

**Exponer Los Beneficios De La Aplicación De Radiología Digital En El Servicio De
Imagenología**

Jhoan Sebastian Contreras Parada

Director

Luis Alfredo Jiménez Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Cúcuta

Enero del 2021

La paradoja de nuestro tiempo es que tenemos, carreteras más anchas y puntos de vista más estrechos. Gastamos más, pero tenemos menos. Compramos más, pero disfrutamos menos. Tenemos casas más grandes y familias más chicas. Tenemos más grados académicos, pero menos sentido común. Hemos aprendido a ganarnos la vida, pero no a vivir. Añadimos años a nuestras vidas, pero no calidad de vida a nuestros años. Hemos hecho grandes cosas, pero no por ello mejores.

George Carlin, comediante (1937-2008).

Resumen

La radiología digital ha impuesto grandes avances tecnológicos que proponen unas mejoras en la prestación del servicio y la posibilidad de percibir un mejor aprovechamiento de los recursos usados en la práctica de la toma de imágenes diagnósticas, esto funciona con la ayuda de avanzados sistemas informáticos que atribuyen una mayor rapidez en la producción de exámenes, el manejo de ellos, la posibilidad de edición en contraste y luz, todo esto en pro de lograr imágenes de mayor calidad que dan solución de un diagnóstico más acertado por parte del especialista Médico Radiólogo lo que beneficia en último a los pacientes.

Por lo tanto en la monografía hallarán como es que funciona la radiología digital, que factores son los que interfieren y proceso del sistema informático, así mismo, por medio de una revisión bibliográfica exhaustiva donde se identificaron los beneficios y se hizo comparación con la radiología análoga lo cual permitirá que los prestadores de servicio de imagenología se motiven a invertir en la actualización de sus equipos para generar un aprovechamiento más óptimo de los recursos y el servicio que sea prestado al paciente sea de alta calidad.

Palabras clave: radiología, radiología digital, rayos X, imagenología.

Abstract

Digital radiology has imposed great technological advances that propose improvements in the provision of the service and the possibility of perceiving a better use of the resources used in the practice of taking diagnostic images, this works with the help of advanced computer systems that attribute greater speed in the production of exams, the handling of them, the possibility of editing in contrast and light, all this in favor of achieving higher quality images that provide a more accurate diagnosis solution by the Medical Radiologist specialist, which benefits ultimately to patients.

Therefore, in the monograph you will find how digital radiology works, which factors are those that interfere and the process of the computer system, likewise, through an exhaustive bibliographic review, start with the identification of the benefits and achieve a comparison with the Analog radiology, which will allow imaging service providers to be motivated to invest in updating their equipment to generate a more optimal use of resources and the service that is provided to patients is of high quality.

Keywords: radiology, digital radiology, x ray, imaging

Tabla de contenido

Planteamiento Del Problema.....	10
Situación Problema	10
Pregunta Problema	12
Justificación	13
Objetivos.....	13
General	15
Específicos	15
Estado del arte.....	16
Marco conceptual.....	16
Marco teórico	18
Antecedentes	18
Radiología digital	23
Radiología digital indirecta (CR)	24
Radiología digital directa (DR).....	24
Beneficios radiología digital	25
Edición de imagen.....	25
Calidad de imagen.....	26
Disminución de radiación	29
Sostenibilidad.....	29

Eficiencia	30
Almacenamiento y transmisión de exámenes	31
Costos.....	32
Teleradiología	33
Inteligencia artificial (IA) en la radiología	35
Sistema de información de la radiología digital.....	36
HIS	36
RIS	36
PACS.....	37
DICOM	38
Marco legal	38
Metodología	39
Procedimiento Metodológico	39
Resultados.....	40
Cuadro comparativo radiología digital vs radiología análoga.....	40
Cuadro comparativo radiología digital CR vs radiología digital DR.....	44
Sistema de información de la radiología digital.....	46
Conclusión	47
Referencias bibliográficas.....	57

Lista de Figuras

Figura 1. Herramientas de edición	26
Figura 2. Función del PACS	32
Figura 3. Teleradiología	34
Figura 4. IA en radiología	35
Figura 5. Cuarto Oscuro	49
Figura 6. Procesadora	50
Figura 7. Equipo Portátil de Radiología.....	51
Figura 8. Equipo Digital CR	52
Figura 9. Equipo Digital DR	53
Figura 10. Equipo Digital Portátil DR	54
Figura 11. Implementación de Radiología Digital incompleta	56

Lista de tablas

Tabla 1. Comparación imagen análoga y digital.....	28
Tabla 2. Radiología digital vs radiología análoga.....	40
Tabla 3. Radiología digital CR vs radiología digital DR	44

Lista de diagramas

Diagrama 2. Menor radiación en radiología digital	29
Diagrama 3. Eficiencia comparativa por examen de tórax.....	30
Diagrama 4. Sistema de información de la radiología digital.	46

Planteamiento Del Problema

La aplicación de la radiación en el campo de la salud humana, tanto para el diagnóstico como para el tratamiento de enfermedades, es un componente importante de labor en la práctica de servicios de salud. Hoy la sustitución de la radiología convencional (impresión de películas húmedas) por la radiología digital, constituye un camino irreversible, razón por la cual es prácticamente obligatorio insertarse en este gran cambio tecnológico.

Las imágenes basadas en películas (también llamadas imágenes analógicas) requieren un procesamiento químico de la película para crear una imagen médica. Este procesamiento se realizaba inicialmente de forma manual con toda la variabilidad e inconsistencia que eso conlleva. Sin embargo, la introducción de procesadores automáticos revolucionó la consistencia de la calidad de imagen y la eficiencia de los departamentos de radiología. Si bien la gran mayoría de los exámenes radiológicos se realizan en el mundo desarrollado, la mayoría de los departamentos de rayos X en los países en desarrollo todavía están restringidos a imágenes basadas en películas, con sus limitaciones, combinadas con un procesamiento manual de películas automático o incluso ineficiente.

De acuerdo a lo anterior, durante el procesado de la película, la imagen latente se transforma en imagen visible. Esto es posible gracias a la transformación (de un procesador y revelador automático) de las sales de plata expuestas en plata metálica, que es de color negro. Posteriormente se procede al fijado de la imagen manifiesta y al lavado del resto de bromuro de plata que aún contiene la emulsión. El cuarto oscuro es el lugar donde se realiza la mayor parte de este proceso (Martinez,2017).

Por consiguiente, la situación problema para este tipo de radiología análoga, es utilizar una película para la adquisición, visualización y almacenamiento de imágenes. Las operaciones tradicionales basadas en películas requieren el uso de productos químicos para revelar la película. Estos productos químicos requieren un manejo cuidadoso, condiciones específicas de almacenamiento y uso, instalaciones especiales de drenaje o desechos, y tienen una vida útil limitada. En un entorno con recursos limitados, el uso de productos químicos es un factor importante en la confiabilidad, la calidad y el costo. El procesamiento de película consistente requiere:

- Un rango estrictamente controlado de temperaturas de procesamiento;
- Reabastecimiento químico adecuado y consistente;
- El reemplazo regular de los productos químicos de procesamiento;
- Lavado regular del sistema de procesamiento con agua limpia;
- Sensibilidad medioambiental demostrada mediante la eliminación adecuada de residuos.

En ese sentido, se debe tener el cuarto oscuro que debe ofrecer condiciones de seguridad en el trabajo del procesamiento de la película, generando unos costos económicos y operativos altos, haciendo no el más efectivo rendimiento y un mayor impacto ambiental por su proceso.

¿Se hace necesario que las Instituciones de salud adquiera la radiología digital?

Situación Problema

Las imágenes diagnósticas hoy en día es parte esencial de la labor medica diaria, la necesidad de hacer reconocer los beneficios de contar con un sistema digital que es necesario para prestar un servicio de calidad y generar los diagnósticos acertados, las mejoras van desde la calidad de imagen, disminución en la radiación ionizante, reducción de costos. Por lo tanto, se hace casi un deber realizar estas actualizaciones de sus equipos antes de quedar totalmente rezagados. Por ende, se quiere demostrar el desaprovechamiento de los recursos que están teniendo las instituciones que aún no inician con procesos de digitalización.

Además cada vez la normativas se ajustan a la seguridad de los pacientes y los colaboradores, entendienddo esto se aproxima la obligación a modificar los equipos para la disminución de la radiación en estudios imagenológicos y generar con mayor calidad las imágenes con diagnósticos más claros con el fin de ser más rápidos en la prioridad en los procesos médicos; por ello, este documento pretende que a través del conocimiento asentado no solo para los prestadores del servicio de radiología si no para todas las personas interesadas en el tema sea de gran ayuda.

Pregunta Problema

¿Cuáles son los beneficios que se pueden obtener al aplicar radiología digital?

Justificación

De esta manera se propone la importancia de los beneficios de la radiología digital, de los cuales hay muchas otras razones para utilizar la tecnología digital:

- (1) Difusión eficiente de la información y mayor acceso a las imágenes.
- (2) Rango dinámico significativamente mejor de los sistemas de adquisición de imágenes digitales.
- (3) Fiabilidad mejorada, recuperación de imágenes sin errores y sin pérdidas.
- (4) Facilidad de uso.
- (5) Potencial para multimodalidad, imágenes compuestas.
- (6) Retención de información de diagnóstico dinámico.
- (7) Transmisión y visualización simultánea de imágenes a múltiples áreas geográficas.
- (8) Manipulación y procesamiento de imágenes, extracción y mejora de características.
- (9) Facilidad de interacción entre especialistas, p. entre radiólogos y médicos remitentes.
- (10) La experiencia en subespecialidades de diagnóstico por imágenes puede ser ampliamente diseminado.
- (11) Los estudios están disponibles para los espectadores autorizados inmediatamente después de la adquisición de la imagen.

