

Análisis del proceso integral en el control de calidad de imágenes diagnósticas

Alba Juliana Vera Ramírez

Hubeimar Arley Delgado

Jazmín Carely Jauregui Peñaranda

Jhonathan Reinaldo Acevedo Jaimes

Niny Yamile Moncada Castro

Asesor

Luis Fernando Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2023

Resumen

En esta indagación se tuvo como propósito principal “analizar el proceso integral en el control de calidad de imágenes diagnósticas”, para lo cual, se empleó una metodología descriptiva - cualitativa, de modo que se lograra adquirir información con relación a los conceptos y cualidades de modo no numérico, siendo así mismo, no experimental, en vista que no alteraría ni cambiaría las variables de estudio en cuanto a la calidad de las imágenes radiológicas. Por ende, se usó la técnica documental-bibliográfica, recopilando datos teóricos del control de calidad de Rx. Con base a esto, se obtuvo como resultado que, la determinación de las particularidades de imágenes diagnosticas se basan en la norma ISO 9001:2018, esta norma indica que se requiere una mejora continua fundado en el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), para el establecimiento del sistema de gestión de calidad se desempeñe con estos requerimientos. Seguidamente, se determinó que al categorizar los elementos de la geometría de imágenes diagnosticas en la inspección de calidad, es ineludible la apariencia proporcional de las mismas según la estructura del sujeto en estudio, para que no se vea afectado su punto focal, presentando nitidez y mejores detalles. Por último, en el tercer objetivo se expone las influencias de las características visuales de imágenes diagnósticas, para las cuales se toman pruebas para tener un mejor control en los resultados y evitar errores de los que pende el resultado de un diagnóstico clínico y garantizar de este modo la prestación de un servicio de calidad. Se pudo concluir que, en ciertos casos a pesar de la buena calidad de las imágenes en todas sus particularidades, es impreciso conocer las posibles fallas que se presentan, ya sea por factores asociados al paciente el área anatómica a estudiar y, por otra parte, la perspectiva que cada médico tratante tiene.

Palabras Clave: Calidad, diagnóstico, geometría, imágenes, Rx.

Abstract

The main purpose of this investigation was "to analyze the integral process in the quality control of diagnostic images". For which, a descriptive-qualitative methodology was used, so that it will be able to acquire information in relation to the concepts and qualities in a non-numerical way, being likewise, non-experimental, since it would not alter or change the study variables in regarding the quality of radiological images. Finally, he made use of the documentary-bibliographic technique, collecting theoretical data from Rx quality control. Based on this, it was obtained as a result that the determination of the particularities of diagnostic images was achieved, which are based on the ISO 9001: 2018 standards, where a continuous improvement based on the PDCA cycle is required, for the establishment of the quality management system that they perform with these requirements. Next, it will be extended that when categorizing the elements of the geometry of diagnostic images in the quality inspection, the proportional appearance of the same is unavoidable according to the structure of the subject under study, so that its focal point is not affected, presenting sharpness and better details. Finally, in the third objective, the influences of the visual characteristics of diagnostic images are exposed, for which tests are taken to have better control over the results, and avoid errors, on which the result of a clinical diagnosis depends, and thus guarantee a guaranteed quality service. It was possible to conclude that, in certain cases, despite the good quality of the images in all their particularities, it is imprecise to know the possible failures that occur, either due to factors associated with the patient, the anatomical area to be studied and, on the other hand, the perspective that each treating physician has.

Keywords: Quality, diagnosis, geometry, images, Rx.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	8
Planteamiento del Problema	9
Justificación	14
Objetivos	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Marco Teórico.....	21
Particularidades en el manejo y control de calidad en imágenes diagnósticas	21
Elementos de Geometría de Imágenes Diagnósticas en el Control de Calidad	22
Influencia de las Características Visuales de Imágenes Diagnósticas en Control de Calidad	23
Metodología	25
Desarrollo del Proyecto.....	27
Determinación de las Particularidades en el Manejo y Control de Calidad en Imágenes Diagnósticas	27
Categorización de los Elementos de Geometría de Imágenes Diagnósticas en el Control de Calidad	34
Magnificación	37
Penumbra	39
Inexactitud de Nitidez en Imagen	41
Fallo de Nitidez por Absorción Diferencial.....	42

Estudio de la influencia de las características visuales de imágenes diagnósticas en el control de calidad.....	43
Conclusiones.....	49
Referencias.....	52

Lista de Tablas**Pág.**

Tabla 1 <i>Requisitos de protocolo de control de calidad para radiodiagnóstico.....</i>	31
--	----

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 “Norma ISO 9001 determinación de la Calidad de la imagen diagnostica.”	288
Figura 2 <i>Imagen proyectada o sombra</i>	38
Figura 3 <i>Efecto de penumbra</i>	39
Figura 4 <i>Penumbra formada desde un ánodo giratorio</i>	400
Figura 5 <i>Ancho del desenfoque producido por la penumbra</i>	411
Figura 6 <i>Imagen Rx con inexactitud de nitidez</i>	422
Figura 7 <i>Imagen Rx intensidad de exposición de la luz</i>	43
Figura 8 <i>Contrastes en Rx</i>	444
Figura 9 <i>Contrastes en Rx</i>	455
Figura 10 <i>Proceso de Extracción de Características visuales de una imagen</i>	47

Introducción

En este estudio, se manifiesta la finalidad de analizar el proceso integral en el control de calidad de imágenes diagnósticas, para el cual, se debe evaluar de una forma concisa, las problemáticas y los parámetros utilizados en la justificación de la evaluación de la imagen médica, introduciendo las bases del análisis de las medidas físicas, métricas, modelos de decisión entre otros, los cuales, esclarecerán la caracterización para el control de calidad. Esto con el fin de describir exhaustivamente las pruebas y conocer el estado del sistema de visualización en radiología e imágenes diagnósticas, basado en procesos integrales desde la generación de rayos X a través de elementos geométricos, hasta el resultado final siendo una imagen impresa o digital.

Estos parámetros son probados y comparados mediante pruebas de cotejo y resistencia, no invasivas que se realizan mediante espectrómetros, dosímetros y multímetros para mediciones radiométricas y dosimétricas de cualquier dispositivo de diagnóstico médico. Actualmente, existen otro tipo de regulaciones dependiendo de la tecnología utilizada, en varios países carecen de normativas obligatorias que obliguen a todos los radiólogos a realizar controles de calidad, tanto en imágenes analógicas como digitales. Sin embargo, en los últimos años ha habido avances entre los usuarios de imágenes hemodinámicas, debido a la gran cantidad de horas que se pueden utilizar los métodos de diagnóstico, lo que se traduce en tiempos de contacto con el paciente más prolongados; y en imágenes de mamografía debido al requerimiento de imagen de alta resolución; por lo que, estas son las principales áreas en donde se mantiene un control de calidad en los equipos y capacitación de los profesionales que hacen uso de las mismas.

Planteamiento del Problema

Al efectuar un examen de rayos X para el diagnóstico del paciente, se pueden experimentar algunos percances debido a la mala calidad del equipo o a la falla del equipo. Por lo cual, las instrucciones que utilizan equipos de rayos X son totalmente esenciales en el diagnóstico y seguimiento en muchas áreas de la medicina. Sin embargo, los rayos X siempre tienen problemas que pueden limitar mucho las capacidades del equipo, por eso se deben estudiar cuidadosamente los sistemas de rayos X y saber qué hacer con ellos dado que la toma de decisiones para capturar la estructura patológica antes de obtener un diagnóstico por imágenes, se realiza una tarea compleja que involucra varios procesos físicos, equipos y especialistas.

Debido que, cualquier posible daño a alguno de los equipos podría reducir la calidad de la imagen final o aumentar la dosis de radiación recibida por el paciente, es ineludible que el personal que trabaja en un centro de diagnóstico este organizado y capacitado de tal manera que las imágenes de diagnóstico producidas por el establecimiento tengan la calidad suficiente para proporcionar de manera consistente la información para el diagnóstico completo, al menor costo posible y con la mínima exposición de radiación al paciente.

Consecuentemente, el Doctor Lorenzano (2018) habla sobre su experiencia en cuanto a análisis resaltando que, “los diagnósticos que emiten los especialistas siempre son hipotéticos, y sujetos a corroboración en morfología patológica que dicen finalmente cuál es el proceso anatómico que se observa en las imágenes, en un diagnóstico que es así mismo incierto y revisable” (p. 11). Por lo que las interpretaciones erróneas a las que podría llegar un médico y al mismo tiempo enseñar la correcta comprensión de estas, se basa conforme a la calidad de las imágenes adquiridas, por lo cual es necesario tener los menos errores posibles para evitar diagnósticos equivocados.

Morales Pérez de Alejo (2011) establece la participación en la gestión de la calidad para mejorar las condiciones de los servicios de imagenología, En los efectos a la salud del paciente, se incluyen aspectos como la calidad de la imagen de rayos x, la determinación de los elementos de visualización de la imagen como kilovoltaje, miliamperaje, brillo, grado, resolución de grado, densidad, pues todo esto permite visualizar el estudio de manera efectiva.

En tanto, las posibilidades diagnósticas se basan en los factores de evaluación disponibles, agregando información relevante según sea necesario, y posteriormente, comparando el diagnóstico dado con el realizado por el servicio de la especialidad, permite confirmar o determinar si se debe realizar un ajuste, dada la necesidad de profundizar a la causa probable del error; puesto que un proceso que conduce a una mayor comprensión de las imágenes patológicas y sus variaciones; donde, por ejemplo, los principiantes aprenden lentamente, al percibir lo que ven los expertos, y así mismo corrigen los conceptos erróneos que también admiten, aunque con mucha menos frecuencia.

Por otro lado, es importante abarcar los componentes de distorsión en el área geométrica, el cual, según García Avilés (2015) para minimizar la desviación, con el fin de mantener la calidad, el objeto a estudiar debe estar paralelo a la película y junto del centro del haz de rayos X, y el acrecentamiento debe ser lo más bajo permisible. Recordando que la intensidad del haz de rayos X es recíprocamente conforme al rectángulo del recorrido desde el tubo de rayos X.

Explícitamente, los factores que afectan la calidad radiográfica de la imagen son la “magnificación, distorsión, penumbra, movimiento y la nitidez” (p. 5).

Por consiguiente, algunas de estas observaciones conforman la definición de la Organización Mundial de la Salud de un “programa de garantía de calidad” (OMS, 1984) definió que, en primer lugar, se necesita un esfuerzo organizado que requiere el compromiso real de todo

el personal involucrado en el proceso de instalación. Seguidamente, se debe asegurar que los requisitos de calidad de imagen, dosis de radiación o coste siempre se cumplan a lo largo del tiempo. Asimismo, se deben establecer procedimientos para evaluar la calidad de las imágenes obtenidas en las diferentes instalaciones. En este sentido, se pueden ejecutar simulaciones con sujetos de prueba y evaluar imágenes de pacientes, para finalmente aplicar procedimientos de medición apropiados para evaluar el cumplimiento del paciente con las pautas de titulación.

