología, favoreciendo una comunidad educativa activa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akoob, S., Akbar, K., & Van, J. (2022). The use of technology in postgraduate medical education within radiology: A scoping review. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 53(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s43055-022-00763-7>
- AliMed. (2024). Mobile radiation barriers in healthcare settings. AliMed, Inc. <https://www.alimed.com/mobile-radiation-barriers-in-healthcare-settings>
- Alvarez, H. (2020). Importancia de los inventarios. Universidad Tecnológica de Panamá. [https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/51/1.importancia\\_de\\_los\\_inventarios\\_0.pdf](https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/51/1.importancia_de_los_inventarios_0.pdf)
- Bandar, B., Alsharani, A., & Khan, A. (2022). Just-in-time approach in healthcare inventory management: Does it really work? *Saudi Pharmaceutical Journal*, 30(5), 1830-1835. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2022.03.008>
- Baratella, E., Marrocchio, C., Bozzato, A., Roman-Pognuz, E., & Cova, M. (2021). Chest X-ray in intensive care unit patients: What there is to know about thoracic devices. *Diagnostic and Interventional Radiology*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8480947/>
- Beauchamp, T., & Childress, J. (2019). *Principles of biomedical ethics*. Oxford University Press. <https://global.oup.com/ushe/product/principles-of-biomedical-ethics-9780190640873?cc=pa&lang=en>
- Bindman, S., Miglioretti, D., & Johnson, E. (2013). Use of diagnostic imaging studies and associated radiation exposure. International Atomic Energy Agency. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3859870/>
- Bomer, J., Wiersma, L., & Holscher, C. (2013). Electronic collimation and radiation protection in pediatric digital radiography: Revival of the silver lining. *Insights into Imaging*, 4(1), 57-62. <https://doi.org/10.1007/s13244-012-0221-1>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.

- Bushong, S. (2020). Radiologic science for technologists. Elsevier.  
<https://shop.elsevier.com/books/radiologic-science-for-technologists/bushong/978-0-323-66134-8>
- Canon Medical Systems. (2024). The standard in mobile imaging solutions. Canon Medical Systems, USA. <https://us.medical.canon/products/x-ray/>
- Cé, M., Oliva, G., & Rabiotti, F. (2024). Portable dynamic chest radiography: Literature review and potential bedside applications. *Medical Sciences*, 12(1), 10.  
<https://doi.org/10.3390/medsci12010010>
- Chile, I. d. (2023). Guía de requisitos para equipamiento e infraestructura en radioterapia. Sociedad de Física Médica Chilena. <https://ispch.cl/wp-content/uploads/2023/12/GuiaInfraestructuraTecnicaRT02-11122023A.pdf>
- Cigarruista, H. (2018, agosto 24). Logística hospitalaria: Puede ayudar a Panamá a fortalecer su sistema de salud. *Capital Financiero*.  
<https://elcapitalfinanciero.com/logistica-hospitalaria-puede-ayudar-a-panama-a-fortalecer-su-sistema-de-salud/>
- Clinical Neurology and Neurosurgery. (2018). Elsevier.  
<https://pdf.sciencedirectassets.com/271158/1-s2.0-S0303846718X00080/1-s2.0-S0303846718302300/main.pdf?X-Amz-Security->
- Creswell, J. (2009). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. SAGE Publications. <https://www.ucg.ac.me/skladiste/Creswell.pdf>
- Cruz, A., Galeano, K., & Meza, G. (2017, diciembre 5). Repositorio centroamericano SIIDCA-CSUCA. <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNANM9577>
- CSS. (2023). Complejo hospitalario recibe nuevos equipos portátiles de rayos X. *Prensa CSS*. <https://prensa.css.gob.pa/2023/08/30/complejo-hospitalario-recibe-nuevos-equipos-portatiles-de-rayos-x/>
- Demetria, T. (2020). Ergonomic features of DRX-Revolution Mobile Imaging System help reduce injuries. Carestream.

<https://www.carestream.com/blog/2022/03/22/reducing-injuries-in-radiologic-technologists>

Díaz, C. (2012). Accesorios individualizados para radioterapia. ELSEVIER.