(12) Es posible la secuenciación y adaptación del examen y la integración de datos de diagnóstico.

(13) Eliminación de problemas ambientales causados por imágenes basadas en películas.

Por lo tanto, el desafío para los países en desarrollo como Colombia, es encontrar una metodología que sea apropiada a su situación cultural y financiera para pasar de manera efectiva del procesamiento y almacenamiento de películas convencionales a la adquisición y visualización digital. Aunque el costo de la radiología digital se ha reducido drásticamente en las primeras décadas del siglo XXI, sigue siendo costoso y técnicamente difícil de implementar. También trae sus propios desafíos para el apoyo rentable, la sostenibilidad técnica y la formación en las zonas periféricas del territorio nacional.

Martines, Deysy (2017) Introducción a la Radiología, Bogotá D.C., Fundación Universitaria del Área Andina.

Objetivos

Objetivo General

Exponer los beneficios de la aplicación de radiología digital en Colombia a partir de una revisión bibliográfica.

Objetivos Específicos

Compilar información de la radiología digital y sus beneficios.

Diseñar un cuadro comparativo entre la radiología análoga y radiología digital con el fin de demostrar los beneficios de cada una.

Identificar el sistema de información de la radiología digital que permita comprender la gestión completa de los exámenes.

Estado del arte

Para la recolección de la información fueron utilizadas fuentes como Google académico, Dialnet, SciELO, Scopus, que permitieron la consolidación de un marco teórico fundamentado basado en diferentes autores.

En la recopilación de la información se realizó por medio de la búsqueda con palabras claves como lo fueron: Radiología digital, Nuevos avances de la radiología, Beneficios de la radiología digital, impacto de la radiología digital, equipos digitales en imagenología. Se ordeno la información con la opción de documentos más actuales a los mas antiguos de tal manera se dio prioridad a la información mas reciente, luego de su análisis se determina que información es necesaria para la monografía y es adaptada.

Marco conceptual

Dosis adsorbida: Se puede inferir la dosis de energía que absorbió el tejido durante el proceso del examen radiológico (D. Andisco, 2014).

Teleradiología: Es el envío electrónico de los exámenes radiológicos de un lugar a otro con el fin de interpretar o generar un diagnóstico en una localización diferente donde se tomó el examen (Ruiz, 2021).

RIS: (Radiology Information Systems) sistema de información radiológica, se encarga de manejar información de un servicio de radiología esto significa: programación de turnos, informes, facturación, documentación, inventarios y observar el proceso que lleva el paciente desde su admisión hasta el diagnóstico del examen. (telerad, 2019).

HIS: (Hospital Information System) Sistema de información hospitalario, esta creado a satisfacer la necesidad que solicita un centro médico como lo son: almacenamiento, procesamiento e interpretación de información médica-administrativa. Con el fin de optimizar los recursos (EVA, 2021).

PACS: Sistema de Comunicación y Archivado de Imágenes. Su objetivo principal es lograr un almacenamiento de exámenes y hacer más sencillo el proceso de comunicación entre las áreas de la institución. Algunos de sus beneficios es evitar la pérdida de exámenes, su distribución, seguridad y accesibilidad esto provoca un confort y agilidad al paciente. (Pixon, 2017).

DICOM: es un proceso que genera la comunicación entre el sistema de información y el PACS como necesidad a comunicación a los equipos que procesan estos exámenes médicos (IMTRA, 2018)

Marco teórico

Antecedentes

Internacionales

Chile

(Enrique B, 2016). Realizo una investigación que se basaba en la importancia de la implementación de RIS y PACS en el servicio de tomografía computarizada de la clínica alemana de Santiago. En el cual se estudiaron varios factores y cerca de más de 2 millones de estudios concluyendo que esto favoreció en gran medida la productividad del servicio. Investigación de la revista chilena de radiología.

(Datamedica, 2021). Es una tienda de equipos digitales para el servicio de radiología donde especifica la tecnología de cada equipo mostrando sus nuevos avances y como estos aportan en pro al servicio. En su catálogo muestran las ventajas que ganarían al adquirir estos equipos.

Perú

(Silva, 2020). El presente estudio fue un análisis estadístico universitario con el fin de demostrar el impacto del equipamiento digital radiológico en el proceso de atención del departamento de diagnóstico por imagen de los nosocomios de Chachapoyas – 2020. Tesis de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas, para el título de licenciado en tecnología médica en mención de radiología.

(Ortiz G. 2018). Publica un artículo de la importancia de la teleradiología y como esta esta impactando el hoy de la salud, justifica que este es un gran avance que facilita la comunicación entre instituciones medicas y profesionales.

El salvador

(Cornejo Hernández, 2020) El proyecto busca generar un innovador sistema la visualización y portabilidad de las imágenes en diferentes dispositivos portátiles para un eficiente análisis. Además, reducir periodo de atención, de tal manera prestar el servicio de diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

España

(Gonzales F & Chavarría M. 2016). Presenta una monografía llamada La radiología digital: adquisición de imágenes la cual tiene el fin de contar como se obtienen directamente las imágenes digitales y son manipulables a cambios para su corrección o mejor calidad. Además, destaca como el sistema de información ayuda a simplificar los procesos.

(essalud 2018). Es una Blog medico donde en realizan una publicación del futuro del servicio de la imagenología y como este está cambiando la medicina y la forma de detección de patologías, además habla como su cambio le trae un beneficio al medio ambiente al eliminar elementos contaminantes antes usados.

(Marín & German, 2020). Presentaron como trabajo final una investigación como poder evaluar la productividad de los diferentes sistemas que se encuentran disponible hoy en día y cuáles pueden ser los posibles problemas éticos y legales, de esta misma forma observar cómo se desenvuelve un radiólogo con base al mundo artificial.

Brasil

(MV 2018). es una revista médica que por medio de profesionales de la medicina aclara temas y entre ellos habla sobre radiografía digital o convencional: entienda las ventajas y desventajas. Donde tratan a profundidad temas importantes de la digitalización como este va ser el futuro de la radiología y como funciona sus canales de comunicación.

Canadá

(Xiaohui (Ed) Wang 2020). Es director Carestream en el enfoque de innovación e investigación y desarrollo de sistemas de imágenes médicas, que incluye la radiografía digital y tomografía computarizada. Que publica los nuevos diseños y tecnología que crearon con su grupo de trabajo cuales son sus nuevos avances y como estos impacta el diagnostico de las imágenes y mejora la eficiencia.

Cuba

(Guzman C & Aguilar D. 2016). Presentaron una investigación donde muestra como es el funcionamiento del almacenamiento de datos y transmisión de estos, como ellos proporcionan mejor desempeño, genera rapidez y disponibilidad de las imágenes médicas.

(Victor & Amelia, 2017) La siguiente investigación se realizó en el hospital Pediátrico Eliseo de cuba, con el objetivo de que el personal logre adaptarse a las nuevas estructuras y función del sistema de información y así poder promover el uso de nuevas herramientas que facilite el trabajo de manera más eficiente.

México

(Sanchez, 2021) la siguiente investigación se llevó a cabo con el objetivo de implementar un sistema de información, por medio de software poder obtener un mejor control de información a la hora de hacer la trazabilidad, agendamientos de turno y facturación de pacientes.

(Fabian, 2019). La siguiente tesis es realizada para la obtención de grado como maestro en ciencias de la computación, se realizó esta investigación con el fin de poder diseñar e implementar un sistema de PACS apoyado en el DICOM, con el objetivo de poder tener un software que sea de calidad y minimice los costos.

Nacional

Bogotá

(Tavares, 2018). La elaboración de este trabajo de final es para demostrar como la digitalización radiológica genera la debida protección al paciente y al colaborador con mecanismos que reducen las dosis y generar exámenes de alta calidad para su diagnóstico. Trabajo final para el título de magister en física medica de la universidad nacional de Colombia.

(Jimenez Medina, 2020) El propósito del trabajo de grado es demostrar la optimización del proceso de adquisición de imágenes diagnósticas de rayos X para clientes por medio de la radiología digital. Realiza la demostración a base de los indicadores de oportunidad con la herramienta Petri Net Toolbox de MATLAB donde simula como seria el proceso por medio de la digitalización del servicio de rayos X y como estos mejoran drásticamente sus indicadores, y disminuyendo errores que provocan costos al servicio.

Bucaramanga

(Cardenas & Reyes, 2017). El siguiente estudio se realizó con el objetivo de poder cuantificar cual es el nivel de radiación que queda en el ambiente a la hora de realizarse un examen radiológico, para así poder definir un plan de seguridad radiológico que se implemente a la hora de ser expuesto a altas dosis de radiación.

(Cerinza D. 2017). En su proyecto sobre la teleradiología demuestra como sería una estrategia para la mejora de los servicios de salud. El beneficio que se lograría obtener con la expansión del servicio a las personas mas lejanas de las zonas rurales del país.

(Castellanos & Stephany, 2019). Trabajo de grado para obtener el título como ingeniero biomédico, se basó sobre el diseño de un interfaz visual de forma manejable para los estudiantes, con el fin de que puedan relacionarse con las diversas herramientas que brinda el programa, dejando ver cuáles son los efectos que tiene una imagen cuando se le adapta ruidos y filtros.