Muchas pruebas que se usan en medicina para ayudar en el diagnóstico, como las radiografías o las tomografías computarizadas, usan radiación ionizante. El rendimiento de estas pruebas ha aumentado drásticamente en los últimos años y no siempre de forma legítima. Cuando estas pruebas sean necesarias, deben realizarse, de lo contrario, se debe evitar porque son riesgosas, además, la dosis de radiación que recibe una persona se acumula a lo largo de su vida, cada vez que una persona se hace una radiografía o una tomografía computarizada, la radiación se acumula en el tejido expuesto, por lo que se debe tener cuidado especial durante la niñez y la juventud, pues en esta etapa se presenta mayor sensibilidad a la radiación, por lo que la calidad de estas evaluaciones pende si se corren riesgos de este tipo o no.

En tanto, Fernández Fresnedo (2013) indica que “no existe una definición objetiva de la calidad de la imagen, sino que es una cuestión de opinión subjetiva del observador” (p. 11). En el campo de la “medicina nuclear, la calidad de la imagen se basa en la capacidad del dispositivo de imagen para detectar diferencias en la captación de radiofármacos entre la lesión y el área circundante” (p. 14). Por lo tanto, las imágenes de alta calidad, son aquellas en las que se puede observar este contraste y se puede realizar un diagnóstico preciso.

En este sentido, Núñez (2008) considera que debe realizarse una exploración para evitar riesgos en la calidad de las imágenes radiológicas, y a la vez, se efectúen con el menor costo

posible; lo que, significa conocer al menos a grandes rasgos el significado económico de cada equipo. Entre los costes involucrados para la mejora del control de calidad se incluyen costos directos “imágenes de disco, mantenimiento y depreciación de equipos, tiempo dedicado a especialistas y técnicos” (p. 23), esto con el fin de disminuir los riesgos de radiación para pacientes y operadores, y mejora de la calidad de la imagen. Así mismo, se requiere implementar programas de aseguramiento de la calidad que, envuelve los costes coligados con la compra del equipo de control adecuado incluidos “los consumibles usados, el período de control y el tiempo de inactividad del equipo clínico” (p. 27), así como, el tiempo del personal especializado necesario para realizar las pruebas y evaluar los hallazgos.

Portiansky (2013) considera que, los requisitos técnicos de la prueba deben clasificarse como un buen estudio, pues hay una serie de factores que degradan la calidad de la imagen, algunos de los cuales “son intrínsecos al dispositivo de imagen, como la resolución espacial, la resolución de potencia, la falta de homogeneidad o la distorsión” (p. 101). Hay otros factores que reducen la calidad de la imagen y dependen del paciente y de la ubicación del órgano que se examina.

En cierto modo, es ineludible el control intersubjetivo del equipo diagnóstico, que riñe las desorientaciones erróneas de los discernimientos individuales, de acuerdo con el “Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe” establecido por la Organismo Internacional de Energía Atómica y de la Organización Panamericana de la Salud (2021) señala que “la falla de este dispositivo contribuye en gran medida a la difusión de fotos de mala calidad, lo que puede tener consecuencias negativas” (p. 7). Por ejemplo, si la calidad de la imagen es mala, el especialista no tendrá toda la información necesaria o correcta, lo que puede conducir a un diagnóstico erróneo. Sin embargo, si las imágenes son de mala calidad, tan mala

que no se puede hacer un diagnóstico, se debe volver a escanear al paciente, exponiéndolo así a radiación adicional innecesaria y aumentando los costos de diagnóstico.

Finalmente, se puede decir que, desde una perspectiva global, los errores en la calidad de las imágenes diagnósticas puede mejorarse y evitar desviaciones en las características y particularidades de una imagen normal, puesto que, al no presentarse de modo correcto se requiere de la asociación de las imágenes irregulares, generalmente, con cambios macroscópicos conocidos en la patología hasta que se consigue deducir un diagnóstico. Durante las últimas décadas, las presiones de costos en los hospitales han obligado a los líderes de estas empresas a administrar sus instituciones de una manera más empresarial. Siendo el mayor desafío es brindar un servicio de alta calidad y evitar el uso ineficiente de los recursos. Puesto que, ha habido un aumento en la creación y el uso de herramientas que permiten una gestión consistente de los procesos de atención médica, como lo ilustran las simulaciones.

Esto devela que, una imagen de calidad es ineludible para la mejora o definición de conceptos clínicos, y teniendo la certeza que, al brindar un buen servicio de calidad radiológica, no se pasaría por alto las revisiones, correcciones del error, aclaración del diagnóstico, culminación en la ratificación de los exámenes de los pacientes, conforme a la fisiopatología, y así, cumplir con los requerimientos internacionales para el control de calidad de imágenes radiológicas, en las cuales, se deben categorizar los elementos de geometría de imágenes diagnósticas en el control de calidad, además de la connotación de falta de estudio sobre la influencia de las características visuales de imágenes diagnósticas en el control de calidad.

Justificación

El proceso integral de la calidad se puede considerar como una guía para quienes están comenzando a trabajar con imágenes digitales o necesitan implementar un programa de aseguramiento de la calidad en un entorno digital.

Los protocolos de control de calidad de imagen especifican los parámetros y las cantidades que se deben medir para determinar la salud del sistema. En esta propuesta describe los procedimientos que se deben seguir para tomar las medidas adecuadas, siguiendo los estándares internacionales para la calidad de imágenes radiológicas y los beneficios que se traducen en la vida útil del dispositivo, prologando su uso y prestando un servicio más efectivo al paciente; así mismo, reduce el riesgo de errores en diagnósticos e incrementa la capacidad de atender a más pacientes con menos desgaste y tiempo de inactividad inesperado.

Es así que, Salazar Mendoza (2019) expresa la importancia de garantizar la calidad de la imagen, puesto que, en primer lugar, certifica la optimización de los recursos en la obtención de imágenes y también brinda a los especialistas confianza en la visualización de estructuras óseas y tejidos analizados del paciente.

Dado que, se toma la decisión de capturar la estructura patológica antes de obtener un diagnóstico por imágenes, se realiza una tarea compleja que involucra varios procesos físicos, equipos y especialistas. Cualquier posible daño a cualquiera de estos componentes podría reducir la calidad de la imagen final o aumentar la dosis de radiación recibida por el paciente. El personal que labora en el centro de radiodiagnóstico debe organizarse y capacitarse para que las imágenes diagnósticas que produzca este equipo tengan la calidad adecuada que permita obtener en todo momento la información diagnóstica correcta, al menor costo posible y con el mínimo de exposición del paciente a la radiación.

De igual modo, Lamorú, Gómez, Flores y Bofill (2015) indican que, el estudio de la calidad en la ciencia médica se utiliza para “promover la educación científica y la innovación de los lectores y para socializar información científica basada en avances en varias ciencias biomédicas preaprobadas por comités editoriales” (p. 74), debido que, ciertos errores de diagnóstico pueden clasificarse como negligentes o imperdonables, y en muchos casos, el descuido no hace parte del área médica en el diagnóstico, sino en la técnica, al ser negligentes y descuidados en la falta de mantenimiento, revisión de los productos y equipos que se emplean para la prestación de servicios radiológicos, lo cual, tiene un alto grado de responsabilidad en las determinaciones finales para los pacientes.

La implementación de programas de garantía de calidad incluye costos recopilados de la compra de herramientas adecuadas para realizar factores de gestión (incluidos los materiales procesados utilizados), tiempo de inversión en gestión y supuestos sobre el uso clínico de equipos y personal especializado necesario para monitorear y evaluar los resultados. Las ventajas se pueden indicar durante el uso más largo del dispositivo, utilizando dosis más efectivas que se aplican a los pacientes, reduciendo el riesgo del personal laboralmente expuesto, del paciente y mejorando la atención y la productividad.

Con lo anteriormente mencionado, se busca un beneficio social, es decir un beneficio aplicable a pacientes, tecnólogos y especialistas, puesto que al tomar imágenes de buena calidad se evita la repetición de las exposiciones al paciente a la radiación ionizante, el tecnólogo puede realizar más tomas de estudios durante su turno, además de disminuir su exposición a la radiación dispersa y el radiólogo puede ser más certero al interpretar las imágenes y determinar una patología. Por otra parte, también se puede tener un beneficio con respecto a lo costos, puesto que, un menor uso de los equipos de imagenología aumenta su vida útil, además de la

disminución en costes de mantenimiento y consumo energético, por lo que al final también habría un beneficio ambiental, pues un menor consumo de energía se traduce en una menor huella de carbono.

En tanto, según expertos como Elizalde Goyoaga (2012) dan a conocer que, los errores sólo se manejan si se deben a una actitud descuidada, indolente o negligente que cause daño al paciente o por su propia incapacidad, ignorancia o falta de conocimientos básicos; siendo los más comunes “los errores de diagnóstico en radiología” (p. 13). Así mismo, devela que “en medicina, del 2% al 30% de los informes radiológicos pueden contener errores y los errores de diagnóstico representan el 45% de los eventos radiológicos adversos” (p.5). Muchos de estos errores son simples o perdonables, y no constituyen negligencia o responsabilidad profesional, sino un margen de error pequeño; de hecho, diferentes estudios han mostrado una gran variación en la interpretación de las radiografías convencionales, e inclusive entre radiólogos experimentados, han llegado a diferentes conclusiones de una misma imagen.

Los sistemas de imágenes, características de la calidad de imagen digital y presenta los conceptos básicos y la importancia del procesamiento de imágenes. Las nuevas tecnologías digitales en el diagnóstico por imágenes representan un cambio importante, de lugares donde todavía se utilizan casetes y películas convencionales a lugares donde las imágenes médicas digitales están totalmente integradas con los registros médicos digitales. Sin embargo, las condiciones intermedias más comunes son: implementación de RC sin almacenamiento en PACS y/o impresión de película, PACS mal integrado con radiología y/o sistemas de información hospitalarios, procesos públicos (digitales) el trabajo no se implementa de manera eficiente y algunos comandos no se tienen en cuenta.