<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-del-hospital-general-325-pdf-X0185106312453077>

European Commission. (2014). Directive 2013/59/Euratom. Official Journal of the European Union. <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>

FDA. (2018). FDA Radiological Health Program. <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/fda-radiological-health-program>

Fernández, C. (2015, septiembre). Servicio de radiofísica y protección radiológica.

[https://www.cog.es/wp-content/uploads/2021/08/Simulacion\\_Radioterapia\\_COG.pdf](https://www.cog.es/wp-content/uploads/2021/08/Simulacion_Radioterapia_COG.pdf)

Fujifilm. (2023). Fujifilm to unveil new medical imaging innovations at the 2023 Radiological Society of North America Conference. FUJIFILM Healthcare Americas Corporation. <https://www.fujifilm.com/us/en/news/fujifilm-to-unveil-new-medical-imaging-innovations-at-the-2023-radiological-society-of-north-america-conference>

Garrido, M., Díaz, C., & Hernández, T. (2022). Imagenología digital como recurso didáctico en el aprendizaje significativo de las ciencias médicas. *Humanidades Médicas*, 21(1), 73-78.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-81202022000300673](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202022000300673)

GE-HealthCare. (2021). Designing advanced mobile X-ray technology to improve workflow, usability and reduce stress and strain for radiology staff. HealthCare. <https://www.gehealthcare.com/insights/article/designing-advanced-mobile-xray>

GMI. (2023). Portable X-ray devices market. Global Market Insights.

<https://www.gminsights.com/industry-analysis/portable-x-ray-devices-market>

- Haleem, A., Javaid, M., & Asim, M. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 93-103.  
<https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Harder, A., Frijlingh, M., & Ravesloot, C. (2016). The importance of human-computer interaction in radiology e-learning. *Digital Imaging*, 29(1), 10-16.  
<https://doi.org/10.1007/s10278-015-9828-y>
- Henkel, M., & Belfi, L. (2024). Utilizing learning analytics in radiology: A pilot study of an e-learning platform in medical student education. *Academic Radiology*.  
<https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.05.021>
- Hutchison, C. (2022). Cleaning your digital X-ray panel. Maven Imaging.  
<https://www.mavenimaging.com/blog/cleaning-your-digital-x-ray-panel>
- Hutchison, C. (2023). Key advantages of portable X-ray technology. Maven Imaging.  
<https://www.mavenimaging.com/blog/advantages-portable-xray-technology>
- International Atomic Energy Agency. (2014). Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards. [https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1578\\_web-57265295.pdf](https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1578_web-57265295.pdf)
- ISRRT. (2024). How to sanitize portable X-ray equipment. International Society of Radiographers and Radiological Technologists.  
<https://www.elearning.isrrt.org/mod/book/view>
- Kevles, B. (n.d.). *Naked to the bone: Medical imaging in the twentieth century*. Rutgers University Press.
- Konica Minolta. (2021). mKDR Xpress mobile X-ray system with user interface enhancements. Konica Minolta Healthcare.  
[https://healthcare.konicaminolta.us/?utm\\_source](https://healthcare.konicaminolta.us/?utm_source)
- Leaven, L., Ahmmad, K., & Peebles, D. (2017, septiembre). IJIS Institute. <https://ijis-scm.bsne.ch/ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/download/1601/1601-5978-1-PB.pdf>