Cali

(Euillades L, 2017). En su proyecto de grado habla sobre como se mide la eficiencia en el servicio de imagenología y lo que plantea es que se debe a la cantidad de pacientes que se atiendan y realiza el promedio de tiempo de tórax en los equipos análogos, digitales CR y DR.

Cúcuta

(Lobo & Angarita, 2018). La elaboración de esta tesis de grado, desarrollaron una aplicación que se encuentra apoyada al Dicom para poder tener un análisis de las imágenes, por medio de software permitiendo el almacenamiento de las imágenes obtenidas, para tener una mejor visualización de ellas.

Medellín

(José Fernández 2016) Para obtener el título en biomedicina realiza una investigación estadística por medio de dispositivos electrónicos sobre qué sistema de radiología era necesaria más cantidad de radiación para la captación de imágenes concluyendo que la análoga es la que necesita más radiación donde sigue la radiología digital CR y por último la radiología digital DR esto se debe a los componentes usados en sus chasis.

(Delgado H & Vásquez D 2015) en su proyecto de grado que buscaba la viabilidad de implementar un equipo digital concluyeron que el retorno de la inversión más el costo de los trabajadores se lograba recuperar dentro 5 años dependiendo del flujo de pacientes y se mantuvieran las variables sujetas.

Radiología digital

Cuando se habla de radiología digital es un proceso de la radiología el cual obtiene los exámenes directamente en formato digital los cuales son observados en un monitor, por medio de software tiene la capacidad de editar, almacenar, transferir, guardar en unidades de memoria contrario a la radiología digital que para obtener las imágenes necesita una película radiológica que se encuentran dentro del chasis que luego por medio de un proceso químico se obtiene la imagen sin tener una visualización previa (Gonzales F & Chavarría M. 2016) Existen 2 tipos de radiología digital las cuales son la directa (DR) y la indirecta (CR).

Radiología digital indirecta (CR)

En cuanto se refiere a los equipos generadores de rayos x son los mismos, el cambio está en el procesamiento de la imagen. El cambio está en el chasis son muy parecidos en su aspecto, pero los nuevos cuentan con una película fotosensible que capta una imagen al ser expuesta a la radiación. (Salud, 2019).

Una vez el chasis es expuesto a la radiación se introduce dentro un escáner llamado “CR”, este de manera autónoma saca la película la escaneada y envía la información al computador, por último, elimina la información de la película por medio de una luz y es introducida de nuevo en el chasis para el siguiente examen todo este proceso tiene un tiempo promedio de 20-40 segundos. Al tener la imagen en el computador, es posible realizar una serie de cambios si son necesarios como son: contraste y brillo, rotar, colimar, mediciones, anotaciones, ampliaciones, selección de partes de la imagen entre otros. Una vez terminados los cambios el examen se almacena en el PACS lo cual permite ser visualizado o enviar a otras áreas del centro médico (Miñano, J. 2018).

Radiología digital directa (DR)

Las imágenes en la radiología digital directa son adquiridas por una placa de circuitos sensibles a la radiación de los rayos X, donde es enviada de manera inmediata al computador allí el profesional de la salud puede ejecutar cambios de edición, y es posteriormente enviada a un sistema de PACS que permite guardar, enviar, visualizar el examen. La diferencia en la radiología digital CR es que no necesita de un escáner para que los exámenes sean transferidos a la computadora al evitar este paso y observando que la imagen en el sistema DR tiene una demora de promedio 5-8 segundos el servicio de radiología es mucho más rápido. (MV 2018).

Beneficios radiología digital

Edición de imagen

La radiología digital presta una serie de beneficios entre ellos la edición de la imagen adquiridas, una vez la imagen se encuentra en el sistema de cómputo se pueden desplegar una serie de herramientas de modificación como lo son el brillo, contraste, zoom, recortes, agregar texto, unión de imágenes y girar estas opciones colaboran en la calidad de imágenes y en la disminución de repetición de exámenes.

Manipulación de contrastes: Los algoritmos programados permiten aumentar o disminuir su contraste esto logra una mejor visualización y ayuda a solucionar problemas infra o sobre exposición.

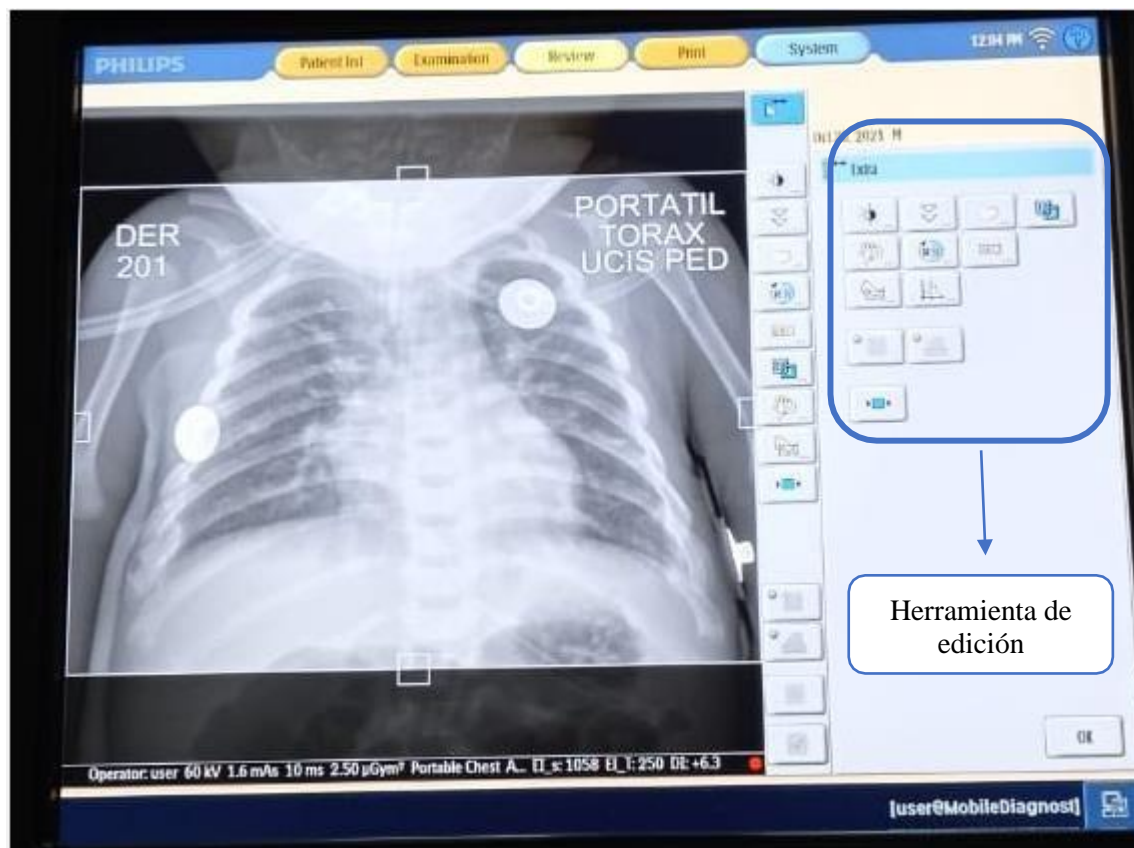
Rotar: esta herramienta permite solucionar de mal posicionamiento por equivocación del colaborador girando la imagen o invertirla por un mal uso del chasis error usualmente ocasionado en los tórax.

Texto: Permite al colaborador añadir textos personalizados a la imagen con el fin de hay que destacar secciones o en su defecto derecha o izquierda.

Recorte: permitir el corte o reducir el tamaño neto de una imagen seccionarla en diferentes porciones para su edición por aparte con la posibilidad de volverlas a unir.

Zoom: Podemos incrementar el tamaño de la imagen para observar una estructura en específico y así lograr un mejor detalle.

Figura 1. Herramientas de edición



Nota: Imagen en herramientas de edición(2022)

Calidad de imagen





En la actualidad los equipos digitales producen imágenes de gran calidad, pero cada vez se generan nuevas tecnologías, creando estrategias para incluir unidades de procesamiento gráfico (GPU) lo cual agiliza el procesamiento de imágenes, además genera un crecimiento en los parámetros de contraste y nitidez lo que mejora la visualización de tejido blando y óseo complementando con una serie de opciones de edición generando imágenes óptimas. (Datamedica 2021).

Aunque hay variables que no dependen del detector que afectan la calidad de imagen como la colimación, factor de magnificación y de posibles movimientos, densidad del paciente por lo tanto es necesario contrarrestar factores que disminuyen su calidad con detectores que

proporcionen calidad gracias a que se componen de metales refractarios como molibdeno y tungsteno para producir colimadores de alta precisión para detectores de rayos X. Estos absorben la radiación dispersa, ayudando así a conseguir imágenes con una calidad extraordinariamente alta. Por su excelente capacidad de absorción de rayos X (Plansee 2020).

Por ejemplo, (Carestream 2020). Publica uno de sus avances en la calidad de imagen en sus nuevos equipos ellos la llaman doble energía y se basa por medio de una filtración de la exposición se adquieren 2 imágenes sucesivamente con la misma radiación donde una solo captura tejido blando y la otra solo hueso. Esto les permite a los médicos radiólogos por medio de un software visualizar una de ellas o las 2 al tiempo de tal manera no se superpongan hueso sobre patologías en tejidos blandos o de manera contraria. Es fácil deducir como esto impacta en el servicio que se benefician los pacientes con diagnósticos más certeros, los colaboradores con la simplificación de su labor y la administración con su eficiencia.