Conjuntamente, Melena, Chuchuca y Narváez (2019) comparan que, en medicina humana con radiografías simples al seleccionar al azar, se encontró una diferencia significativa entre dos de cada diez de los observadores. Implícitamente, el mismo especialista que lee la misma radiografía en diferentes momentos puede estar en desacuerdo consigo mismo el 20% de las veces. Esto es confirmado, conforme a las definiciones de la Organismo Internacional de Energía Atómica (2020) quienes exponen que, los “niveles de referencia de diagnóstico (NRD, por sus siglas en inglés)” (p. 3), son parámetros utilizados en el campo de la imagen para indicar, en circunstancias normales, la dosis de radiación o la cantidad de radiofármaco que se administrará a un paciente durante un procedimiento, si la radiografía es inusualmente alta o baja para ese procedimiento. En tanto, la NRD es una herramienta práctica que promueve la optimización; debido que, desde 1980 se ha usado la radiografía clásica de modo exitoso, y, a partir de esta, se han ido desarrollando diversos métodos. Por lo cual, es importante reconocer que NRD es un paso en el proceso de optimización general.

Como se puede apreciar, estas son pautas generales para intervenciones clínicas y no se aplican directamente a todos los pacientes o estudios; sin embargo, la precisión diagnóstica del especialista nunca será superior a la calidad de las imágenes que recibe para su interpretación. Aunque los técnicos realmente reciben las imágenes, los radiólogos son responsables de comprobar si la calidad del examen y admite una evaluación completa. A su vez, los garantes son las entidades u organismos que prestan servicios, pues, son los encargados de velar por que todo el personal técnico y profesional esté apropiadamente formado en los aspectos técnicos que condicionan la calidad de cada imagen radiológica.

Respecto a ello, Rojas Ortiz (2017) enseña que, si los empleados no están capacitados o tienen exceso de trabajo, existe una probabilidad alta que, “el resultado sea de mala calidad

debido a una exposición incorrecta, defectos descentrados o dejados fuera de imagen, incidentes no conformes, selección inapropiada de técnicas de imagen y/o protocolos técnicos inapropiados” (p. 9). Desde el punto de vista de la gestión de calidad, según parámetros internacionales, los radiólogos no deben realizar diagnósticos basados en imágenes de baja calidad técnica o exposición inadecuada; solo deben hacer esto cuando sea necesario y no tengan otra opción. Es ineludible exponer que, para llevar a cabo un protocolo cualitativo de alta calidad, se puede crear actividades para mejorar los procesos, mostrando la certificación de calidad, porque forma parte de un conjunto de elementos que se fusionan para dar un diagnóstico acertado.

Por ello, al cumplirse los parámetros legales para la calidad de las imágenes radiológicas, realizando operaciones en su servicio con un fin común, se proporcionará un mejor servicio para los usuarios; encontrando una solución para el problema, es la consigna de todo profesional, por lo que dicha razón debería corresponder a una protección estricta de los protocolos internacionales empleados para los estudios de imágenes diagnósticas para pacientes y empleados, esta observancia refleja la profesionalidad de la empresa y enfatiza las obligaciones con el paciente (Osorio Arévalo, 2020).

Finalmente, se aduce a Carmona Arias y Jaramillo Correa (2010) quienes dan a conocer la importancia de la radiología en el campo de la medicina, puesto que, contribuye en la localización de heridas o lesiones, complementando las pruebas físicas a examinar; por ello, este es significativo, que se tenga en cuenta la legislación internacional para el control de la calidad de imágenes radiológicas, aunado a la eficacia del equipo radiológico que se desempeña en esta área.

Por lo que, para cada inspección de las especificaciones enumeradas, se debe preparar un informe de inspección por escrito con anticipación. Primero hay un manual para realizar la prueba, en el cual, se aprecian los parámetros de control más importante para el comando especificado con tolerancias cercanas a las actual o peor. Finalmente, se evalúa la efectividad del programa de aseguramiento de la calidad, pues, si el equipo y su estado en los servicios de radiodiagnóstico están sujetos a cambios, los programas de garantía de calidad deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a los cambios en el propio servicio. Por esta razón, también se requieren procedimientos para monitorear y evaluar la efectividad del propio programa de aseguramiento de la calidad. Los indicadores del éxito del programa podrían ser una reducción en el número de rechazos o iteraciones de placas, una reducción en el tiempo de inactividad debido a fallas en el equipo, una reducción en la dosis al paciente o una mejora en la calidad de la imagen, lo que, justifica el desarrollo de la temática de analizar el proceso integral en el control de calidad de imágenes diagnósticas.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el proceso integral en el control de calidad de imágenes diagnósticas.

Objetivos Específicos

Determinar las particularidades en el manejo y control de calidad en imágenes diagnósticas.

Categorizar los elementos de geometría de imágenes diagnósticas en el control de calidad.

Estudiar la influencia de las características visuales de imágenes diagnósticas en el control de calidad.

Marco Teórico

Particularidades en el manejo y control de calidad en imágenes diagnósticas

De acuerdo con Díaz Raudales (2014), el manejo de los principios generales y los principios del diagnóstico por imágenes son los más utilizados en la actualidad, desde la descripción del origen y el desarrollo de las técnicas radiográficas a lo largo de los siglos, hasta la descripción del mecanismo, la aplicación, el uso y el funcionamiento de la ecografía, la tomografía computarizada y la resonancia magnética. Dado que, el producto final del dispositivo es una serie de imágenes que se muestran en la pantalla, estas deben cumplir con ciertas características, para las cuales, se deben especificar algunos parámetros para obtener una evaluación de la imagen con el menor grado de certeza subjetiva. El primer parámetro es la resolución espacial, que indica el detalle más pequeño que se puede discernir en una imagen. Así mismo, el contraste se define cómo la diferencia relativa entre los valores de escala de grises de dos áreas.; esto define cómo cambian aleatoriamente los valores de diferentes píxeles de un mismo sujeto. Debido que, en general, las lámparas fluorescentes de panel plano producen más ruido que los intensificadores de imagen se presenta en dosis bajas. Consecutivamente, la imagen no debe contener artefactos, es decir, detalles que aparecen en la imagen, pero no en la estructura anatómica real; pues, a menudo aparecen en los detectores digitales de panel plano como manchas en vista que, los daños en un área o falla de un solo detector.

Por ende, una de las particularidades a mencionar en la garantía de calidad (QA) es parte de las actividades de gestión de calidad de una organización. Según la norma ISO 9000 (2015), el aseguramiento de la calidad, se define como “una parte de la gestión de la calidad cuyo propósito es asegurar que se cumplan los requisitos de calidad” (p. 2). Esta definición

aparentemente simple, contiene un concepto más profundo de calidad, debido que, el control de calidad se centra más en los procesos que en el producto o servicio final.

Elementos de Geometría de Imágenes Diagnósticas en el Control de Calidad

El objetivo principal de las imágenes médicas es recolectar información de gran importancia para caracterizar la fisiología y/o anatomía de varios órganos o partes del cuerpo humano. Específicamente, según Rodríguez (2011) las imágenes cardíacas pueden considerarse como “un conjunto de modalidades de imágenes que brindan información tanto cualitativa como cuantitativa sobre la morfología y la función del cuerpo y los vasos principales” (p. 11). Por lo cual, entre las técnicas de geometría de imágenes diagnósticas en el control de calidad más importantes se encuentra según Jara Paredes y Jara Atencia (2022) la introducción al procesamiento de imágenes es una de las particularidades en los procesos de la transformación geométrica, que parten de las modificaciones en las cuales, según la propiedad que se modifica de la imagen, en donde (m,n) que procesan los valores de píxeles en el plano geométrico, que se puede obtener a partir de la transformación de la naturaleza geométrica de las coordenadas espaciales: “El valor de píxel (m, n) se asigna al valor de píxel (i, j) debido a discreción” (p. 5). Dada la naturaleza de la representación de las imágenes de Rx, es necesario tener en cuenta, el proceso de interpolación para obtener los valores de píxel debido a la aplicación de la transformada T. Siendo uno de los principales tipos de operadores de transformación, llamado: Rotación, razón de razón, reflexión y proyección, entre otras cosas. Por tanto, la operación de transformadas discretas directa, donde a partir de las definiciones introducidas por las expresiones resulta viable efectuar terminologías de filtrado tanto en el dominio espacial de la imagen original (m,n) como en el dominio de las frecuencias geométricas de la transformada.

Influencia de las Características Visuales de Imágenes Diagnósticas en el Control de Calidad

En primer lugar, según Bushong (2022) indica que, estas características son tipificadas por la correspondencia entre los resultados en calidad de la imagen, obtenidos con la realización de un test y los de control de calidad de los conjuntos generador tubo de rayos X, en aquellos casos en que se requiera. Siendo una de las particularidades distinguidas en algunos test en la falta de capacidad del mismo, para detectar anomalías se produce posiblemente por el hecho que las imágenes requieren condiciones de exposición considerablemente bajas. En tanto, “la realización de caracterización de exposición promedio para obtener la imagen conveniente, es medida de acuerdo a la determinación por distancia foco película; para las imágenes diagnosticas bajo una exposición promedio y según las condiciones correspondientes a la práctica clínica” (p. 74); el cual, es uno de los principales inconvenientes en el manejo de los test.

De acuerdo con Carnero Pardo (2005) efectuar los test del control de calidad, penden de una prueba de carácter prospectivo y de prediagnóstico que, también permite controlar grandes desviaciones, al garantizar una evaluación independiente e imparcial de la prueba que se analiza y corrobora el diagnóstico que proporciona sus resultados, los cuales, deben someterse a una prueba diagnóstica completa. En este caso la evolución de la calidad de la imagen tras modificaciones en algún elemento de la cadena de formación de la imagen, presentan también una mejora importante en los resultados, en los que “se agrega objetos de absorción y dispersión para ayudar a simular las condiciones reales de prueba del paciente en términos de kilovoltios y tiempos de exposición” (p. 642). En los cuales, no es necesario utilizar filtros adicionales para evaluar algunos parámetros, sin embargo, se toma en cuenta la obligatoriedad de utilización de

técnicas radiográficas alejadas de las correspondientes a las exploraciones más habituales en la clínica.

Metodología

En una investigación descriptiva se pretendió recopilar información de manera autónoma o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Este tipo de estudios tuvo como finalidad conocer la relación de asociación que existe entre dos o más variables en un contexto en particular buscando el “qué” del objeto de estudio de método científico que implicará observar y describir el comportamiento de dicha población o conjunto (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014). El presente estudio se hizo de manera descriptiva, ya que, procuró especificar las propiedades, las características del proceso integral en el control de calidad de imágenes diagnósticas para posteriormente someterse a un análisis.