- Liu, Q., Peng, W., Zhang, F., & Hu, R. (2016). The effectiveness of blended learning in health professions: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 18(2), e6. <https://doi.org/10.2196/jmir.4807>
- Lopez, M. (2020, octubre-diciembre). Historia del cáncer y el cáncer en la historia. *Revista Medicina*. <https://revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/view/1559/1981>
- Mahesh, M. (2013). The essential physics of medical imaging (3rd ed.). *Medical Physics*, 40(3), 10.1118/1.4811156.
- Manual de procedimientos generales de enfermería. (2012, junio). [https://elenfermerodelpendiente.com/wp-content/uploads/2014/01/manual-de-procedimientos\\_generales\\_enfermeria\\_huvr.pdf](https://elenfermerodelpendiente.com/wp-content/uploads/2014/01/manual-de-procedimientos_generales_enfermeria_huvr.pdf)
- Marina Panka, V. B. (2017). Percepción de los pacientes oncológicos sobre la terminalidad de la vida. *Scielo Brazil*. <https://www.scielo.br/j/bioet/a/fsrXT5kSjBkQFFKSHh3x3xP/?lang=es#>
- McCulloch, G. (2020). Documentary research in education, history and the social sciences. University of Leicester. [https://fe.unj.ac.id/wp-content/uploads/2020/04/Gary-Mcculloch-Documentary-Research\\_-In-Education-History-and-the-Social-Sciences-Social-Research-and-Educational-Studies-Series-22-2004.pdf](https://fe.unj.ac.id/wp-content/uploads/2020/04/Gary-Mcculloch-Documentary-Research_-In-Education-History-and-the-Social-Sciences-Social-Research-and-Educational-Studies-Series-22-2004.pdf)
- Mendoza, B. (2019). La seguridad del paciente en imagen médica. [https://www.actedi.cat/archivos/media/13segpac\\_efrs\\_esr\\_\(esp\).pdf](https://www.actedi.cat/archivos/media/13segpac_efrs_esr_(esp).pdf)
- Neve, B., & Schmidt, C. (2020). Point-of-use hospital inventory management with inaccurate usage capture. *Health Care Management Science*, 23(1), 126-145. <https://doi.org/10.1007/s10729-020-09573-8>
- Nüsslin, F. (2020). Wilhelm Conrad Röntgen: The scientist and his discovery. *Physica Medica*, 69, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.010>
- Oficial, G. (2020, mayo 13). Sijusa. [https://www.sijusa.com/wp-content/uploads/2021/03/1\\_154\\_2020.pdf](https://www.sijusa.com/wp-content/uploads/2021/03/1_154_2020.pdf)

- OMS. (2022, junio 8). Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
- OMS, J. (2007, mayo). Preámbulo a las soluciones para la seguridad del paciente. [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/seguridad\\_paciente/es\\_def/adjuntos/2\\_Doc\\_referencia/PatientSolutionsSPANISH.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/seguridad_paciente/es_def/adjuntos/2_Doc_referencia/PatientSolutionsSPANISH.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas. (2018, diciembre). Comisión económica para América Latina y el Caribe. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.
- Ou, X., Chen, X., & Yang, H. (2021). Recent development in X-ray imaging technology: Future and challenges. *Future and Challenges*. <https://doi.org/10.34133/2021/9892152>
- Patton, M. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. SAGE Publications.
- Primedeq. (2022). Difference between high-frequency X-ray unit and conventional X-ray machine. Primedeq.com. <https://www.primedeq.com/blog/difference-between-high-frequency-x-ray-unit-and-conventional-x-ray-machine>
- Rachiotis, G., Kourousis, C., Kamilaraki, M., Symvoulakis, E., Dounias, G., & Hadjichristodoulou, C. (2014). Medical supplies shortages and burnout among Greek health care workers during economic crisis: A pilot study. *International Journal of Medical Science*, 11(5), 442-447.
- Real Academia Española, R. (2024). Real Academia Española.
- Resnik, D. (2018). *The ethics of research with human subjects*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68756-8>
- Rodríguez-Cura, J. (2024). Guía en redes sociales de radiología: ¿Hacia un nuevo paradigma en educación médica? *Radiología (English Edition)*. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2023.01.014>