Tabla 1. Comparación imagen análoga y digital

	Análoga	Digital
Infra expuesta	 <p>3.2 mAs-70 kV</p>	 <p>2.5 mAs-70kV</p>
Sobre expuesta	 <p>25mAs-70kV</p>	 <p>40mAs-70kV</p>

Nota: Adaptada de (Reick F. 2015)

Disminución de radiación

Generar un plan de inspección y control de la radiación es tedioso y complicado, pues es necesario disponer de unos equipos y personal especializado, además controles de calidad por cada imagen. pero José Fernández 2016, realizó el estudio comparando los 3 equipos análogos, CR y DR concluyendo que los equipos análogos y los digitales CR a pesar de que pueden funcionar con el mismo equipo las películas fotográficas de los análogos a base de fosforo requieren de más radiación en el momento de la adquisición de la imagen, ya que el chasis del CR compone yoduro de cesio que es más radiosensible por lo que requiere menos radiación. En el momento de comparar equipos digitales entre CR y DR lo cual dijo que los equipos CR pueden llegar alcanzar la calidad de imagen de los DR, pero si usan más radiación por lo que se concluye que los equipos que usan menor radiación en el momento de tomar exámenes son los equipos digitales DR por su sensibilidad a la radiación.

Diagrama 1. Menor radiación en radiología digital



Sostenibilidad

Todas las empresas cada vez buscan mejorar su responsabilidad social y ambiental, las instituciones prestan el servicio de imagenología no son la excepción, por lo cual un beneficio que tiene la radiología digital es que es sostenible ya que a diferencia de la análoga no necesita de químicos reveladores que están compuestos de cianuros, reactivos oxidantes, ácidos orgánicos e inorgánicos, alcalinos cáusticos, hidrocarburos, acetonas, compuestos de mercurio, plata. ni

película radiográfica que generan contaminación, aunque las instituciones tienen un manejo de residuos y estos químicos no llegan a las aguas residuales en los lugares de desecho terminan con vida animal y vegetal, además el desecho de las películas radiográficas demora años en su descomposición. (essalud 2018).

Eficiencia

La eficiencia en las instituciones prestadoras del servicio de imagenología se mide por la cantidad de exámenes adquiridos por un periodo de tiempo con la aplicación de la radiología digital el tiempo por toma de examen es menor por lo tanto la optimización del tiempo y los recursos aumentará la eficiencia, además como causa de la mejor calidad de los exámenes la lectura por parte del especialista será más acertada y rápida lo que aumentará los indicadores de eficiencia. (Fernando S, 2019).

Diagrama 2. Eficiencia comparativa por examen de tórax

Análogo



CR



DR



Nota. Según (Euillades L, 2017) realizo un estudio en promedio de tiempos en toma de exámenes de tórax, donde concluyo que mientras se toma un estudio en equipos análogos se logra tomar 1.5 estudios en equipos digital CR y 2.5 estudios en equipos digitales DR

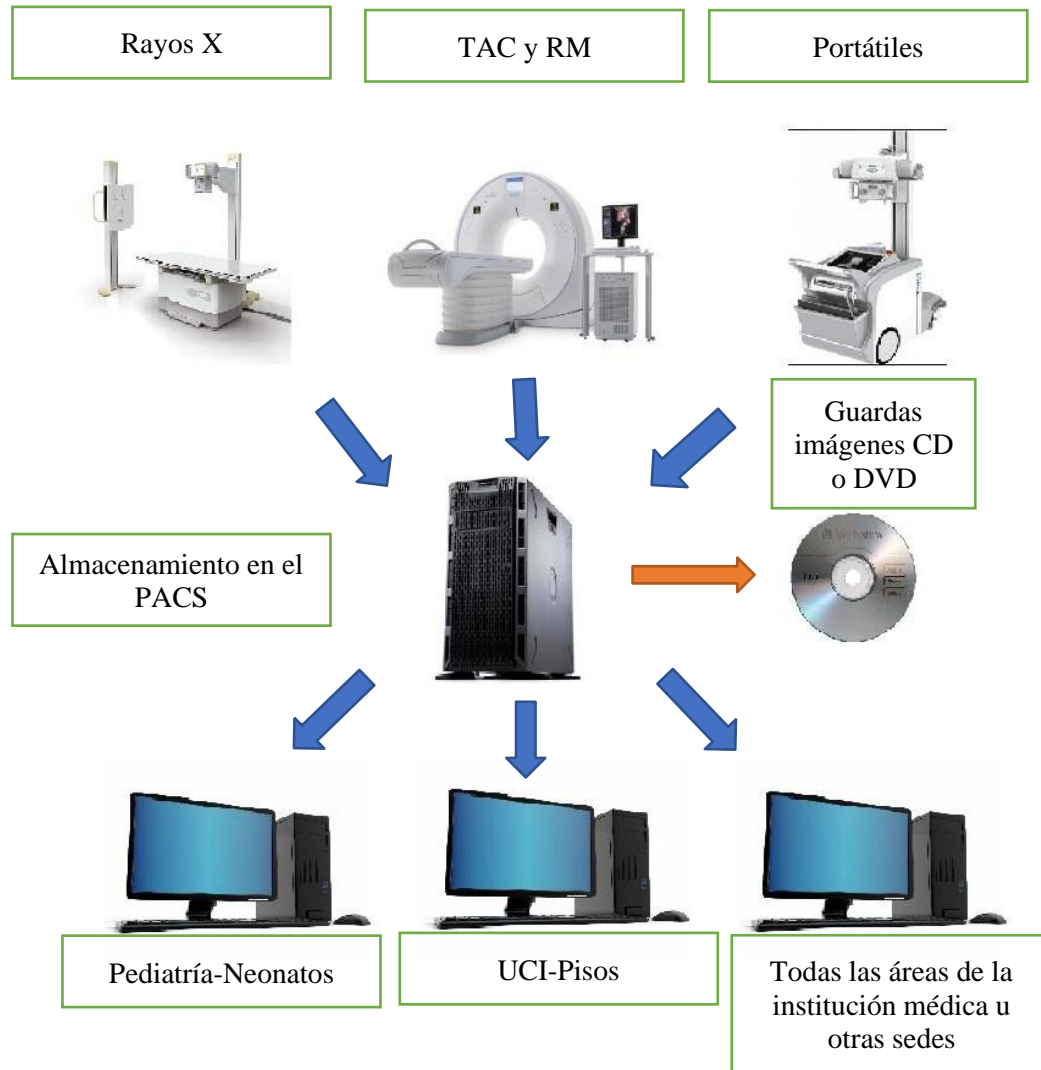
(Jimenes A. 2020) realizo una simulación por medio de MATLAB del proceso de radiología de forma digital concluyendo que gracias a este modelo el tiempo de atención disminuye en un 40.43% además propone que implementando un sistema de información radiológico en este caso (petri) se lograrían disminuir errores que se encontraron como solicitudes duplicadas, exámenes carencia de técnica, recortados, sin demarcación. Esto demuestra el impacto eficiente que se logra a través de la radiología digital en el servicio de imagenología es de gran relevancia.

Almacenamiento y transmisión de exámenes

Los equipos digitales no solo cuentan dispositivos diferentes, tambien es necesario un sistema de información que lo componen diferentes módulos entre ellos encontramos los PACS el cual cumple con la función de almacenar y transmitir los exámenes. Este proceso inicia cuando el equipo CR o DR realiza la adquisición de una imagen la cual puede ser editada en un sistema de cómputo y posteriormente almacenada en un servidor. Luego por medio de estaciones de trabajo (usuarios) dentro de la clínica o hospital, pueden realizar la búsqueda para la visualización o envío, gracias al RIS y al HIS este no solo contiene la imagen sino información del paciente de esta manera es posible comunicar la institución prestadora de salud con otras sedes en diferentes localizaciones y cumplir con tareas como es guardar el examen en dispositivos de memoria portátiles como CD y memorias, imprimirse en papel fotográfico y ser enviadas por redes

sociales como correos lo cual previene perdida de exámenes, interconectividad y confort a los pacientes. (Guzman C & Aguilar D. 2016)

Figura 2. Función del PACS



Nota: Imagen PACS.

Costos

Se tienen 2 factores que medir en costos que son en equipos y operacionales. Hablando de equipos los análogos son mucho más económicos ya que necesitan menos dispositivos, electrónicamente más económicos y muchas instituciones están en procesos de actualizar sus

equipos, vendiendo los antiguos mucho más económicos. Pero para lograr pasar de lo análogo a lo digital CR no es necesario cambiar el equipo lo único necesario es el cambio del chasis y adicionar un escáner “CR” además del sistema de información, según (Delgado H & Vasquez D 2015) en su proyecto de grado que buscaba la viabilidad de implementar un equipo digital concluyeron que el retorno de la inversión más el costo de los trabajadores se lograba recuperar dentro 5 años dependiendo del flujo de pacientes y se mantuvieran las variables sujetas, en cuanto a los DR su costo es más elevado puesto su tecnología es mayor pero proporcionalmente sus beneficios, ya que por su rapidez y calidad aumenta la eficiencia del servicio.