Por otro lado, Urbina Cueto (2020) estima que la investigación cualitativa parte de los procesos de observación para recopilar datos no numéricos. En ello, se consideraron las técnicas cualitativas todas aquellas distintas a la comprobación del objetivo concebido desde una representación de síntesis integral de las elecciones metodológicas para avanzar en la indagación. La principal pregunta epistemológica que plantea este tipo de investigación está diseñada para desafiar el conocimiento objetivo de la realidad que se estudia, mientras que a partir de esos hechos se expresan relaciones y comportamientos que cada sujeto aprende de su experiencia subjetiva e interacciones con su alrededor. Es por ello que, esta investigación se desarrolló de forma cualitativa, puesto que, pretendió categorizar los elementos y estudiar la influencia de las características en base al objetivo principal de la misma para determinar las particularidades proyectadas.

Asimismo, la metodología de esta investigación a su vez comprendió la investigación no experimental, puesto que, es un tipo de investigación en la que no se extraen conclusiones firmes

o datos operativos a través de una serie de acciones y reacciones repetidas en un entorno controlado para producir resultados concebibles, es decir, a través de pruebas. En cambio, el investigador observó el contexto en el que se desarrolla el fenómeno y lo analizó para recopilar información cuando las variables no son manipuladas o controladas (Hernández Sampieri, y Fernández Collado, 2010). Por lo que, el método empleado en este caso fue el no experimental, debido que, los investigadores no cambiaron, ni modificaron variables, las cuales, podían alterar los factores que influyen en la calidad de la imagen.

Por su parte, una herramienta de recolección de datos es cualquier recurso que un investigador utiliza para acceder a fenómenos y extraer información de ellos para su investigación. La definición de estas técnicas constituye el camino para encontrar la información demandada que dará respuesta al problema planteado; en relación a ello, en esta investigación se optó por una única técnica, la cual, fue documental-bibliográfica en la que se define según lo establecido por Gómez Luna, Fernando Navas, Aponte Mayor y Betancourt Buitrago (2014) la revisión documental o bibliográfica es “un método que consecuente para indagar, situar, describir, reelegir e inspeccionar las referencias y las documentaciones que se operan como elemento principal en una búsqueda” (p. 52). Por lo que, este método fue empleado, debido que, se precisó toda la información a recolectar para la realización de dar forma al proyecto de investigación de manera explícita de los conocimientos teóricos relacionados con él en el manejo y control de calidad en imágenes diagnósticas, los cuales, se realizaron mediante una minuciosa revisión bibliográfica o documental.

Desarrollo del Proyecto

Determinación de las Particularidades en el Manejo y Control de Calidad en Imágenes

Diagnósticas

Hoy en día, la implementación de una investigación de calidad se ha convertido en un aspecto importante para brindar un servicio con un estándar superior, por esta razón, una serie de organizaciones han identificado con las necesidades de las compañías que prestan servicios radiológicos, encaminados a establecer el control y seguimiento de la calidad, tanto de las funciones del personal como de los equipos utilizados para el diagnóstico radiográfico.

Algunos estudios y documentos como el de Ordiales (2007) muestran la importancia de adherirse a la gestión de la calidad, dirigidos a la radiación, por lo que, el personal que trabaja en este campo debe conocer las ventajas y riesgos de radiación, o más exactamente “creando radiación ionizada y cómo serán las acciones como el Kilovoltaje miliamperaje, contraste, brillo, resolución, densidad, entre otras” (p. 13), actuando para convertirse en un impacto que se ha establecido los aspectos para ellos con una mayor ventaja que marca la salud del paciente. El costado principal se incluye, si se prueba la patología, esto estará claro, aunque no hay muchos estudios con rayos X digitales allí con mala iluminación, rotación de la condición del paciente o depositado en Rx en el entorno tecnológico completo, y sus aspectos internos y técnicos de su apariencia o conciencia.

Consecuentemente, muchos logros en el campo de la salud en los rayos x han permitido dos ramas, diagnóstico e intervención, comenzando con la estructura de un método de salud claros, por lo que juegan un papel mucho más completo en el trabajo continuo cuidado, especialmente, cuando se abarca la afección de los parámetros de control en donde la

temperatura del revelador, la velocidad del revelado, la preparación de los líquidos, las tasas de recambio y el agotamiento o contaminación del revelador, son elementales en esta labor.

A nivel internacional, se han lanzado reglas que, la ISO 9001 (2018) intenta introducir productos o servicios para mejorar continuamente la relación al ciclo PHVA, a fin de crear sistemas de gestión de calidad, en ese estos requisitos; como se muestra a continuación un flujo ruta de las entradas y salidas en un servicio de toma de imágenes diagnósticas:

Figura 1

Norma ISO 9001 determinación de la Calidad de la imagen diagnostica.



Nota. Fuente, ISO 9001.

Los requisitos y características permiten evaluar, si esto corresponde a los requisitos requeridos o viceversa, y, se confirman si se puede crear una esquila de diagnósticos correspondiente, lo que puede establecer una reforma (ISO, 2018). Todo proceso alineado con la norma ISO 9001, se determina por la creación de entradas y salidas, instituyendo ciertos razonamientos que admiten comprender si la derivación es el esperado o no.

En la determinación de la estandarización de algunos libros de texto de calidad en los rayos x, se basan en una sociedad médica y la Consejo de Seguridad Nuclear (2015) de España, crea aspectos comunes de la supervisión y garantía. Por lo que, la calidad en el diagnóstico de radiactivos, determinan la garantía de calidad, enfatizando algunas ideas de esfuerzos organizados, proponiendo a todos los empleados de la organización, el aseguramiento de la calidad de imagen, dosis, costos y, de hecho, “se implementan constantemente con el tiempo, la evaluación periódica de las fotos recibidas, adheridas a la protección de las estaciones de radio de acuerdo al principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) tan bajo como sea razonablemente posible” (párr. 6), correspondiente a este principio se deben reducir la dosis, y, las pruebas deben realizarse con el mayor costo posible, lo que implica un conocimiento sobre el impacto económico de cada investigación, pues, aunado al costo de rayo X, la amortización de los equipos, personal operativo y técnico, generan incremento en los valores de la indagación.

De acuerdo con Cádiz, Galeno, Mondaca, y Miranda (2013) existen tres principios “cardinales ALARA” que, cualquier persona que trabaje con fuentes de radiación debe seguir para ayudar a mantener las dosis de radiación los cuales son “el Tiempo, Distancia y Blindaje; estos en primer lugar el tiempo, este se debe procurar limitar, efectuando una búsqueda más rápida posible, evite la exposición a entornos peligrosos, como áreas contaminadas y con aire radiactividad” (p. 75). Asimismo, el recorrido mantiene la máxima distancia por lo que, se debe evitar levantar objetos pesados con la mano, pues, esta eventualmente reduce riesgos; de igual modo, el blindaje es otra medida de protección contra la radiación, siendo este último, más eficaz y depende del tipo de radiación emitida por la fuente. Algunos ejemplos incluyen protectores especiales de concreto, plomo y plástico. De acuerdo con esta determinación de medidas

protectoras caracterizadas no influyen con la calidad de la imagen diagnóstica, debido que, está crea flujos de trabajo de imágenes sin problemas para las áreas de radiología.

Por otra parte, Bolsico Romero (2020) en sus pruebas de aceptación en equipos de Rayos X, caracteriza el puntaje de calidad de imagen para la evaluación de imágenes y el rechazo de representaciones o las tasas de repetición para investigar la exposición adicional del paciente. También, contiene una descripción de los recursos humanos y físicos necesarios para el correcto funcionamiento del dispositivo, ya sean, los usuarios de los equipos en el propio estudio o el personal responsable de la verificación, que se lleva a cabo cada año para confirmar el buen funcionamiento del sistema de la entidad.

Para concretar las determinaciones de las particularidades en el manejo y control de calidad en imágenes diagnósticas, se debe mencionar los protocolos de control de calidad, para radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe del Organismo Internacional de Energía Atómica (2021) el cual, tiene por finalidad presentar en detalle los procedimientos a seguir para que los físicos, médicos y técnicos puedan “efectuar las pruebas de los equipos de radiología general y dental, mamografía, tomografía y en intervencionismo contribuyendo a la calidad de la imagen y la protección radiológica de los pacientes y el personal” (p. 2), en este precisan que su alcance está destinado a servir como una publicación de referencia para los profesionales vinculados a esta área que brindan servicios de control de calidad en los equipos de radiodiagnóstico, siguiendo una política aplicada de acuerdo al IAEA y ARCAL (2001) para la implementación de las normas básicas de seguridad. En el mismo se muestran los siguientes requerimientos:

Tabla 1*Requisitos de protocolo de control de calidad para radiodiagnóstico*

<i>Requisitos Generales</i>	“Evaluación de las condiciones ambientales o levantamiento radiométrico”.
	“Control de calidad del indicador de dosis digital (DDI) y el índice de exposición (EI) en CR”
	“Elaboración del croquis de la instalación. Medidas de radiación”
	“Definición de los parámetros de cálculo”.
<i>Requisitos Específicos:</i>	“Determinar la desviación de los índices de dosis para DR (DDI: detector doseindex) y en los índices de exposición para CR (EI: exposure index), respecto a sus valores base”.
	“Colimación Del Haz; Evaluar el sistema de colimación del equipo”.
	“En caso de que exista algún punto con niveles no aceptables se recomienda: adicionar blindaje necesario, reducir el tiempo de ocupación cambiar la posición del equipo, entre otros”.
<i>Identificación y control</i>	“1) Inspeccionar visualmente el estado de todos los accesorios del equipo: mesa, soporte del tubo de rayos X, consola del generador, condiciones externas de los cables (revestimientos desgastados, torceduras, etc.)”.
	“2) Verificar la estabilidad del cabezal del tubo, el correcto funcionamiento mecánico del sistema de colimadores, los

movimientos y frenos del soporte de tubo de rayos X y de la mesa.

Realizar la misma verificación para el Bucky vertical”.

“3) Inspeccionar si hay fuga de aceite del tubo”.

“4) Comprobar el funcionamiento de los indicadores en el panel del generador: indicador de exposición, selección del tamaño de punto focal y parámetros de irradiación (tensión, corriente, tiempo de exposición o combinación corriente - tiempo)”.

“Cuando el resultado de la prueba no sea aceptable deberá contactar al servicio de mantenimiento. En caso de CR, el lector puede limpiarse o recalibrarse. Si el cambio en el valor del indicador de exposición sigue una tendencia durante períodos consecutivos (por ejemplo, un aumento o disminución continua de valor)”, evaluar los resultados con el servicio de mantenimiento.

“1) Dibujar a escala la esquena de la sala de rayos X y sus áreas adyacentes”

“2) Representar en el croquis el tubo de rayos X, mesa del paciente, biombo, consola del comando, puertas y ventanas”.

“3) Inspeccionar visualmente el estado de todos los accesorios del equipo: mesa, soporte del tubo de rayos X, consola del generador, condiciones externas de los cables (revestimientos desgastados, torceduras, entre otros)”.

“Cuando el resultado de la prueba no sea aceptable deberá contactarse al servicio de mantenimiento”.