- Samei, S., Dobbins, J., & Tornai, M. (2015). A framework for optimising the radiographic technique in digital X-ray imaging. *Radiation Protection Dosimetry*, 165(1), 43-50. <https://doi.org/10.1093/rpd/nch562>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Schanzer, R. (2014). *El marco teórico de una investigación*. Universidad del Cesar. [https://aulaweb.unicesar.edu.co/pluginfile.php/504122/mod\\_resource/content/60/Unidad\\_3/El\\_marco%20teorico.pdf](https://aulaweb.unicesar.edu.co/pluginfile.php/504122/mod_resource/content/60/Unidad_3/El_marco%20teorico.pdf)
- Selby, C. (2020). 3 key elements of effective X-ray preventive maintenance. *Block Imaging*. <https://www.blockimaging.com/blog/3-key-elements-of-effective-x-ray-preventive-maintenance>
- SEOM. (2018). *Colección Oncovida*. Madrid: Alcobendas. [https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/folleto\\_n10.pdf](https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/folleto_n10.pdf)
- Shimadzu. (2024). *MobileDaRt Evolution MX8*. Shimadzu Corporation. <https://www.shimadzu.com/med/virtual-exhibition/mobiledart/>
- Shimadzu Corporation. (2022). *Digital radiographic mobile X-ray system - MobileDaRt Evolution MX8 version*. <https://www.shimadzu.com/med/products/mobile/m-od0gjn000000g71j.html>
- Siemens-Healthineers. (2022). *Stands out from the crowd in mobile X-ray imaging*. [https://www.deltamedicalsystems.com/wp-content/uploads/2021/02/Mobile-X-ray\\_MOBILETT-Elara-Max-Brochure.pdf](https://www.deltamedicalsystems.com/wp-content/uploads/2021/02/Mobile-X-ray_MOBILETT-Elara-Max-Brochure.pdf)
- Teeb. (2024). *Wilhelm Conrad Röntgen*. *Encyclopaedia Britannica*. <https://www.britannica.com/biography/Wilhelm-Rontgen>
- The Borgen Project. (2021, noviembre 23). *Borgen Magazine*. <https://www.borgenmagazine.com/medshare/>

- Torres, M., & Gomez, D. (2022, marzo 22). Universidad Peruana Los Andes.  
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4638>
- Trochim, W. M. K., Donnelly, J. P., & Arora, K. (2015). Research methods: The essential knowledge base. Cengage Learning.
- Universidad Militar de Nueva Granada. (n.d.). Universidad Militar de Nueva Granada.  
[http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion\\_empresas/logistica/unidad\\_3/DM.pdf](http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/logistica/unidad_3/DM.pdf)
- Uwe, F. (2022). An introduction to qualitative research. SAGE Publications.  
<http://digital.casalini.it/9781529783544>
- Wade, S., Velan, G., Tedla, N., & Briggs, N. (2024). What works in radiology education for medical students: A systematic review and meta-analysis. BMC Medical Education.  
<https://doi.org/10.1186/s12909-023-04981-z>
- Wellman. (2023). Everything you need to know about flat panel detectors. Wellman X-ray.  
<https://wellmanxray.com/blog/everything-you-need-to-know-about-flat-panel-detector/>
- Yadav, P. (2015). Taylor & Francis Online.  
<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.4161/23288604.2014.968005?needAccess=true&role=button>
- Yang-Sub, L., Hae-Kag, L., & Jae-Hwan, C. (2015). Analysis of radiation risk to patients from intra-operative use of the mobile X-ray system (C-arm). Journal of Research in Medical Sciences, 20(10), 1041-1046. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.173206>

## ANEXOS

### *Anexo 1 Presupuesto*

No.	Concepto	Valor solicitado (B/.)	Valor aprobado (B/.)
	<b>Personal:</b>	100	100
	Revisión de tesis por profesora de español		
	Diseñador grafico	100	100
	<b>Revisión por el CBI</b>	0	0
	<b>Costos de oficina:</b>	150	150
	Alquiler Equipo portátil		
	<b>Elementos de consumo:</b>	50	50
	Papelería- USB		
	<b>Subtotal</b>	400	400
	<b>Imprevistos y gastos administrativos: 10%</b>	40	40
	<b>Valor total en balboas (B/.):</b>	440	440


*Fuente:* autores.