En cuanto los costos operacionales entre más digital menores son sus costos y mejor usados son sus recursos, cuando hablamos de un equipo análogo sus costos son mayores ya que es necesario tener película, procesadora de químicos, la entrega de la imagen es mucho más demorada, además mayor probabilidad de repetición de imagen mientras que un sistema digital CR se reducen todos estos costos la demora por proceso de imagen en promedio es de 30-60 segundos gracias a la digitalización se pueden editar y evitar repeticiones por último se pueden entregar en unidades de memoria portátil de tal manera se pueden adquirir más exámenes al día de tal manera lo que es igual a mayores utilidades. Pero al comparar con un sistema digital DR no es necesario tener un escáner y el procesamiento por imagen es casi instantáneo en un promedio de 3-5 segundos y la calidad es mayor por ende mejora la productividad que los equipos CR. (Agulla, O. 2017)

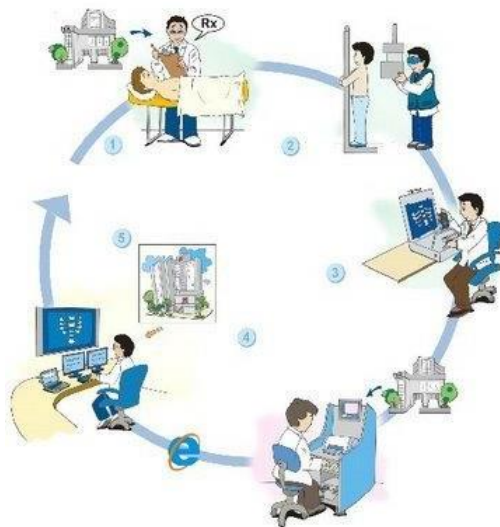
Teleradiología

La teleradiología es el proceso donde se envían exámenes de un destino a otro por medio del internet de esta manera facilita la conectividad entre centros médicos y personal capacitado que realice la lectura y genere los diagnósticos necesarios sin tener que estar dentro de la misma

clínica o hospital donde se reflejan sus ventajas y alcances. Según (Ortiz G. 2018) justifica que la Teleradiología es un gran avance tecnológico que se debe implementar de manera rápida ya que no solo mejora el servicio si no es más eficiente y económico además genera la oportunidad de extenderse a más personas.

Gracias a la digitalización de la radiología y uniendo fuerzas con TIC se está logrando dar solución a una problemática latente en Colombia es llegar a todos aquellos rincones rurales de Colombia. Las TIC permitieron el acceso a más personas al servicio de imagenología ya que se logran conectar los centros rurales con las grandes clínicas o hospitales de las capitales por medio del internet tienen la posibilidad de que sus exámenes sean interpretados por los profesionales especializados, además de segundas opiniones, gestión pedagógica entre otros beneficios sin tener que viajar largas distancias por la lectura de sus imágenes o un diagnóstico. (Cerinza D. 2017).

Figura 3. Teleradiología



Nota: Imagen Teleradiologia (Padilla G. 2020)

Inteligencia artificial (IA) en la radiología

La inteligencia artificial está impactando de manera drástica la medicina y directamente en la radiología, la IA está generando nuevas metodologías para la detección de patologías, la calidad de imágenes, mapeo de temperaturas, análisis independiente del examen, calificación por colores de diferentes patologías son algunos cambios que está experimentando ya que esta tecnología es muy nueva es poco implementada pero se ha logrado observar sus inicios con actualizaciones de software que facilitan y ayudan a la interpretaciones de exámenes. (Antonio J & Rodríguez M. 2021).

Figura 4. IA en radiología



Nota: Imagen radiologica(isanidad, 2018)

Sistema de información de la radiología digital

El sistema de información es un instrumento informático que permite generar procesos administrativos del área de radiología, crea una comunicación de información entre el departamento de radiología y otros servicios, el sistema de información maneja grandes cantidades de información, procesos y actividades, está compuesto por un conjunto de sistemas donde cada uno cumple con una función. Con el objetivo de establecer comunicaciones entre usuario-clínica, departamento de radiología-otros departamentos, además almacena exámenes, permite la teleradiología (Víctor G, Cifuentes I & Cabrera A. 2017) entre otras funciones, los componentes que constituye el sistema de información son:

HIS

“sistema de información hospitalario” este cumple con funciones de registrar, guardar y controlar toda la información que se adquiere en los diferentes en los servicios de instituciones médicas como lo son clínicas y hospitales, por medio de usuarios que son otorgados a colaboradores seleccionados la van registrando, creando un seguimiento de cada actividad o proceso que tenga el paciente es claro que este sistema debe llevar alta complejidad en medidas de seguridad. En otras palabras, el HIS contiene toda la información de cada paciente que pase por departamentos de la institución médica como insumos, radiología, pediatría, por nombrar algunos ((Víctor G, Cifuentes I & Cabrera A. 2017).

RIS

“Sistema de información radiológico” es un software que permite registrar, manejar y controlar el flujo de información que se obtiene en el servicio de imagenología. Por medio de esta

herramienta podemos realizar actividades como agendar turnos, facturar, registrar la trazabilidad de los pacientes desde su admisión, subir lecturas de los exámenes y facilitar su búsqueda (Sánchez F. 2021).

PACS

Es un sistema que tiene la capacidad de almacenar imágenes radiológicas digitales además de transmitir y descargarlas. Este es conformado por dos elementos; software y hardware, que generan una comunicación para buscar las imágenes. Los exámenes son enviados a una estación de trabajo, para que se pueda lograr su visualización cuando sea necesario, desde el lugar que se requiera por medio de servidores “usuarios” que se le entregan al personal (Llontop F. 2019). Gracias a esta herramienta se tiene beneficios como:

- Los exámenes pueden ser observados desde diferentes lugares y en distintas fechas.
- Evita que se pierdan exámenes
- Pueden ser editados
- Reduce costos operacionales y costos de almacenamiento
- Agiliza procesos entre colaborador-paciente-servicio de imagenología
- Fácil integración al HIS
- Información del paciente desde que entra hasta que sale del servicio
- Confort para los pacientes

DICOM

Es un protocolo estándar que consiste en comunicar el RIS con el PACS de esta manera solucionar la necesidad de compatibilidad entre diferentes dispositivos. En ocasiones es necesario no solo tener la imagen del examen si no tambien la del paciente en ese momento entra el DICOM nos genera el examen acompañado de la información del paciente y sea de esta manera interpretada de manera correcta. En si el DICOM nos relaciona la información del paciente con el examen y nos lo proporciona en un formato que es compatible en todos los dispositivos. (Clinic Cloud. 2021).

Marco legal

Ley 1341 de 2009 la presente ley determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías, para la protección de datos de cada paciente por medio de las nuevas tecnologías.

Resolución del 482 del 2018 rige el uso de equipos adecuados por la radiación ionizante, control de calidad, prestación de servicios de protección radiológica y se dictan otras disposiciones.

Resolución 2654 del 2019 responsable de la vigilancia y protección del paciente, garantizando su privacidad, integridad y confiabilidad de sus datos.

Metodología

A continuación, se describirán los aspectos enlazados con la metodología utilizada para la creación de la presente monografía cuyo objetivo es mostrar de los beneficios de la aplicación de radiología digital por medio de una revisión bibliográfica.

Esta monografía obedece a un tipo de investigación documental, es decir, recopilar información ya existente sobre los beneficios de la radiología digital y corresponde a un tipo de investigación cualitativa por que propone analizar e interpretar información obtenida a través de recurso bibliográficos.

No se concede como una monografía experimental ya que no se tienen que manipular variables ni la creación de datos cuantificables. Y es transversal descriptivo porque se adquiere información con el fin de describir o analizar un tema.

Procedimiento Metodológico

Se inicio con la examinación de tesis, revistas, investigaciones y monografías generando la información suficiente dando a conocer diferencias, procesos, tecnología, modo de uso y costos de la radiología digital así observar claramente los beneficios al aplicarla dando sentido al planteamiento del problema.

Para la plantación del documento se buscó dar prioridad a generar el conocimiento de una manera sencilla para los lectores para que su entendimiento sea mucho más fácil, luego se realizó un estudio de la información, lo cual permitió la redacción de un documento, para así formular los temas de investigación

Resultados

Cuadro comparativo radiología digital vs radiología análoga

Tabla 2. Radiología digital vs radiología análoga

	Radiología Digital	Radiología Análoga
Edición	Tiene una barra de herramientas con las cuales se pueden recortar, controlar brillo y contraste, zoom, girar entre otros	No genera la posibilidad de edición ya que una vez tomado el examen se procede a su revelado imposibilitando su edición.
Calidad de imagen	Gracias a la tecnología implementada en nuevos dispositivos y software aumentan la optimización de la imagen mejorando los parámetros de calidad por medio de la IA se generan nuevas formas de visualización.	Aunque usando las técnicas adecuadas en KV y mA su calidad es aceptable, pero no se compara con la digital, además el acierto de su técnica se complica dependiendo la contextura del paciente.
Costos	Equipos más costosos por su tecnología	Equipos más económicos por no necesitar elementos adicionales como CR, Computadores o Detectores.

