

Posprocesado de imágenes diagnósticas

Juan Pablo Matallana Camacho

Zuny Lorena Higuera Vázquez

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

Dedicatoria

Dedicado a mi Esposa e hija Nathaly Gallego y Tania Matallana Gallego por el apoyo incondicional en mi etapa de formación profesional y por entregarme todas sus fuerzas para seguir adelante y su paciencia durante todo este periodo. Agradeciendo a todos y cada uno de los tutores que estuvieron durante mí proceso, en especial a mi tutor Luis Fernando Gómez, por ser mi guía en este proyecto.

Juan Pablo Matallana Camacho

Dedicado primeramente a Dios, a mis padres Dora María Vásquez Lasso y Nelson Camilo Higuera Aguas por ser mi motor, por apoyarme en mi proceso de formación profesional y motivarme a seguir adelante. A mi hermano Leomar Eduardo Higuera Vásquez por su compañía y paciencia durante todo este proceso. Agradezco a todos y cada uno de los docentes que estuvieron durante mi proceso como estudiante en radiología, por compartir sus conocimientos y aprendizajes, en especial a mi tutor Luis Fernando Gómez, por guiarme en este proyecto. A mi colega Lina Fernanda Roperó donde siempre encontré una voz de aliento frente a la angustia en momentos que solía desfallecer, gracias por tu mano amiga y por cada sonrisa.

Zuny Lorena Higuera Vásquez

Agradecimientos

Agradecer a nuestras familias por todo el apoyo que nos han brindado en el transcurso de esta etapa de nuestras vidas, a Dios por su bondad y sabiduría. A nuestro tutor de guía Luis Fernando Gómez por su dedicación, esfuerzo, motivación, paciencia, refuerzo permanente y rectitud como docente; quien con su experiencia y conocimientos nos orientó en el desarrollo de esta investigación y logramos culminar satisfactoriamente esta ardua labor para obtener nuestro título de tecnólogos radiólogos.

A cada uno de los docentes que hicieron parte de nuestro proceso en la universidad, ya que nos aportaron sus conocimientos y brindándonos su gran apoyo desde el inicio de nuestra carrera y de quienes obtuvimos una valiosa enseñanza.

Quedamos altamente agradecidos por contribuir en nuestro desarrollo intelectual y profesional; llevando a cabo este resultado final para así hacer de nuestros sueños una realidad.

Resumen

El sistema de pos procesamiento de imágenes radiológicas es el conjunto de técnicas que operan sobre la presentación digital de una imagen u objeto en el cuerpo humano. Para obtener estas imágenes se emplea un procedimiento que consta de un equipo convencional de rayos X y un procesamiento digital. En general, las técnicas de procesamiento de imágenes son aplicadas cuando resulta necesario realzar o modificar una imagen para mejorar su apariencia o para destacar algún aspecto de la información contenida en las mismas.

El objetivo de este trabajo es analizar las técnicas del pos procesado en la radiología convencional para obtener imágenes diagnósticas de mayor calidad, a través realizar una investigación de documentos relacionados con el post procesado de la imagen diagnóstica que nos brinde información relevante, especificar las ventajas y desventajas y finalmente revisar distintas tecnologías de adquisición de imagen diagnósticas como la radiología convencional, digital, medicina nuclear, ultrasonidos, tomografía computarizada y resonancia magnética y sus diferentes tipos de post procesado.

De esta manera la radiología ha evolucionado favorablemente tanto para el médico como para el paciente y para las instituciones de salud.

Palabras Clave: Imágenes radiológicas, Rayos x, procesamiento de imágenes diagnósticas digitales, radiología, radiología digital.

Abstract

The radiological image post-processing system is the set of techniques that operate on the digital presentation of an image or object in the human body. To obtain these images, a procedure is used that consists of conventional X-ray equipment and digital processing. In general, processing techniques Images are applied when it is necessary to enhance or modify an image to improve its appearance or to highlight some aspect of the information contained therein.