**Anexo 2 Cronograma**



No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		Semanas:				Semanas:				Semanas:				Semanas:			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Indagación para definir las necesidades y selección de tema de investigación																
2	Presentación del anteproyecto al CBI U-santander																
3	Aprobación del anteproyecto																
4	Recolección de datos																
7	Revisión de los datos obtenidos junto al director del proyecto																
8	Revisión de datos junto al asesor metodológico																
9	Realización de los arreglos pertinentes del proyecto																
10	Propuesta final para revisión																
11	Revisión del proyecto por profesor(a) de español																
12	Presentación y sustentación del proyecto final																

**Fuente:** Autores.

### Anexo 3 Constancia De Inscripción Del Proyecto

	<b>VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN</b>		
	FR-VIE-05 Inscripción propuesta trabajo de grado	Fecha: 13-Ene-2022	
		Versión:0.1	Página 1 de 1

#### INSCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO OPCIÓN A TRABAJO DE GRADO

1. Título del Proyecto:	Creación de Guía para Equipos Portátiles de rayos X para la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnosticas de la Universidad Santander, 2024.
2. Facultad	Ciencias de la Salud
3. Programa o carrera:	Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnosticas
4. Unidad Ejecutora:	Universidad Santander
5. Director Técnico del Estudio:	Carlos Torrero
6. Asesor Metodológico del Estudio:	Johana Gutiérrez Zehr
7. Investigador (es):	Héctor González, José Pinder, Kevin Peralta, Stefanny Rojer, Yahilin Herrera.
7.1. Nombre:	Héctor Manuel González Concepción
7.2. Correo Electrónico:	<a href="mailto:Hector2430@gmail.com">Hector2430@gmail.com</a>
7.3. Número de teléfono:	69302524
7.4. Nombre:	José Luis Pinder Cardoze
7.5. Correo Electrónico:	<a href="mailto:joseluispinder@gmail.com">joseluispinder@gmail.com</a>
7.6. Número telefónico:	62217225
7.7. Nombre:	Kevin Alberto Peralta Marin
7.8. Correo Electrónico:	<a href="mailto:Kevinpm26@outlook.es">Kevinpm26@outlook.es</a>
7.9. Número telefónico:	62671371
7.10. Nombre:	Stefanny Lorena Rojer de Gracia
7.11. Correo Electrónico:	<a href="mailto:Fannyr092000@gmail.com">Fannyr092000@gmail.com</a>
7.12. Número telefónico:	69185888
7.13. Nombre:	Yahilin Linnette Herrera Solis
7.14. Correo Electrónico:	<a href="mailto:yahilinnnette30@hotmail.com">yahilinnnette30@hotmail.com</a>
7.15. Número telefónico:	64139608
8. Duración del Proyecto:	4 meses
9. Fecha Probable de Inicio:	Abril 1 de 2024
10. Fecha Probable de Terminación:	Julio 31 de 2024
11. Fecha de Aprobación de la Coordinación de Investigación:	Julio 2024
12. Código del Proyecto:	<b>LRID-2024-07-85</b>
13. Firma del Decano o Coordinador Académico del Programa	
14. Firma del Coordinador o Vicerrector de Investigación	

## Anexo 4 Carta Exención Comité Bioética



**CBI-USantander-015-2024**  
Panamá, 10 de julio de 2024

**Héctor Manuel González .  
José Luis Pinder.  
Kevin Alberto Peralta.  
Stefanny Lorena Rojer.  
Yahilín Linnette Herrera.**  
Investigadores Principales.

Ciudad. -  
Respetadas Investigadores:

Luego de revisada la información referente al protocolo. **"Creación de Guía para Equipos Portátiles de rayos X para la Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Santander, 2024"**. Se estableció que el mismo no requiere aprobación regulatoria por parte de un comité de bioética.

La decisión obedece a que su estudio **NO** clasifica como una "investigación con seres humanos". Se define "seres humanos" aquellos que: "son (i) individualmente identificables por la recolección, preparación, o uso de material biológico o médico, u otros records, por parte del investigador; o (ii) expuestos a intervención, observación u otra interacción con los investigadores".

Por lo anterior lo exhortamos a seguir adelante con su proyecto y mantener la presente nota disponible en caso de publicación.

Saludos y éxitos.