	Operacionalmente genera más rentabilidad por su eficiencia permite tomar más exámenes en menor tiempo, al ser digital no son necesarios químicos de revelado ni películas optimizando recursos.	Operacionales más costoso por su deficiencia en el uso de sus recursos, aumentando costos por el manejo de películas, químicos de revelado, demora en el proceso y entrega del examen, imposibilidad de su transmisión a otras entidades
Capacitación de colaboradores	Es necesario que sus colaboradores obtengan un conocimiento extra en el manejo de los nuevos sistemas digitales que comprende en equipos y software su capacitación debe ser mayor y constante. Además de capacitaciones en radioproteccion y atención a los pacientes	Su capacitación no debe ser tan exigente ya que su sistema de trabajo es el mismo. Se basan en capacitaciones como radioproteccion o atención a los pacientes entre otros.
Radiación	La radiología digital gracias a sus componentes y tecnología realiza los exámenes con menos cantidad de radiación lo cual promueve el cuidado a los pacientes y	Ya que las películas están hechas a base acetato de celulosa que la recubre una emulsión la cual obtiene una sustancia que es sensible a la

	colaboradores.	luz como el bromuro de plata por lo que hace que su radiosensibilidad sea menor a los métodos digitales
Eficiencia	Como instituciones prestadoras de un servicio su eficiencia se mide en el uso de los recursos al digitalizar la radiología sus procesos son más rápidos por ende realizan más exámenes al día, como su calidad es mayor se reducen otros exámenes gracias a su sistema de información da la posibilidad de conectar diferentes centros médicos.	La radiología análoga debe usar más recursos como lo son químicos para la reveladora o cuarto oscuro además de la película, la producción de la placa es mucho más demorada provocando realizar menos cantidad de exámenes al día es deficiente este método
Almacenamiento y transmisión	La implementación del PACS tuvo un impacto gigante en la radiología esta herramienta permitió almacenar los exámenes y ser vistos en distintas horas, además de ponerlos enviar a diferentes sedes o instituciones médicas. De esta manera los exámenes quedan en el	En la radiología análoga no es posible almacenar su imagen en un sistema de cómputo, por tal motivo la pérdida del examen es más probable lo que causaría realizar uno nuevo, además de no poder enviarlo a otras

	<p>historial clínico, evitando su pérdida, una posible comparación en un futuro, con él envío de la imagen se puede pedir segundas opiniones, dar paso a la teleradiología entre otros.</p>	<p>instituciones o hacer comparaciones en el futuro</p>
<p>Sostenibilidad</p>	<p>Por su procesamiento digital, disminuye contaminación ya que no usa químicos ni películas, aunque con quien se contrata el sistema de información debe tener computadoras gigantes 24 horas encendidas para poder almacenar los exámenes su efecto ambiental no es tan negativo como el uso de químicos o desechos de películas a base de fosforo que demora cientos de años en su descomposición.</p>	<p>Aunque los desechos químicos sean tratados de una manera controlada deben terminar depositados en lugares que pueden llegar a causar daños irreversibles, sin contar los cientos de años que se demora en descomponer las placas de acetado hechas a base de fosforo.</p>

Cuadro comparativo radiología digital CR vs radiología digital DR

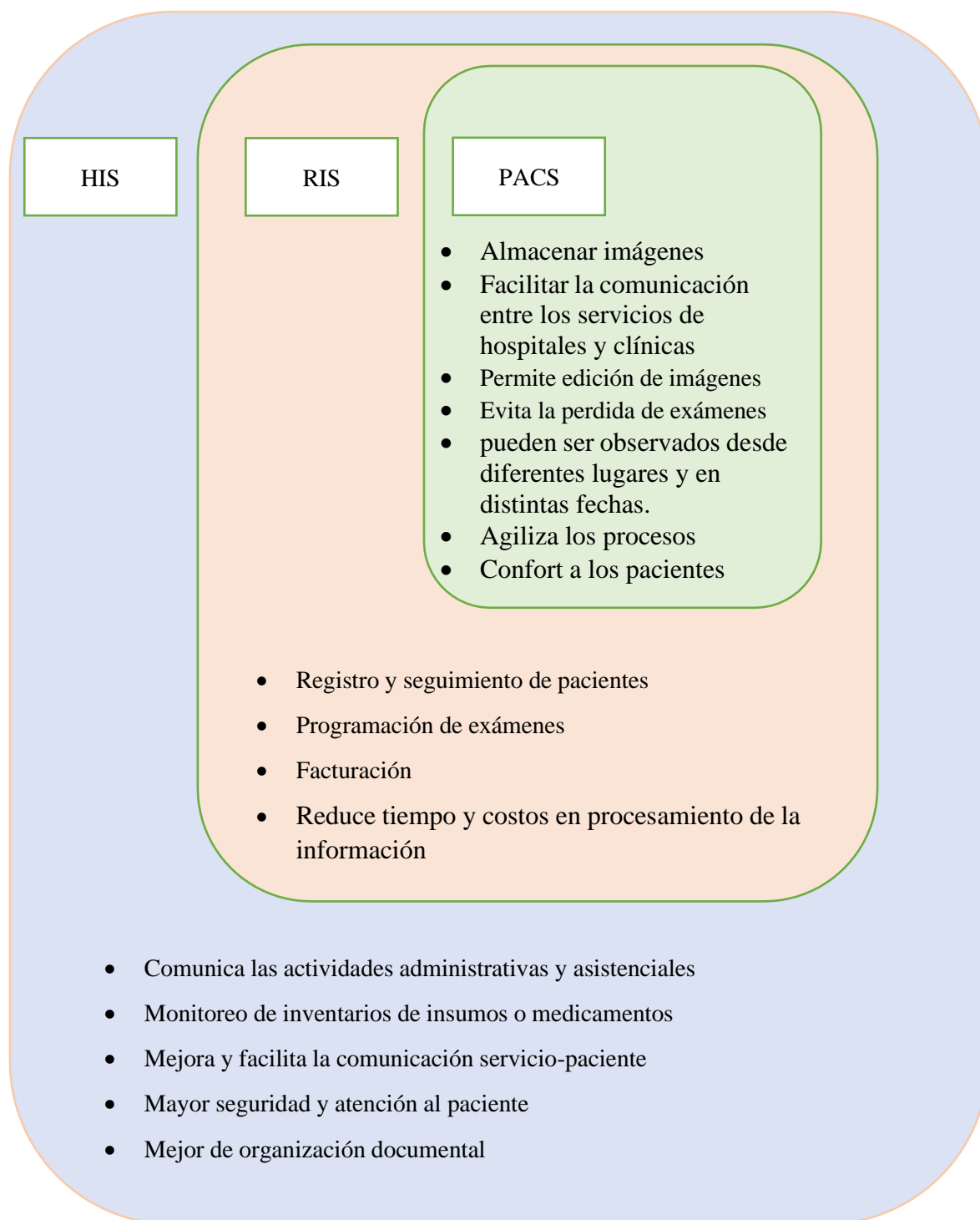
Tabla 3. Radiología digital CR vs radiología digital DR

	CR	DR
Adaptación a equipos análogos	Es posible llegar adaptar un equipo análogo a digital CR, es necesario adquirir elementos como un escáner, sistema de información radiológico, cambio de chasis.	Aunque es posible usar un detector con un equipo convencional, no se aprovecharía al máximo su beneficio y eficiencia con en un equipo adaptado totalmente.
Radiación	Al manejar a una placa de yoduro de cesio necesita de una cierta cantidad mayor de radiación que en la digitalización DR.	Maneja un panel de selenio integrado en su componente permite que los fotodiodos capten con menor radiación según (Hidalgo F) un promedio del 30% menos que en la radiología digital CR
Eficiencia	Al medir la eficiencia en la cantidad de exámenes que se pueden tomar al día el procesamiento por imagen es de promedio de 1-3 min	Al medir la eficiencia en la cantidad de exámenes que se pueden tomar al día el procesamiento por imagen es de promedio de 10-30

		segundos. De tal manera que la radiología DR es más eficiente.
Calidad de imagen	La calidad de imagen se basa en usar la técnica adecuada dependiendo la contextura del paciente, además cuenta con la oportunidad de editar su contraste y brillo mejora la calidad de la imagen	Gracias a su tecnología y a la implementación de unidades de procesamiento gráfico (GPU), y tarjetas de imagen su definición es mayor, además de autocorrije en casos de infra expuesta y sobreexpuesta, sin dejar de lado las herramientas de edición para concretar una imagen de alta calidad.

Sistema de información de la radiología digital

Diagrama 3. Sistema de información de la radiología digital.



Conclusión

La radiología digital ha marcado claramente un antes y un después en el servicio de imagenología, sin duda la digitalización trae una cantidad de beneficios que afectan directamente a todos los factores del servicio como son los pacientes, colaboradores y dueños por ende se espera que en los próximos años el reemplazo de los equipos análogos a digitales sea representativo. Además, está permitiendo llegar a lugares rurales lejanos por medio de la teleradiología por lo cual todas esas personas son beneficiadas.