The objective of this work is to analyze post-processing techniques in conventional radiology to obtain higher quality diagnostic images, through researching documents related to post-processing of diagnostic images that provide us with relevant information, specify the advantages and disadvantages and finally review different diagnostic image acquisition technologies such as digital conventional radiology, nuclear medicine, ultrasound, computed tomography and nuclear magnetic resonance and their different types of post processing.

In this way, radiology has evolved favorably for both the doctor and the patient and for health institutions.

Keywords: Radiological images, X-rays, digital diagnostic image processing, radiology, digital radiology.

Tabla de contenido

Introducción.....	9
Planteamiento del problema.....	10
Justificación	12
Objetivos	12
Objetivos generales	12
Objetivos específicos.....	13
Marco teórico.....	13
Metodología.....	22
Desarrollo del proyecto.....	24
Conclusiones	33
Referencias	34

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Documentos académicos investigados</i>	25
--	----

Lista de Figuras

Figura 1 *Radiografía de Pie*20

Figura 2 *Radiografía de Tórax*21

Introducción

En la actualidad la radiología es un campo importante de la salud, debido a que los avances de las técnicas son modernas y certeras. Los sistemas de radiología convencional se han desempeñado de forma favorable desde su descubrimiento hasta la actualidad, aportando imágenes con una adecuada calidad diagnóstica. Por ende, permiten ser procesadas, visualizadas, y digitalizadas en un ordenador dando al médico unas imágenes nítidas y así obtener un diagnóstico y resultado a seguir.

Con este nuevo avance de la radiología digital medica han sido muy importantes tanto en la obtención de imágenes como en su almacenamiento, ya que estos permiten precisar la anatomía del área estudiada y permite el envío de los resultados a las instituciones prestadoras de salud.; por lo cual están favoreciendo al tecnólogo, al paciente y al médico evitando una irradiación innecesaria, puesto que su calidad es confiable y segura.

Planteamiento del Problema

El análisis y posprocesamiento de imágenes diagnósticas se enmarca en un contexto en el que las tecnologías de la información y las comunicaciones juegan un papel fundamental en el entorno clínico y sanitario. Especialmente la utilización de imágenes radiológicas clínicas, desde hace décadas se viene abriendo importantes posibilidades de asistencia al diagnóstico y al tratamiento a las enfermedades. La evolución de los diferentes tipos de tecnologías de adquisición de imágenes tales como la ecografía, la radiografía convencional y digital, la tomografía y la resonancia magnética; así como las técnicas de posprocesamiento de imágenes están aportando nuevas técnicas a los tecnólogos y especialistas sobre como aportar más valor y calidad a la imagen para el diagnóstico.

Durante el posprocesamiento de imágenes diagnósticas vamos a encontrar muchos errores en la cual se van a observar imágenes sobreexpuestas, rotadas, con artefactos, borrosas, movidas. Esto hace que el profesional de la salud encuentre imágenes con defectos o problemas. Al no posprocesar una imagen radiológica esta no va a poder ser leída, ni diagnosticada por el radiólogo.

De esta manera el tecnólogo puede recuperar las imágenes haciéndoles un buen pos procesado que sea justo, viable para el médico y así entregar unas buenas imágenes diagnósticas. Por ende, dan nitidez y claridad a la imagen; esto con lleva a un buen resultado radiológico.

Es muy importante el posprocesado porque por medio de este se pueden recuperar imágenes digitales o estudios que detectan hallazgos patológicos y así dar un diagnóstico acertado, confiable y seguro. Gracias a este sistema avanzado las instituciones de salud salen beneficiadas.

Formulación del problema

¿Cómo se genera el posprocesado de imágenes radiológicas en equipos digitales?

Justificación

El presente trabajo de investigación se basa en las técnicas de posproceso de imágenes diagnósticas, se realiza con el propósito de facilitar al lector la importancia de la radiología y sus aplicaciones tecnológicas a la hora de entregar una radiografía de alta calidad facilitando un diagnóstico certero con mayor claridad.