“1) Seleccionar 70 kVp y 3 mAs, aproximadamente, o según recomendaciones del fabricante”.

“2) Fijar una distancia foco - detector a 1 m”.

“3) Colocar la lámina de Cu a la salida del tubo. d) Colimar el campo de radiación para cubrir todo el detector”.

“4) En caso de CR borrar el chasis antes del inicio de la prueba”.

“5) Registrar el valor del índice de exposición y compararlo con los valores base”.

***Actividades de verificación
y aseguramiento de la
calidad del servicio***

“1) Ajustar el FOV para el valor máximo permitido. Ejemplo (equipo I-CAT 160 mm x 230 mm; PreXion 3D: 81 mm x 76 mm)”.

“2) Colocar la película radiocrónica o chasis con IP CR delante y junto al sistema de recepción de imagen”.

“3) Posicionar la lámina de Cu en la salida del tubo de rayos X”.

“4) Seleccionar los parámetros de exposición (Ejemplo: 120 kV, 3,8 mA and 40 ms). e) Realizar una exposición en modo rotación”.

“5) Procesar el IP”.

Durante la investigación se aclaró y aplicó en la práctica el conocimiento de la calidad radiográfica obtenido durante la formación para apoyar el desarrollo de la sociedad. La implementación de dichos requerimientos ha contribuido al desarrollo profesional y personal de los integrantes del equipo colaborador, objetivo primordial al iniciar y finalizar una carrera como técnico de imagen. En la determinación de este objetivo han presentado algunas de las particularidades, las cuales resaltan que, si alguno de los parámetros monitoreados está fuera de los límites recomendados, debe investigarse las posibles causas y tomar medidas correctivas antes de desarrollar un video de servicio. En caso de que, se presentará alguna tendencia de parámetros en el gráfico, incluso si no se excedieran los límites de control, se requeriría hallar la razón de este comportamiento y corregirlo. Las posibles causas de los parámetros de control incluyen la temperatura, velocidad, la preparación del líquido, la tasa de reemplazo y el agotamiento o la contaminación del revelador. Puesto que, el análisis de nuevos estándares incluye la falta de estandarización, clasificando manualmente cada categoría, un proceso que lleva mucho tiempo dependiendo del período de tiempo, las transiciones usadas para validar la optimización con pruebas en el servicio de adquisición de imagen rayos X, y la cantidad de pacientes que se atiendan en la entidad.

Categorización de los Elementos de Geometría de Imágenes Diagnósticas en el Control de Calidad

La imagen digital incluye un conjunto de técnicas que trabajan con la representación digital de una imagen para extraer algunos de los elementos que componen la escena con el fin de facilitar que el usuario o el sistema visual los analice artificialmente. Normalmente, las técnicas de procesamiento de imágenes se utilizan cuando una imagen necesita ser mejorada o modificada para optimizar su apariencia o para enfatizar ciertos aspectos de la información que

contiene, o cuando se requiere la medición, comparación o clasificación de cualquiera de sus componentes del mismo. Según González Zambrano (1995) los métodos de procesamiento, también se utilizan cuando es necesario combinar imágenes o partes de ellas o cambiar su contenido. Por otro lado, las imágenes médicas, “incluyen un conjunto de técnicas de imágenes médicas que difieren en la naturaleza de los principios físicos involucrados en el procedimiento de recolección; igualmente, también hay diferencias en las aplicaciones médicas” (p. 95). Por tanto, los métodos de imágenes médicas más comunes son “los rayos X, las tomografías computarizadas, las imágenes de resonancia magnética nuclear, las imágenes nucleares y el ultrasonido” (p. 97).

Font (2003) categoriza que “los rayos X se usan para el diagnóstico médico, porque se absorben mejor en los huesos, en comparación con otros tejidos y permiten una fotografía nítida” (p. 17); por lo que, este fragmento del espectro electromagnético contiene longitudes de onda desde “ 10^{-9}m hasta $6 \times 10^{-12}\text{m}$, es decir, frecuencias entre $3 \times 10^{17}\text{Hz}$ y $5 \times 10^{19}\text{Hz}$ ” (p. 18). Esta parte del espectro electromagnético es utilizado con un tubo de rayos catódicos. Una fuente de rayos X, son los electrones atómicos más fuertemente ligados al proceso de adquisición con el sensor conveniente para detectar el tipo de fuente de información visual o emisión, para convertirla en una señal eléctrica.

Consecuentemente, Galvis Alba, Camargo López, Márquez Salcedo, Orjuela Rincón y Rojas Camargo (2022) exponen que, en el procedimiento de geometría de imágenes diagnósticas en el control de calidad, el técnico se dirige a la estación de digitalización, donde “se digitaliza la película de rayos X, verifica la calidad de la imagen y realiza el marcaje, es decir, se indica qué lado del paciente es el derecho y el izquierdo, y se recorta la imagen hasta el final” (p. 37). La prueba de este proceso se denomina post-procesamiento o cambio de imagen. En ello, la

geometría de los perfiles en los “picos” o máximos de difracción, permite determinar el tamaño de los cristales; con la información conseguida de los patrones de difracción preliminar la que determino el sistema cristalino el cual es parte del compuesto, así como las cuantificaciones de la celda, quiere decir la unidad mínima en la que se organiza el cristal. Es decir, cuando se producen en un “tubo de rayos X, que es un tubo de vacío con electrodos positivos (ánodo) y negativo (cátodo)” (p. 46). El cátodo contiene un canutillo de tungsteno por el que viajan los electrones, creado por una diferencia de potencial de “45.000V”, que colisiona con un blanco de “cobre (puede ser Mo, Fe, Co, etc.). Los electrones que chocan con el objetivo producen rayos X de base que van mediante una ventana de berilio, que, debido a su mínimo número atómico, admite el paso de los rayos X” (p. 58).

López, Jarrin, Campoverde, Vallejo, Aguagallo y Moran (2016) exponen que, aunque las características de las radiografías dependen de aspectos técnicos relacionados con la potencia y la polarización del sistema de detección de fuentes, existe un conjunto común de particularidades que limitan la calidad de la imagen, tales como: “Imágenes de bajo contraste causadas por factores de atenuación bajos. la mayoría de los tejidos corporales y pueden verse afectados por muchas fuentes de ruido incontrolables” (p. 497).

Asimismo, García Avilés (2015) especifica detalladamente la “relación de los componentes de la geometría de la imagen y las técnicas radiográficas” (p. 3), las cuales, cabe señalar que, cada factor también afecta la imagen de manera diferente y esto dependerá de otros elementos que no se tomaron en cuenta al construir la descripción del problema, pero que se desglosarán a llegando a la relación de todos estos factores con los métodos radiográficos que están directamente relacionados con más de uno de los factores geométricos de la imagen de la siguiente forma:

Magnificación

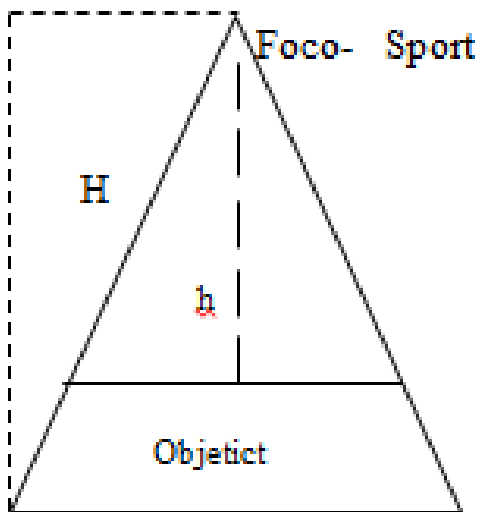
Cuando colocan un objeto en el camino de los rayos X, crea una “sombra” en la película, esta marca generalmente muestra un ligero aumento sobre el objeto real. En otras palabras, cuando se hace brillar un haz de rayos X sobre un objeto, creará una sombra que no es exactamente del mismo tamaño que el objeto original, sin embargo, depende de la distancia, el tamaño de la proyección (la sombra). La cuantía de aumento se puede determinar mediante una ecuación simple:

$$M = \frac{\textit{Tamaño de la imagen}}{\textit{Tamaño del objetivo}}$$

Empero, García Avilés (2015) dice que, en muchas situaciones clínicas, no es posible medir directamente a los sujetos de prueba, puesto que, en muchos casos se trata de estructuras internas que no se pueden medir directamente. No obstante, “se puede calcular el tamaño del objeto tomando datos conocidos sobre el tamaño de la imagen, la distancia del foco al objeto y la distancia del foco a la película” (p. 27). En este caso, se debe considerar que hay dos distancias: “una del foco al objeto y otra del foco a la película. Para ilustrar esto mejor, se puede tomar la analogía de dos triángulos similares donde ambos triángulos tienen lados que son proporcionales entre sí” (p. 38).

Figura 2

Imagen proyectada o sombra



Nota. Fuente, UNC (2018).

De acuerdo con la representación anterior, “h representa la distancia foco-objeto”, mientras que “H representa la distancia foco-película”, por lo tanto, se podría hacer la siguiente igualdad:

$$= \frac{h}{H} = \frac{\text{Tamaño del objeto}}{\text{Tamaño de la imagen}}$$

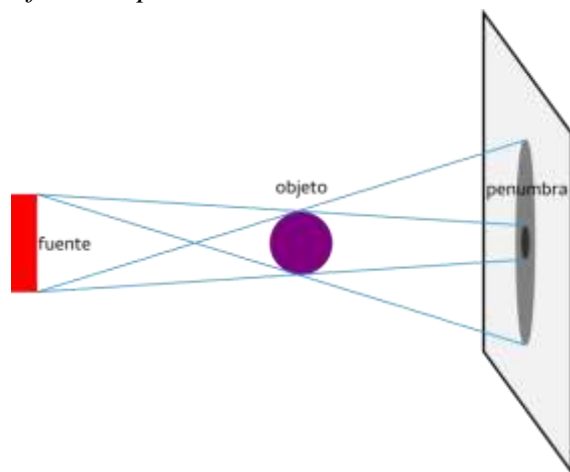
Tomando el tamaño del objeto como desconocido y teniendo todo lo demás como variable conocida, podemos encontrar el tamaño del objeto. Después de calcular el tamaño del objeto, puede calcular la ampliación del objeto. En circunstancias normales, el aumento debe mantenerse bajo, para ello, se debe recordar dos aspectos: “Mantener el sujeto lo más cerca posible de la película y mantener la máxima distancia posible entre el foco y la película” (p. 54). Por lo tanto, la ampliación depende de la distancia entre el objeto enfocado y la película de enfoque.