Los beneficios de la digitalización afectan enfoques económicos ya que sus costos operativos son menores y la eficiencia del servicio es mayor, cuidado de los pacientes y los colaboradores con la disminución de la radiación, gracias a la posibilidad de editar los exámenes se disminuye su repetición por no usar las técnicas adecuadas, además su alta calidad de imagen permite una lectura más exacta y una visualización más simple de las patologías, algo importante de destacar es la ayuda al medio ambiente al dejar el uso de películas y químicos de revelado ya que estos generaban un cantidad de contaminación importante pero lo más importante es la implementación del sistema de información lo que facilitara la comunicación entre usuarios y clínica o hospital, genera la oportunidad de almacenar las imágenes y ser visualizadas de diferentes lugar y horas y así facilitar la comunicación desde un pueblo lejano con la de un hospital de la ciudad sin desmeritar que se evitara la perdida de exámenes pero no siempre basta con la imágenes es necesaria información del paciente y esta se logra obtener por medio de RIS. Como se puede observar la digitalización de la radiología genera una cantidad de beneficios que brinda una seguridad y confort facilita la comunicación, mejora la prestación del servicio sin

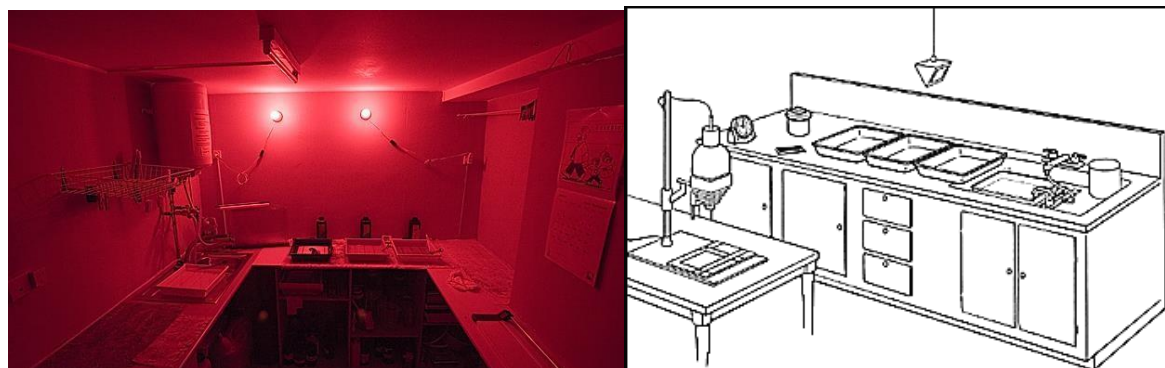
contar que cada vez la ley busca proteger más a los pacientes y sus colaboradores lo que se puede inferir que a un futuro su implementación va a ser obligatoria.

Anexos

Radiología Análoga (Cuarto oscuro)

La radiología inicio con su proceso manual en una habitación que no debía tener luz, ya que las películas radiológicas no podían tener contacto con la luz antes de ser procesadas, si la luz es reflejada en la película sin ser procesada la imagen se perdía y la película toma un color azul oscuro en su totalidad. Por esto es necesario una instalación especial llamada cuarto oscuro donde contienen químicos que son revelado y fijado usualmente en baldes, entonces tenían una ventana especial donde se dejaba el chasis y se cerraba el colaborador dentro del cuarto oscuro abría el chasis y extraía la película radiológica y manualmente la sumergía dentro de los químicos, esto en ocasiones les producía irritación en los ojos o garganta, luego de pasar por los químicos se realiza un lavado con agua para eliminar impurezas y es colgada en una cuerda con unos ganchos para su secado.

Figura 5. Cuarto Oscuro



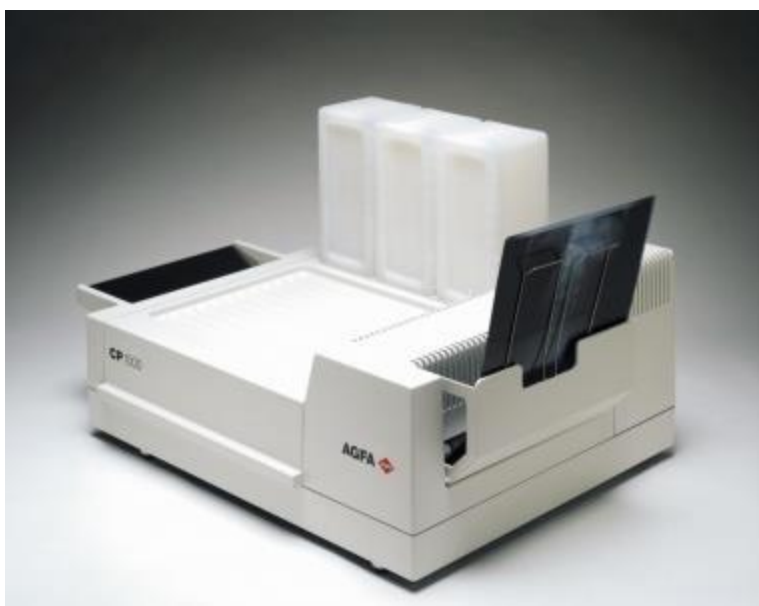
Nota: Imagen cuarto oscuro (Sanders J 2017)

Nota: Imagen mobiliario(Almonte R 2018)

Proceso Análogo (Procesadora)

La procesadora necesita de químicos de revelado y fijación además de agua, para realizar el proceso se inserta el chasis el cual contiene una película fotografía, la procesadora extrae la película que inicia pasando por el químico de revelado, siguiendo por el de fijación luego una limpieza con agua termina con un secado y por el extremo contrario al que se insertó el chasis sale la película con la imagen lista para entregar.

Figura 6. Procesadora



Nota: Imagen procesadora (electromedinter 2013)

Las deficiencias de este método son la demora en finalizar todo el proceso para entregar el examen, los químicos y la película fotográfica que se usan que terminan afectando el medio ambiente además de usar más recursos minimizando las utilidades del servicio, no permite la edición esto quiere decir que una vez sea tomada no hay la posibilidad de corregir, ampliar, rotar, anexar texto entre otras herramientas que permite la digitalización.

Equipo portátil de radiología

Figura 7. Equipo Portátil de Radiología



Elaboración propia (2022)

Los equipos portátiles de radiología iniciaron como apoyo al servicio de imagenología ya que era necesario realizar exámenes a pacientes que su traslado era de alto riesgo y alta complejidad, estos equipos se pueden utilizar con chasis que contiene películas radiológicas o chasis CR, su movilidad es mas pesada y su calidad de imagen no es óptima, además su movilidad es limitada en el brazo del tubo.

Equipo Digital CR

Figura 8. Equipo Digital CR



Elaboración propia (2022)

El chasis es llevado a la sala de rayos X donde es acomodado dependiendo el examen del paciente, una vez sea expuesto a la radiación es llevado a un escáner (CR) donde esta procesa la información y posteriormente borra la información del chasis para su nuevo uso, una vez procesada debe aparecer en el equipo de cómputo para su edición en el software anteriormente se debió haber diligenciado los datos del paciente y es enviada al PACS que permite su visualización en otros servicios.

Equipos digitales DR

Figura 9. Equipo Digital DR



Elaboración propia (2022)

En los equipos digitales DR desaparece el escáner y el proceso se basa en el detector de imágenes (chasis) este es acomodado dependiendo del examen luego se procede a ajustar la técnica y hacer el disparo una vez adquirida la imagen por el detector en cuestión de segundos y de manera automática aparece la imagen en el sistema de cómputo donde puede ser editada no hay que olvidar anteriormente se debieron registrar los datos del paciente y es enviada al PACS para su posterior visualización y manejo.

Equipo digital portátil DR

Figura 10. Equipo Digital Portátil DR



Elaboración propia (2022)

Los equipos portátiles digitales DR han impactado de gran manera la eficiencia en el servicio en la toma de exámenes en salas de UCI, pediatría, neonatos en ocasiones en piso por cuestiones del paciente se hace difícil su traslado hasta la sala de rayos X, el gran beneficio de estos equipos es que su visualización se hace inmediata y el detector borra de manera automática su información para su nuevo uso además cuenta dentro del mismo software opciones de edición y desde el mismo equipo son enviados al sistema de información.

La diferencia radica en los equipos portátiles con el chasis CR no se pueden borrar de su información de manera inmediata lo cual hace necesario transportar una cantidad de chasis por ejemplo si en pediatría solicitan 2 rayos X portátiles el tecnólogo en radiología debe asistir al

lugar con el equipo portátil y 2 chasis para luego ir al lugar donde se encuentre el escáner CR y ser procesadas.

Ejemplo de implementación de radiología digital incompleta

En centro médicos donde prestan el servicio de imagenología en algunos casos no implementan completamente la radiología digital lo cual no les permite aprovechar los beneficios a plenitud. En un hospital implementan equipos digitales DR en la sala de rayos X y su portátil, pero no cuentan con un sistema de información. Lo cual no tienen un PACS por lo que sus imágenes no pueden ser almacenadas, lo que realizan este hospital es conectar sus equipo por medio de internet a una impresora donde son impresas las imágenes y son llevadas por medio de los camilleros a cada servicio, aquí vemos un gran desperdicio de recursos ya que se tiene un consumo de tinta de la impresora el uso de recurso humano además se incrementan en gran medida posibilidad de perdida y su calidad no representa la misma ya que es impresa en papel fotográfico y no le permite al médico de cada área poder modificar a su necesidad la imagen para la identificación de patologías.

En consecuencia, de que carece a un sistema de información la solicitud de radiografías se hacen por medio de ordenes que cada área debe imprimir y lo que ocasiona una gran cantidad de papel y desorden entre los servicios observamos como hace falta la implementación del RIS donde todo este proceso se lograría ser virtual se podría llegar a tener un orden y trazabilidad de los pacientes además su sostenibilidad se ve afectada por el gran gasto de papel y papel fotográfico.