**Dra. Nydia Flores Chiari.**  
Presidenta  
CBI-USantander



NFCH\ngbf

Comité de Bioética de la Investigación - Avenida Colombia calle 44 Bellavista Edificio Capto Tel. 394-3490  
comite.etica@usantander.edu.pa

*Anexo 5 Carta Revisión Profesor De Español*

Panamá, 21 de septiembre de 2024

Señores

COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO

Universidad de Santander

Ciudad

E. S. D.

Saludo cordial,

Certifico que los estudiantes:

Héctor Manuel González Concepción, con identificación: 8 – 992 - 2239

José Luis Pinder Cardoze, con identificación: 8 – 946 -2141

Kevin Alberto Peralta Marín, con identificación: 8 -930 -1008

Stefanny, Lorena Rojer de Gracia, con identificación: 8 - 954 - 391

Yahilin Linnette Herrera Solís, con identificación: 8 -947 - 2322, se les ha revisado el Trabajo de Grado Titulado:

**CREACIÓN DE GUÍA PARA EQUIPOS PORTÁTILES DE RAYOS X PARA LA LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS DE LA UNIVERSIDAD SANTANDER, PANAMÁ, 2014.**

Doy fe que el documento cumple con todas las exigencias de Redacción y Ortografía del idioma Español.

Atentamente,



Ivett Itzel De León de González

Profesora de Español

Cédula: 4 - 201 -732

REPÚBLICA DE PANAMÁ  
DOCUMENTO DE IDENTIDAD

201068

Ivett Itzel  
De Leon Serrano de Gonzalez

NOMBRE USUAL:

FECHA DE NACIMIENTO: 20-oct-1968

LUGAR DE NACIMIENTO: CHIRIQUÍ

SEXO: F TIPO DE SANGRE: ♡

EXPEDIDA: 10-oct-2023 EXPIRA: 10-oct-2038



4-201-732

*Ivett Itzel De Leon Serrano de Gonzalez*

# UNIVERSIDAD DE PANAMA

LA FACULTAD DE

## Humanidades

INDICACION  
FORMAS DE PRESENTACION  
20. 01. 98 018036 25 1E  
DECLARACION DE TITULO DE LICENCIADO EN  
LETRAS EN LA CIUDAD DE PANAMA  
08.01.98 0802 0101  
018036 25 1E  
018036 25 1E

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,  
HACE CONSTAR QUE

### Jwell Hazel De León Serrano

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS  
QUE LE HACEN ACREDOR AL TITULO DE

### Licenciada en Humanidades con Especialización en Español

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,  
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE  
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMA A LOS