Penumbra

García Avilés (2015) la define como “el área de iluminación parcial alrededor del umbral o sombra completa” (p. 56). Normalmente, la fuente de rayos X se considera o estudia como un punto pequeño, pero en realidad el punto focal (fuente de radiación) tiene un tamaño finito, por lo que podemos decir que el punto focal está formado por muchos puntos, cada punto forma su propia imagen. del objeto de investigación; los bordes de los dos puntos de enfoque no estarán exactamente en el mismo punto del film.

Figura 3

Efecto de penumbra.

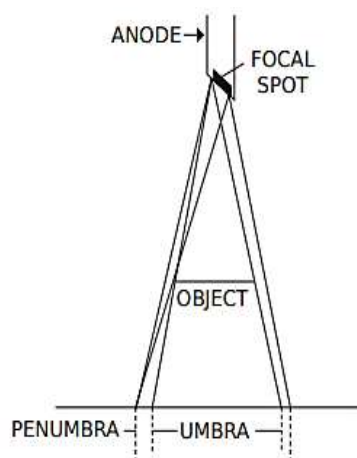


Nota. Fuente, UNC (2018).

La imagen creada por el foco es la superposición de todas las imágenes creadas por todos los puntos del foco, y vale la pena señalar que, esta imagen generada no es perfectamente nítida en los bordes y varía con la densidad, es decir, porque esta región del borde es donde la nitidez de la imagen es baja, y es denominada región semioscura, siendo la derivación de la superposición de múltiples puntos de la fuente de rayos X en el chaleco. La figura 4 muestra cómo se genera la región semioscura a partir del ánodo giratorio.

Figura 4

Penumbra formada desde un ánodo giratorio



Nota. Fuente, García Avilés (2015).

El ancho del desenfoque producido por la penumbra se puede calcular, conforme se expone en la figura 5, en donde los 2 triángulos están formados por los vértices de cada triángulo en el objeto (punto X), la base del triángulo superior es el ancho del foco, y la base del triángulo de abajo es el ancho de la semisombra. Dados dos triángulos semejantes, podemos construir una ecuación que nos permita encontrar el ancho de la región semioscura, entonces:

$$\frac{P}{F} = \frac{h}{H}$$

Dónde:

P: Ancho de la penumbra

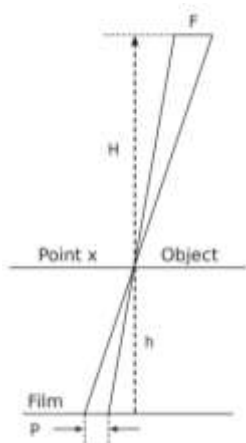
F: Ancho del punto focal

H: Distancia foco-objeto

H: Distancia objeto película

Figura 5

Ancho del desenfoque producido por la penumbra.



Nota. Fuente, García Avilés, (2015)

En resumen, la determinación de la penumbra verá algunos métodos para reducir la penumbra hasta cierto punto. Donde la misma aborda; 1) Reducción del tamaño focal, por ejemplo, si tiene un punto focal de 2 mm, es mejor cambiarlo a 1 mm, ya que esto reducirá el área semioscura creada en 2 mm. 2) Colocación del sujeto lo más cerca posible de la película y por último 3) la ubicación del sujeto lo más lejos posible de la distancia focal.

Inexactitud de Nitidez en Imagen

Para Brejov, G. y Blanco, D. (s/f) este término se refiere a la falta de nitidez de la imagen, debido al movimiento del sujeto de prueba durante la exposición; esta tendencia del sujeto de prueba causa una falta de enfoque similar a una sombra parcial, aunque se cuenta con una solución aparentemente simple de inmovilizar al paciente durante la proyección, sin embargo, muchos pacientes que no cooperan y conducen a muchos problemas de tiempo de disparo. Otra solución, mucho más aceptable, es acortar el tiempo de exposición, pero algunos

métodos de radiografía requieren tiempos de exposición específicos, por lo que, reducir el tiempo de muestra suele ser un inconveniente.

Figura 6

Imagen Rx con inexactitud de nitidez.



Borrosidad geométrica:

- Tamaño del foco
- Distancia Foco-Película (DFP)
- Distancia Objeto-Película (DOP)

Nota. Brejov, G. y Blanco, D. (s/f: 21)

Fallo de Nitidez por Absorción Diferencial

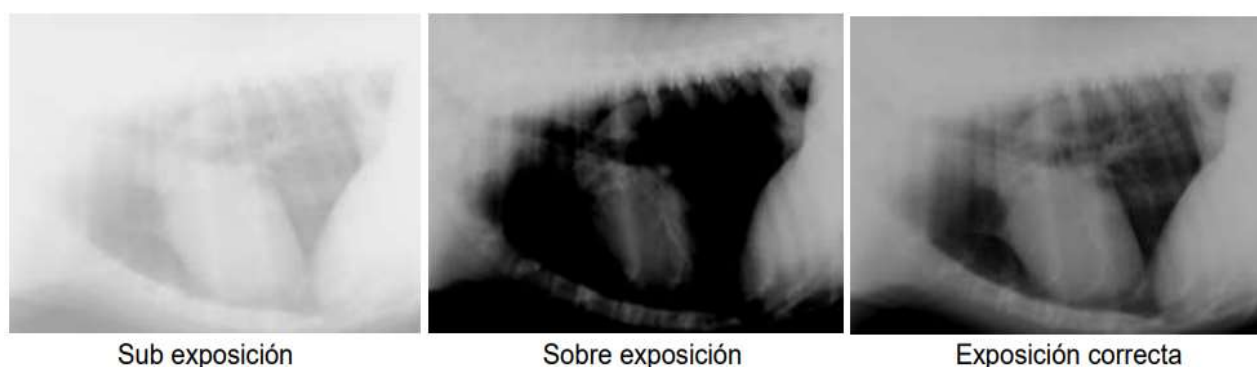
La falta de nitidez también se debe en cierta medida, a la forma en que los tejidos absorben los rayos X (absorción diferencial). El frotis absorbente se produce principalmente cuando se requiere una medición precisa de pequeñas estructuras ovoides, como en la “angiografía coronaria”. Dado que, la borrosidad por absorción es causada por la forma del objeto, no importa cuán precisas sean las condiciones para obtener la imagen de rayos X.

Después de considerar todos los componentes que afectan la geometría de la imagen, se hacen algunas analogías para todos ellos, a saber, que en general, la distancia entre el foco, el objeto y la película son los factores más importantes, determinación de la rugosidad, imagen, y consecuentemente, la distancia entre el foco y el objeto es un factor determinante en la radiografía. En tanto, los componentes de la geometría de la imagen se relacionan con las técnicas radiográficas, puesto que, se utiliza la según Olguin, Mugetti, Cobos y Villagrán (2017)

“la ley de la inversa del cuadrado de la distancia”; la cual consiste en que, los rayos X obedecen a las leyes de la física impuestas a la luz visible, al respecto se sabe que la intensidad de exposición de la luz disminuye con la distancia a la fuente, es decir, la intensidad de la luz es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde el punto de emisión de luz. Por lo tanto, es empleada como un elemento correctivo, para permitir una buena medición del foco a la piel del paciente o muestra.

Figura 7

Imagen Rx intensidad de exposición de la luz



Nota. Brejov, G. y Blanco, D. (s/f: 21)

Estudio de la influencia de las características visuales de imágenes diagnósticas en el control de calidad.

Son disimiles los estudios que se emplean para ayudar en el diagnóstico en medicina, como las radiografías o las tomografías computarizadas, las cuales, usan radiación ionizante. El rendimiento de estas pruebas ha aumentado drásticamente en los últimos años y no siempre de forma legítima. Puesto que, cuando estas pruebas son necesarias, deben realizarse. Empero si no están listados, se deben evitar porque tienen cierto margen de riesgo. Castrillón Giraldo, Morales Aramburo y Jaramillo Garzón (2020) plantean que, dado que el producto final del dispositivo es

una serie de imágenes que se muestran en la pantalla, estas corresponden cumplir con ciertas características, para las cuales, se deben especificar ciertos parámetros y así obtener una evaluación de la calidad de la imagen con el menor grado de certeza, subjetividad. El primer parámetro es la resolución espacial, que indica el detalle más pequeño que se puede discernir en una imagen. Así mismo, el contraste se define como la diferencia relativa entre los valores de escala de grises de dos áreas, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 8

Contrastes en Rx



Nota. Luna, N. (2016:14)

Por otra parte, Delgado Brito (2018) plantea que este parámetro es uno de los principales problemas en los equipos de fluoroscopia, dado que, las estructuras anatómicas que se analizan, generalmente, poseen coeficientes de atenuación muy análogos; por ende, de acuerdo con la necesidad se suministran al paciente agentes como yodo o bario para obtener imágenes con grados de contraste más altos. Entre tanto, la imagen también debe poseer uniformidad; esta exige que la diferencia entre los valores en la escala de grises sea muy pequeña para las regiones en los órganos y tejidos que conforman la imagen de una estructura anatómicamente homogénea.

Otro de los elementos que también tienen influencia en las características visuales de las imágenes radiológicas es el ruido, al igual que las propiedades anteriores, debido que, este también puede alterar la información contenida en una imagen; este se define como la modificación aleatoria de los valores de diferentes píxeles de la misma.

Pertusa Grau (2003) una de las principales fuentes de ruido, es la detección de detectores cuánticos en el campo de radiación X; por lo general, los eficaces tienen más ruido que, los equipados con imágenes mejoradas a velocidades de dosis bajas. Finalmente, la imagen no debe tener un tipo de creación, lo que significa que algunos tipos de detalles aparecen en esto, pero no está en una estructura anatómica real; frecuentemente, se representan en detectores digitales, un tablero plano, como manchas, con daños en un área específica u operación inexacta de un detector separado específico; la mejor garantía para obtener imágenes de calidad sin mayores inconvenientes es contar con equipos de última tecnología y desempeño garantizado.

Figura 9

Contrastes



Muestra el ruido electrónico, el cual produce la apariencia de "sal y pimienta". Eso es típico en exposiciones muy bajas.



Muestra el ruido cuántico, cuya apariencia "granulosa" la causa la dispersión de la luz en el centellador. Es representante de exposiciones más altas. Imágenes con aumento 2x.