Figura 11. Implementación de Radiología Digital incompleta



Elaboración propia (2022)

Referencias bibliográficas

- Pérez, P. (2018). *Tubos de rayos X — documentación de Curso Dosimetría: Tubos de Rayos-X - 1.0*. Cursos Dosimetria.
<https://www.famaf.unc.edu.ar/%7Epperez1/manuales/cdr/tubos-de-rayos-x.html>
- Ventajas De La Radiología Digital. (2019, 30 diciembre). Promedco.
<https://www.promedco.com/noticias/ventajas-de-la-radiografia-digital>
- Mv. (2017, 27 junio). *Radiología digital: Las ocho etapas de implantación*. MV Informática Nordeste Ltda. <https://mv.com.br/es/blog/radiologia-digital--las-ocho-etapas-de-implantacion>
- Mugarra, F., & Chavarria, M. (2019). *La radiología digital: Adquisición de imágenes*. Monográfico Radiología. http://www.conganat.org/seis/is/is45/IS45_33.pdf
- Mv. (2016, 2 mayo). *Radiografía digital o convencional: Entienda las ventajas y desventajas*. MV Informática Nordeste Ltda.
<https://mv.com.br/es/blog/radiografia-digital-o-convencional--entienda-las-ventajas-y-desventajas>
- Datamedica, A., & A. (2017, 19 octubre). *Equipos de radiografía | radiología*. Blog.
<http://www.datamedica.cl/blog/las-ultimas-tendencias-radiologia/>
- Odon. (2018, 27 septiembre). *Ficha técnica de dispositivo médico*. Artículo.
http://www.essalud.gob.pe/ietsi/PETITORIO_DE_MATERIALES_E_INSUMOS_ODONTOLOGICOS/pdf/ODON-062.pdf

- Díaz, G. C. (2017). *Sistema para el almacenamiento y transmisión de imágenes médicas, versión 3.0*. Revista Cubana De Informática Medica.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592014000100003
- Calambas, H., & Vásquez, D. (2016). *proyecto de viabilidad de un servicio de radiología básica*. proyecto.
<https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/28/FUCLG0011103.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, F. (2019). *Trabajo De Investigación Para Obtener El Grado Académico De Bachiller En Tecnología Médica- Radiología*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.
<http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/2083/Silva%20Melendez%20Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cifuentes, J., & Cabrera, D. (2016). *Aproximación a un sistema de información Radiológico*. Hospital Eliseo Pediatrico.
http://www.rcim.sld.cu/revista_15/articulos_pdf/siradiologico.pdf
- PostDicom, P. (2021). *Free DICOM Viewer + Free 50GB Medical Imaging Data Storage Solution*. postDICOM. <https://www.postdicom.com/es/services/ris>
- Sánchez, F. (2021, 27 julio). *El RIS y su impacto en un servicio de radiología*. Telerad.
<https://innovation.teleradweb.com.ar/blog/el-ris-y-su-impacto-en-un-servicio-de-radiologia>
- Llontop, F. (2019). *Metodología Formativa En El Sistema Del Programa Archivo De Comunicación De Salud (Pacs) Dirigido A Los Tecnólogos Médicos Del Servicio De Emergencia, En Radiología Del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen, Lima*. Universidad José Carlos Mariátegui.

https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/730/Fredy_tesis_grado-academico_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Clinic, I. (2021, 24 agosto). *¿Qué es el formato DICOM? Las claves del estándar en imágenes médicas*. Clinic Cloud. <https://clinic-cloud.com/blog/formato-dicom-que-es-estandar-imagenes-medicas/>

Cerinzá, D., & Ortiz, G. (2017). *Un desafío para la especialidad en Colombia como estrategia para la mejora de los servicios de salud*. Universidad del Rosario. <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/13811/CerinzáSuescun-DianaNatalia-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arias, M., Iglesias, A. & Mañas, J. (2017). *Teleradiología En La Sanidad Pública, Una Forma Eficiente Y De Calidad Para Acercarnos Al Paciente*. Sociedad española de radiología médica (Seram). <file:///C:/Users/SAO%20645/Downloads/2617Presentaci%C3%B3n%20Electr%C3%B3nica%20Educativa-2549-1-10-20190527.pdf>

Muñoz, J. M., Gorospe, L., Sendra, F., & Garcia, L. (2021, 7 mayo). *Retos de la formación en radiología en la era de la inteligencia artificial*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833820301351>

Reick, R. (2022, 20 enero). *radiografía en pacientes de cuidados intensivos*. Blogger. <http://reickortiz.blogspot.com/>

Reick, R., & V.T.M. (2016, 24 junio). *INSTRUMENTACION Y EQUIPOS EN MEDICINA NUCLEAR Y RADIOTERAPIA*. Blogger. <http://mdnuclear.blogspot.com/http://mdnuclear.blogspot.com/>

Remis, K. (2020, 20 mayo). *Conceptos básicos de la captura de imágenes para técnicos radiólogos*. Everything Rad.

[https://www.carestream.com/blog/2020/05/20/conceptos-basicos-de-la-captura-de-
imagenes-para-tecnicos-radiologos/](https://www.carestream.com/blog/2020/05/20/conceptos-basicos-de-la-captura-de-imagenes-para-tecnicos-radiologos/)

Bosch, E., Castillo, R., Cea, S., Salinas, C., Rivas, J., & Díaz-Narváez, V. (2016). Diez años desde la implementación del RIS PACS de la Clínica Alemana de Santiago: impacto de la tomografía computarizada en el uso y disponibilidad de archivo. *Revista Chilena de Radiología*, 22(3), 102–107.

<https://doi.org/10.1016/j.rchira.2016.06.005>

Experts, E. (2021, 27 agosto). *¿Qué es un sistema HIS y para qué sirve?* Eva.

[https://evacenter.com/blog/sistema-his-
pacs/#:%7E:text=Un%20sistema%20de%20informaci%C3%B3n%20hospitalaria,
y%20reinterpretar%20datos%20m%C3%A9dico%2Dadministrativos.](https://evacenter.com/blog/sistema-his-pacs/#:%7E:text=Un%20sistema%20de%20informaci%C3%B3n%20hospitalaria,y%20reinterpretar%20datos%20m%C3%A9dico%2Dadministrativos.)

Clinic Cloud, I. (2021, 24 agosto). *¿Qué es el formato DICOM? Las claves del estándar en imágenes médicas.* Clinic Cloud. [https://clinic-cloud.com/blog/formato-dicom-
que-es-estandar-imagenes-
medicas/#:%7E:text=DICOM%20es%20un%20protocolo%20est%C3%A1ndar,in
teroperabilidad%20entre%20tipos%20de%20dispositivos.](https://clinic-cloud.com/blog/formato-dicom-que-es-estandar-imagenes-medicas/#:%7E:text=DICOM%20es%20un%20protocolo%20est%C3%A1ndar,interoperabilidad%20entre%20tipos%20de%20dispositivos.)

Medina, E. (2016, 26 octubre). *Curso Protección Radiológica en Radiología Digital.*

Slideshare. [https://es.slideshare.net/medinao/curso-proteccion-radiologica-en-
radiologia-dig](https://es.slideshare.net/medinao/curso-proteccion-radiologica-en-radiologia-dig)

Miñano, J., Baudes, M., González, A., Torres, R., Peinado, M., & Almansa, J. (2018).

Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital. ADI.

[http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-
calidad-en-Radiologia-Digital.pdf](http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-calidad-en-Radiologia-Digital.pdf)

- Silva, F., & Ordinola, C. (2020). *Existencias: Impacto del equipamiento digital radiológico en el proceso de atención del departamento de diagnóstico por imagen de los nosocomios de Chachapoyas-2020*. Ikua.
http://ikua.iiap.gob.pe/Record/repositorio_UNTRM-2148
- Pixeon, A. (2018, 9 abril). *Qué es PACS y cómo su clínica puede beneficiarse de esta tecnología*. Pixeon. <https://www.pixeon.com/es/blog/que-es-pacs-y-como-su-clinica-puede-beneficiarse-de-esta-tecnologia/#:%7E:text=Qu%C3%A9%20es%20PACS%20y%20c%C3%B3mo%20su%20cl%C3%ADnica%20puede%20beneficiarse%20de%20esta%20tecnolog%C3%ADa,por%20Pixeon%20em&text=La%20sigla%20PACS%20significa%20Picture,sectores%20de%20hospitales%20y%20cl%C3%ADnicas>.
- Ruiz, D. (2021, 21 mayo). *¿Qué es la Teleradiología?* Diagnóstico Journal.
<https://diagnosticojournal.com/que-es-la-teleradiologia/>
- Hernández, S. A. C. (2020, 11 septiembre). *Diseño e implementación de un sistema para almacenamiento y visualización de imágenes radiológicas / Ciencia, Cultura y Sociedad*. Central American Journals online.
<https://www.camjol.info/index.php/CCS/article/view/10199>
- Silva, F. (2019a). *La Radiología Digital*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.
<http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/2083/Silva%20Melendez%20Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amaya Ríos, E., & Muñoz Arango, E. T. (2021). Determinación de los niveles de referencia de dosis (DRL) para diagnóstico de baja y media complejidad en Servicios Especiales de Salud Hospital Universitario de Caldas de Colombia

(SES-HUC). *Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares*, 5, 84–98.

<https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.5.2021.604>

Sanchez, F. (2021, 27 julio). *El RIS y su impacto en un servicio de radiología*. Telerad.

<https://innovation.teleradweb.com.ar/blog/el-ris-y-su-impacto-en-un-servicio-de-radiologia>