DIAS DEL MES DE **Junio** DE MIL NOVECIENTOS **noventa y cinco**

Secretario General  


Decano  


Rushu Fawcett  
Rector

Diploma 46922  
Identificación Personal 4-201-132

**Anexo 6 Matriz Bibliográfica**

No	Título del artículo/ documento	Fuente donde aparece publicado	Autores	Año de Publicación	País	Disciplina	Instrumentos/Técnica/ Procedimientos realizados	Resultados	Conclusiones	Limitaciones del estudio	Recomendaciones para futuras investigaciones	Referencia
1	Guía en redes sociales de radiología: ¿Hacia un nuevo paradigma en educación médica?	Radiología (English Edition)	Rodríguez-Cura, J.	2024	España	Radiología	Revisión bibliográfica	Evaluación del uso de redes sociales en la educación médica.	Las redes sociales pueden ser una herramienta educativa eficaz en radiología.	El estudio se basa en la literatura existente, que puede no reflejar completamente la situación actual.	Se recomienda investigar más sobre la implementación de redes sociales en diferentes contextos educativos.	<a href="https://doi.org/10.1016/j.rx.2023.01.014">https://doi.org/10.1016/j.rx.2023.01.014</a>
2	MobileDaRt Evolution MX8	Shimadzu Corporation	Shimadzu	2024	Japón	Tecnología médica	Descripción técnica del equipo	Evaluación de las características del equipo y su aplicación en la práctica clínica.	El equipo presenta mejoras significativas en la portabilidad y la calidad de imagen	No se incluyen comparativas con otros equipos del mercado.	Investigar la eficacia clínica del equipo en diferentes entornos médicos.	<a href="https://www.shimadzu.com/med/virtual-exhibition/mobiledart/">https://www.shimadzu.com/med/virtual-exhibition/mobiledart/</a>
3	Utilizando el aprendizaje analítico en radiología: Un estudio piloto de una plataforma de e-learning en la educación de estudiantes de medicina	Academic Radiology	Henkel, M., & Belfi, L.	2024	EE.UU.	Educación médica	Análisis de aprendizaje, e-learning	Evaluación del uso de analítica de aprendizaje para mejorar el rendimiento estudiantil.	La analítica de aprendizaje puede identificar áreas de mejora en la educación en radiología.	Limitaciones en el tamaño de la muestra y la duración del estudio.	Ampliar el estudio a una mayor cantidad de estudiantes y durante un período más largo.	<a href="https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.05.021">https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.05.021</a>
4	Wilhelm Conrad Röntgen	Encyclopaedia Britannica	Teeb	2024	Reino Unido	Historia de la ciencia	Biografía	Revisión histórica de la vida y logros de Wilhelm Röntgen.	Destaca la importancia de Röntgen en la historia de la medicina.	Se basa en fuentes secundarias, lo que puede limitar la precisión de algunos detalles.	Profundizar en el impacto de los rayos X en la medicina moderna.	<a href="https://www.britannica.com/biography/Wilhelm-Rontgen">https://www.britannica.com/biography/Wilhelm-Rontgen</a>
5	The use of technology in postgraduate medical education within radiology: A scoping review	Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine	Akoob, S., Akbar, K., & Van, J.	2022	Egipto	Radiología	Revisión bibliográfica	Evaluación de cómo se utiliza la tecnología en la educación médica de posgrado en radiología.	La tecnología es una herramienta clave en la formación de radiología.	El estudio se basa en revisiones, no en investigación primaria.	Más estudios empíricos sobre la efectividad de las tecnologías específicas en la educación médica.	<a href="https://doi.org/10.1186/s43055-022-00763-7">https://doi.org/10.1186/s43055-022-00763-7</a>
6	An introduction to qualitative research	SAGE Publications	Uwe, F.	2022	Alemania	Investigación social	Metodología cualitativa	Introducción a los métodos cualitativos de investigación.	Los métodos cualitativos ofrecen una comprensión profunda de los fenómenos sociales.	El enfoque cualitativo puede ser subjetivo.	Integrar métodos cuantitativos para una investigación más equilibrada.	<a href="http://digital.casalini.it/9781529783544">http://digital.casalini.it/9781529783544</a>