Nota. Yorkston (2021)

Por consiguiente, de acuerdo a lo expuesto en las figuras anteriores, puede decirse que, debido a la falta de cualquier característica de la imagen, puede vincularse una falencia que debe ser corregida y verificada antes de la entrega final; pues, existen disimiles factores que influyen en las características visuales de las mismas; En tanto, Moreno Treviño (2016) expone que para ello, existen dos tipos de pruebas, herramientas físicas y digitales, pero solo se necesita saber el estado de la pantalla para realizar pruebas digitales, las cuales, se manejan de diversas manera en donde y las imágenes puedan analizarse desde cualquier memoria en la pantalla del dispositivo y tome las medidas apropiadas en la prueba de expansión para determinar el estado del monitor, determinado por el protocolo a emplear. De la misma manera que puede usar el emulador físico con una Proyección de rayos x, una prueba en la que se evalúa la imagen todo el tema de tubo X, las cuales pueden mejorar o presentar error. Además de la visualización, también incluye la distribución de objetos en el cuerpo, lo que le permite evaluar las características de imagen especificadas por el fabricante en sus instrucciones; sin embargo, se pueden encontrar inconsistencias en las imágenes, se deben realizar pruebas más completas para determinar dónde se encuentra la fuente del problema en la secuencia de imágenes.

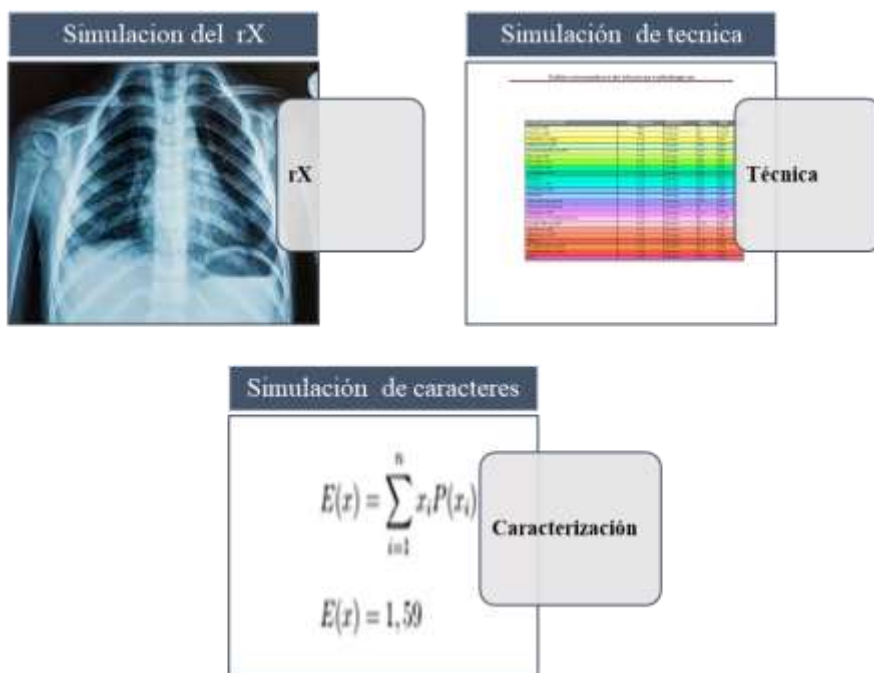
Los sistemas de detección de rayos X, contemplan las características e introducciones del lector electrónico, así como de la sonda para determinar los principales parámetros del sistema. Luego, se realizaron pruebas para confirmar la capacidad de detección de los diversos elementos que componen los pigmentos estudiados utilizando nuestro sistema y el método de resta logarítmica del borde de absorción K. En el futuro, serán posibles pruebas más complejas con muestras que contengan diferentes capas de tinta en diferentes sustratos.

Para Velasco Montero (2016) la procedencia de características de una imagen suministra una representación de la comprendida visual de la imagen digital que se maneja para distinguir

un cuadro de Rx, de otro durante la recuperación del contenido. Las particularidades de la imagen se refieren a pertenencias que representan el contenido de una imagen en términos visuales y se recuperan automáticamente; En este transcurso de determinación se efectúa por medio de técnicas de imagen digital y visión artificial. Las tipologías suelen incluir datos sobre el color, la textura, la forma, el borde y la estructura, así como características que representan el conocimiento de una influencia de aplicación específico, como un ejemplo, las características de imagen de demanda de reconocimiento facial de amor que representan una gran parte de la imagen. Cada imagen digital está representada por un vector de características dimensionales que almacena información sobre su contenido, donde n es el número de características extraídas de la imagen, como en el ejemplo de la figura 10:

Figura 10

Proceso de Extracción de Características visuales de una imagen



Nota. Fuente propia.

Hay varios tipos de características que se pueden extraer de las imágenes para representar su contenido. Estas funciones se utilizan en función de su desempeño en la representación del contenido de la imagen. Por ejemplo, las funciones de color y textura funcionan mejor en imágenes normales, las tareas que representan información de forma definida en imágenes marchan mejor en imágenes que contienen gráficos de computadora y las ocupaciones de estructura, en los cuales, son determinados con test; por ende, las características de bajo nivel brindan información sobre el contenido visual de una imagen, lo cual, es importante durante la búsqueda y recuperación no tradicionales porque la consulta con imágenes de referencia en lugar de texto reduce la subjetividad y aumenta el mecanismo.

Conclusiones

En síntesis, esta investigación logró determinar que las particularidades en el manejo y control de calidad en imágenes diagnósticas, en las cuales, de acuerdo con el referente internacional emitido normas que la ISO 9001:2018 se debe buscar brindar productos o servicios de mejora continua en relación al ciclo PHVA, con el fin de establecer sistemas de gestión de la calidad que cumplan con estos requisitos.

Como se muestra en el documento, el enrutamiento de entrada y salida en el servicio de imágenes; ya que en muchos casos los procedimientos que utilizan equipos de rayos X son absolutamente esenciales en el diagnóstico y seguimiento en muchas áreas de la medicina. Sin embargo, los Rx siempre tienen problemas que pueden limitar mucho las capacidades del equipo, por eso se presentan falencias constantes que se dan estos sistemas por no cumplir los protocolos establecidos.

El segundo objetivo, consiguió determinar la categorización de los elementos de geometría de imágenes diagnósticas en el control de calidad, los cuales, parten de la apariencia de los términos de la imagen radiográfica, la cual, debe ser proporcionada a las variaciones de dimensión de las estructuras del sujeto. Puesto que, la calidad se ve afectada concisamente por la capacidad del punto focal, es decir, en cuanto más grande es el punto focal, tendrá carencia de nitidez; y cuando más pequeño sea el punto focal mejor será el detalle conseguido.

Por otra parte, mientras mayor sea la precisión en los puntos focales en relación con los objetos o sujetos, se adquirirá una imagen más nítida, debido que, se reduce el tamaño de la penumbra y hay menos magnificación del objeto. De igual modo, el enfoque también se ve afectado por el movimiento, que puede provenir de un objeto, una película o una fuente de Rx; pues, esta perturbación incrementa la nitidez y agudiza una imagen; consiguiendo ser factor se

controlado o estabilizado la parte superior en caso de personas mediante su cabeza, durante la radiografía.

El último objetivo, denota un breve estudio sobre las influencias de las características visuales de imágenes diagnósticas, en las que las representaciones de prueba son tomadas como fuente de información en el sistema de directorios en el control de calidad de la industria médica. Dado que, este campo genera una gran cantidad de información, como imágenes, las características de estas no pueden ignorarse, pues, sus componentes son importantes en la representación de imágenes médicas digitales, puesto que, también es un área de investigación que puede combinar esfuerzos para contribuir a una mejor garantía para obtener imágenes de calidad sin mayores inconvenientes es contar con equipos de última tecnología y desempeño garantizado.

Resumidamente, es claro que no existe una definición objetiva de la calidad de la imagen, sino que, es una cuestión de opinión subjetiva de cada técnico. En el campo de la Radiología, la calidad de la imagen se basa en la capacidad del dispositivo para detectar diferencias en la captación de radiofármacos entre la lesión y el área circundante. Por lo tanto, las imágenes de alta calidad, son aquellas en las que se puede prestar atención dicho contraste y efectuar realizar un diagnóstico más preciso.

Puesto que, hay una serie de factores que degradan la calidad de la imagen, siendo, algunos intrínsecos al dispositivo de imagen, como la resolución espacial o de potencia, insuficiencia de homogeneidad o la distorsión. De igual modo, otros factores que, reducen la calidad de la imagen dependen del paciente y de la ubicación del órgano que se examina. En el caso de pacientes grandes, se observa una mayor influencia de los fotones dispersos; debido que,

si el estudio se centra en el órgano profundo, se superpondrá con otros tejidos, el movimiento, o ruido, lo que aumentará el número de registros de antecedentes.

Referencias Bibliográficas

- Acuerdo de Cooperación Regional para la Promoción de la Ciencia Nuclear- IAEA y Tecnología en América Latina y el Caribe - ARCAL (2001) Arcal Xlix Implementacion de las Normas Básicas de Seguridad Internacionales en las Practicas Medicas. (En línea) Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico.
<http://www.proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/PROTOCOLO-ARCAL-XLIX.pdf>
- Arias Ortega, J., Daza Duarte, K., Oyola Montes, O. y Prasca Arrieta, Y. (2022). Elaboración del Protocolo de Calidad y Seguridad Radiológica de la Clínica Hispanoamérica de la ciudad de Pasto. (En línea) Repositorio UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/53517>
- Bolsico Romero, Á. (2020). Pruebas de aceptación en equipos de Rayos X. (En línea) España: IDUS. <https://idus.us.es/handle/11441/106927>
- Brejov, G. y Blanco, D. (s/f) Métodos Complementarios Exploración radiológica (En línea) Universidad de Buenos Aires. Cátedra de Semiología - Medicina I. p. 21.
<http://www.fvet.uba.ar/archivos/catedras/semiologia/MEDICINA-I-RX.pdf>
- Bushong, S. (2022). Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. (En línea) Elsevier Health Sciences.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ru1bEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=los+principales+inconvenientes+en+el+manejo+de+los+test++im%C3%A1genes+diagn%C3%B3sticas&ots=ErNVvhMPRk&sig=o7i4Uw2kRYLEnFJmE2Xfz3TbDAg>
- Carmona Arias, V. y Jaramillo Correa, E. (2010). Estudio del clima Organizacional en la ESE Hospital San Jorge de Pereira: Cooperativa de Trabajo Asociado Multiser CTA,

- Profesalud CTA, Induaseo, Nutrisalud Risaralda Ltda, Sociedad Neuroquirurgica de Risaralda, Imágenes Diagnosticas. (En línea) Repositorio UTP.
<https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/2230>
- Carnero Pardo, C. (2005). Evaluación de las pruebas diagnósticas. (En línea) Rev Neurol, 40(11), 641-643. https://www.researchgate.net/profile/Cristobal-Carnero-Pardo/publication/7794603_The_evaluation_of_diagnostic_tests/links/00b7d5243662779458000000/The-evaluation-of-diagnostic-tests.pdf
- Consejo de Seguridad Nuclear, (2015) Protección radiológica. (En línea) Optimización o “Principio Alara”. España. <https://www.csn.es/proteccion-radiologica#:~:text=El%20término%20ALARA%20corresponde%20a,cuenta%20factores%20sociales%20y%20económicos>.
- Cádiz, C., Galeno, F., Mondaca, C. y Miranda, N. (2013). Aplicación del principio Alara en la optimización de factores de exposición de equipos digitales (En línea) Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello. <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/4383>
- Castrillón Giraldo, W., Morales Aramburo, J. y Jaramillo Garzón, W. (2020). Control de calidad en equipos de rayos X en intervencionismo. (En línea) Revista Colombiana de Cardiología, 27, 88-95.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563319301901>
- Díaz Raudales, I. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. (En línea) Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, 35-42.
<https://www.academia.edu/download/63045355/imagen20200421-94216-1vq7z9.pdf>
- Delgado Brito, M. (2018). Implementación de un protocolo de control de calidad del equipo de rayos X TITAN-2000M para el Hospital General Provincial Docente Riobamba (En

línea) Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8362>

Elizalde Goyoaga, J. (2012). Errores diagnósticos en radiología. (En línea) Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 6(2), 13.