7	Imagenología digital como recurso didáctico en el aprendizaje significativo de las ciencias médicas	Humanidades Médicas	Garrido, M., Díaz, C., & Hernández, T.	2022	Cuba	Educación médica	Estudio de caso	Evaluación del uso de imagenología digital en la enseñanza de ciencias médicas.	La imagenología digital mejora el aprendizaje significativo.	Limitado a un contexto educativo específico.	Ampliar el estudio a otras disciplinas y contextos educativos.	<a href="http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1727-81202022000300673">http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1727-81202022000300673</a>
8	Principles of biomedical ethics	Oxford University Press	Beauchamp, T., & Childress, J.	2019	EE.UU.	Bioética	Revisión teórica	Revisión de principios éticos aplicables en la medicina.	Proporciona una base sólida para la ética médica.	No incluye aplicaciones prácticas detalladas.	Aplicar los principios en estudios de casos específicos.	<a href="https://global.oup.com/ushe/product/principles-of-biomedical-ethics-9780190640873?cc=pa&amp;lang=en&amp;">https://global.oup.com/ushe/product/principles-of-biomedical-ethics-9780190640873?cc=pa&amp;lang=en&amp;</a>
9	Radiation safety in radiation oncology	CRC Press	Govinda, R.	2017	India	Radiología	Revisión de seguridad radiológica	Analiza las mejores prácticas de seguridad en radioterapia.	La seguridad es fundamental en la radioterapia para minimizar riesgos a pacientes y personal médico.	El enfoque se centra exclusivamente en la oncología, sin considerar otras áreas de la radiología.	Explorar la aplicación de estas prácticas de seguridad en otras especialidades radiológicas.	<a href="https://doi.org/10.1201/9781315119656">https://doi.org/10.1201/9781315119656</a>
10	Social research methods	Oxford University Press	Bryman, A	2016	Reino Unido	Metodología de la investigación	Revisión metodológica	Proporciona un enfoque exhaustivo para la investigación social.	Es una referencia esencial para la investigación social.	Se enfoca principalmente en métodos tradicionales, sin abordar las metodologías emergentes o digitales.	Incorporar nuevas metodologías y tecnologías en la investigación social.	
11	The ethics of research with human subjects	Springer	Resnik, D.	2018	EE. UU	Bioética	Revisión ética	Análisis de los principios éticos en la investigación con seres humanos.	La ética es fundamental para proteger a los sujetos de investigación en estudios médicos.	El enfoque es teórico, con poca aplicación práctica directa.	Desarrollar estudios de casos que apliquen los principios éticos en investigaciones actuales.	<a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68756-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68756-8</a>
12	Wilhelm Conrad Röntgen: The scientist and his discovery	Physica Medica	Nüsslin, F.	2020	Alemania	Historia de la ciencia	Revisión histórica	Análisis de los descubrimientos de Röntgen y su impacto en la medicina moderna.	Resalta la trascendencia de los rayos X en la medicina y otras ciencias.	Se enfoca principalmente en aspectos históricos, sin un análisis detallado de aplicaciones contemporáneas.	Ampliar el análisis al uso actual de la tecnología desarrollada a partir de los rayos X.	<a href="https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.010">https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.010</a>
13	Documentary research in education, history and the social sciences	University of Leicester	McCulloch, G	2020	Reino Unido	Metodología de la investigación	Investigación documental	Proporciona una guía para el uso de documentos en la investigación educativa, histórica y social.	Es un recurso esencial para investigadores en estas áreas.	El enfoque se limita a la documentación escrita, excluyendo otras formas de datos.	Integrar otros tipos de datos como audiovisuales y digitales en la investigación documental.	<a href="https://fe.unj.ac.id/wp-content/uploads/2020/04/Gary-Mcculloch-Documentary-Research_-In-Education-History-and-the-Social-Sciences-Social-Research-and-Educational-Studies-Series-22-2004.pdf">https://fe.unj.ac.id/wp-content/uploads/2020/04/Gary-Mcculloch-Documentary-Research_-In-Education-History-and-the-Social-Sciences-Social-Research-and-Educational-Studies-Series-22-2004.pdf</a>
14	Radiologic science for technologists	Elsevier	Bushong, S.	2020	EE.UU.	Radiología	Texto técnico	Proporciona una guía exhaustiva sobre la ciencia radiológica para tecnólogos.	Es una referencia esencial para la educación en radiología.	Se limita a la perspectiva educativa sin abordar nuevas investigaciones o avances recientes en el campo.	Incluir los últimos avances en tecnologías de imagen y su impacto en la formación de tecnólogos.	<a href="https://shop.elsevier.com/books/radiologic-science-for-technologists/bushong/978-0-323-66134-8">https://shop.elsevier.com/books/radiologic-science-for-technologists/bushong/978-0-323-66134-8</a>

15	Use of diagnostic imaging studies and associated radiation exposure	International Atomic Energy Agency	Bindman, S., Miglioretti, D., & Johnson, E.	2013	EE.UU	Radiología	Análisis de datos	Evaluación del uso de estudios de imagenología y la exposición asociada a la radiación.	Se identifica un aumento en el uso de estudios de imagenología y la exposición a radiación.	Basado en datos históricos, que pueden no reflejar las tendencias actuales.	Investigar las tendencias actuales y desarrollar estrategias para minimizar la exposición a la radiación.	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3859870/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3859870/</a>
----	---	------------------------------------	---	------	-------	------------	-------------------	---	---	---	---	---