<https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/download/40075/38504>

Fernández Fresnedo, R. (2013). Herramienta de software para la evaluación de la calidad de imágenes médicas (En línea) Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas). <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/1665>

Font, J. (2003). Óptica Geométrica. (En línea) EUETIT, Terrassa.

<http://aransa.upc.es/ffettsi/Apuntes/Optica.pdf>

Galvis Alba, D, Camargo López, A., Márquez Salcedo, D., Orjuela Rincón, D. y Rojas Camargo, B. (2022) Elaboración de manual didáctico para estudiantes de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas sobre métricas criterios y parámetros de calidad en imágenes digitales. (En línea) Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/53518>

García Avilés, C. (2015). Relación de los componentes de la geometría de la imagen y las técnicas radiográficas. (En línea) Redicces.

<http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1947/1/4.%20Relacion%20de%20los%20componentes%20de%20la%20geometria%20de%20la%20imagen%20y%20las%20tecnicas%20radiograficas.pdf>

Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. (En línea) Dyna, 81(184),

158-163. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0012-73532014000200021

González Zambrano, A. (1995). Aplicación de los rayos X en la industria como prueba no-destructiva (En línea) México: Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/6850/1/1080072463.PDF>

Hernández Sampieri, R., & Fernández-Collado, C. (2010). La Investigación. (En línea) México: UP. <https://scholar.archive.org/work/3bzvuwjv7zewzhkj5sbjvj52ga/access/wayback/https://revistas.up.edu.mx/RPP/article/download/1812/1546>

Organización Internacional de Normalización – ISO (2015) ISO 9000: Sistemas de gestión de la calidad. (En línea) Fundamentos y vocabulario. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

Organización Internacional de Normalización – ISO (2018) ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad. (En línea) Gestionando la calidad con ISO 9001. <https://www.normas-iso.com/iso-9001/>

Jara Paredes, M. y Jara Atencia, J. (2022). Propuesta metodológica para la obtención de datos geométricos en imágenes radiográficas digitales con probable displasia de caderas en lactantes. (En línea) Revista Experiencia en Medicina del Hospital Regional Lambayeque, 8(3). <http://rem.hrlamb.gob.pe/index.php/REM/article/view/605>

López, A., Jarrin, K., Campoverde, D., Vallejo, R., Aguagallo, F. y Moran, L. (2016). Introducción a la Imagenología. (En línea) Brain, 127, 496-509. https://www.academia.edu/download/60378028/INTRODUCCION_A_LA_IMAGENOLOGIA-14-11-201820190823-46199-65czmz.pdf

- Luna, N. (2016) Introducción al radiodiagnóstico. Jornada Medicina y Temed. (En línea) StudeerSnel B.V., Keizersgracht 424, 1016 GC Amsterdam.p. 14.
<https://www.studocu.com/cl/document/universidad-de-magallanes/medicina-interna/1-introduccion-a-la-radiografia/14822476>
- Melena, J., Chuchuca, G., y Narváez, A. (2019). Condiciones sociodemográficas post terremoto relacionadas a los Conocimientos, Actitudes y Prácticas de Zika, Nuevo Pedernales-Ecuador. (En línea) Revista Médica Vozandes, 30(2), 9-18.
https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Piedra/publication/339041482_Consumo_de_riesgo_de_drogas_utilizando_la_herramienta_ASSIST_modificado_en_estudiantes_docentes_y_personal_administrativo_de_una_universidad_publica/links/5e3a4d96458515072d8021c9/Consumo-de-riesgo-de-drogas-utilizando-la-herramienta-ASSIST-modificado-en-estudiantes-docentes-y-personal-administrativo-de-una-universidad-publica.pdf#page=9
- Morales Pérez de Alejo, H. (2011). Sistema para la simulación de fuentes de alto voltaje (FAV) en equipos de rayos-x (En línea) Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas). <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/2930>
- Moreno Treviño, D. (2016). Implementación de un protocolo de control de calidad para el equipo de Rayos X digital Siemens Multix Swing del Departamento de Imagenología del Hospital de Oncología de La Unidad Oncológica Solca Chimborazo (En línea) Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6186>
- Núñez, M. (2008). Control de calidad de los sistemas de detección usados en Medicina Nuclear. Comité de Tecnólogos de ALASBIMN. (En línea) Escuela Universitaria de Tecnología

Médica UdelaR, Motevideo. Uruguay.

http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Control_de_calidad.pdf

Olguín, O.; Mugetti, P.; Cobos, D. y Villagrán, C. (2017) Método indirecto para la determinación experimental del kerma en aire a partir del rendimiento del tubo de rayos X. (En línea)

Rev. cienc. salud med. 2017; 3(3): 35 – 42.

<https://www.academia.edu/download/58867853/Critosporiosis20190411-46163-p4k4ph.pdf#page=35>

Organización Mundial de la Salud (1984). “Programa garantía de calidad en radiodiagnóstico”

(En línea) PAHO.

<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/GarantiaCalidadRadiodiagnostico.pdf>

Organismo Internacional de Energía Atómica (2021) Viena, Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y El Caribe. (En línea) IAEA. [https://www-](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1958web.pdf)

[pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1958web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1958web.pdf)

Organismo Internacional de Energía Atómica (2020) Los niveles de referencia para diagnóstico (NRD) en el ámbito de la imagenología. Información para profesionales de la salud. (En

línea) IAEA. [https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-los-](https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-los-pacientes/profesionales-de-la-salud/radiodiagnostico/niveles-de-referencia-para-diagnostico/imagenologia)

[pacientes/profesionales-de-la-salud/radiodiagnostico/niveles-de-referencia-para-diagnostico/imagenologia](https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-los-pacientes/profesionales-de-la-salud/radiodiagnostico/niveles-de-referencia-para-diagnostico/imagenologia)

Ordiales, R. (2007). Prontuario de la radiación electromagnética. (En línea) Digital CSIC.

<https://digital.csic.es/handle/10261/12715>

Osorio Arévalo, M. (2020). Disminución de cantidad de atrasos en entrega de informes

radiológicos en el Centro de Imagenología del Hospital Clínico de la Universidad de

Chile. (En línea) Repositorio UChile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178554>

- Patzi Cayoja, C. (2012). Aplicación de protocolo DICOM en imágenes diagnósticas y comunicaciones en medicina (En línea) Doctoral dissertation. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1817/T-2334.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pertusa Grau, J. (2003). Técnicas de análisis de imagen: Aplicaciones en Biología (En línea) Universitat de València. 1(65). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Mt9UrJQCKoEC&oi=fnd&pg=PA13&dq=la+imagen+no+debe+tener+un+tipo+de+creaci%C3%B3n,+lo+que+significa+que+algunos+tipos+de+detalles+aparecen+en+esto,+pero+no+est%C3%A1+en+una+estructura+anatom%C3%B3mica+real%3B+frecuentemente,+se+representan+en+detectores+digitales,+un+tablero+plano,+como+manchas,+con+da%C3%B1o&ots=sTy2k-Spyq&sig=QbYHpxuW-h2dNEire3b-w3iLc5o>
- Portiansky, E. (2013). Análisis multidimensional de imágenes digitales. (En línea) Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias. <https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/133752>
- Rojas Sanchez, C., Ochoa Orteaga, M., Niño Cubillos, Y., Perdomo, M. y Rodríguez Hermida, H. (2022) Propuesta para un programa de control de calidad en radiología general. (En línea) Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/53751>
- Rojas Ortiz, A. (2017). Diseño del sistema de gestión de la calidad integrado con el decreto 1443 de 2014, para la empresa Multi-Imágenes Diagnósticas SAS. (En línea) Repositorio Escuela ING. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/658>
- Rodríguez, J. O. (2011). Nuevo método de ayuda diagnóstica con geometría fractal para células preneoplásicas del epitelio escamoso cervical. (En línea) Revista UDCA Actualidad &

Divulgación Científica, 14(1), 15-22.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262011000100003

Salazar Mendoza, J. (2019). Estudio técnico para la implementación de equipo digital tomográfico en el área de radiología del Hospital Nacional de Chimaltenango (En línea)

Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/13968/>

Lorenzano, C. (2018) Interpretar la imagen diagnóstica. (En línea) Academia.

https://www.academia.edu/download/57921623/imagenes_medicas.pdf

Lamorú, C., Gómez, B., Flores, A. y Bofill, R. (2015). Consecuencias del uso inadecuado de los medios diagnósticos imagenológicos. (En línea) Revista de Medicina Isla de la Juventud,

16(2). <http://remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/137>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, L. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. (En línea) RH Sampieri, Metodología de la Investigación, México: McGraw Hill. 1(22).

https://www.academia.edu/download/58257558/Definiciones_de_los_enfoques_cuantitativo_y_cualitativo_sus_similitudes_y_diferencias.pdf

Urbina Cueto E. (2020). Investigación cualitativa. (En línea) Applied Sciences in Dentistry, 1(3).

<https://ieya.uv.cl/index.php/asid/article/download/2574/2500>

Universidad Nacional de Córdoba UNC (2018) Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF-UNC) (En línea) Documentación del curso de Dosimetría.

<https://www.famaf.unc.edu.ar/~pperez1/manuales/cdr/tubos-de-rayos-x.html#id5>

Yorkston, J. (2021) Comprensión y gestión de fuentes de ruido en imágenes de rayos x. Ph.D (En línea) Departamento de Investigación de Aplicaciones Clínicas de Carestream Health.

<https://www.carestream.com/blog/2020/06/17/comprension-y-gestion-de-fuentes-de-ruido-en-imagenes-de-rayos-x/#:~:text=La%20anatom%C3%ADa%20del%20paciente%20ha,de%20producci%C3%B3n%20de%20rayos%20X>