El posprocesado de las imágenes diagnósticas facilita al servicio de radiología la disminución significativa de altos costos en la toma de imágenes ya que este mecanismo permite al tecnólogo manipular de manera técnica la calidad de la imagen sin alterar su resultado y permitiendo al médico radiólogo realizar su análisis de manera más clara y verificar que el examen haya sido tomado de manera correcta; y así evitar que el paciente sea sometido nuevamente a repetir la prueba días después por errores de técnicos.

La técnica del posproceso de imágenes diagnósticas también brinda una mayor seguridad para el tecnólogo como para el paciente, ya que se protege la salud y bienestar de los usuarios, personal operativo de salud y toda la comunidad en general ayudando a disminuir la contaminación por radiación y generando valor y vida útil a los equipos.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las técnicas del posprocesado en la radiología convencional para obtener imágenes diagnósticas de mayor calidad.

Objetivos Específicos

Realizar una profundización de documentos relacionados con el posprocesado de la imagen diagnóstica que nos brinde información relevante.

Especificar las ventajas y desventajas del posprocesado de las imágenes radiológicas.

Revisar distintas tecnologías de adquisición de imagen diagnósticas tales como:
radiología convencional digital.

Marco Teórico

En el siguiente trabajo de investigación se realizó una búsqueda sistemática bibliográfica que permitió contextualizar el proyecto, bajo un diseño de manera cualitativa donde se logra una revisión que permite examinar las técnicas de posprocesado de imágenes diagnósticas.

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital, sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica. Existen dos métodos para obtener una imagen radiográfica digital: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital; la diferencia entre ambas consiste en que la imagen digitalizada se obtiene mediante el escaneo o la captura fotográfica de la imagen de una placa radiográfica, mientras que la radiografía digital se obtiene mediante la captura digital directa de la imagen para convertir los Rayos X directamente a señales electrónicas. Las ventajas de la digitalización de las imágenes radican en que estas pueden tratarse, almacenarse y difundirse igual que cualquier otro archivo informativo; los sensores digitales son más eficaces que la película radiográfica, menor dosis de radiación, menor cantidad de material contaminante, ahorro económico en el revelado, entre otros. (Díaz, I. R. R. 2014)

¿Qué Es La Digitalización De Imágenes?

Es un mecanismo que permite al médico radiólogo realizar un posproceso de la imagen de forma digital para verificar que el examen haya sido tomado correctamente y evitar que el paciente tenga que repetir la prueba días después por errores de técnica, fallas de revelado y limitaciones específicas, como podría ocurrir con las placas convencionales.

El radiólogo puede manipular las imágenes a través del computador, archivando los estudios en medios magnéticos, dando paso a la posibilidad de enviar los resultados con las imágenes digitalizadas, al usuario vía internet. (Umaña Vargas, M. A. 2018)

Las herramientas para la adquisición y el análisis de las imágenes deben dominarse para poder ser entendidas La principal función de los estudios de imagen en medicina es proporcionarle al médico la información necesaria para hacer diagnóstico de la enfermedad del paciente y así valorar su respuesta al tratamiento. (Passarielo, G. & Mora, F. 1995)

Posprocesado de Imágenes Diagnósticas

El posprocesamiento de imágenes pertenece al dominio del procesamiento de imágenes digitales, que es simplemente el procesamiento de imágenes usando una computadora digital. La radiología basada en películas ahora es obsoleta y ha evolucionado hacia varias modalidades de imágenes digitales, que incluyen radiografía computarizada, radiografía digital de panel plano, fluoroscopia digital, mamografía digital, tomografía computarizada (TC), imágenes por resonancia magnética (IRM), medicina nuclear y diagnóstico. Ecografía médica. Por lo tanto, el procesamiento de imágenes digitales en radiología se ha convertido en una de las habilidades rutinarias de tecnólogos y radiólogos por igual. Además, el uso de los escáneres CT y MRI se ha convertido en un componente de imagen integral en la planificación del tratamiento con radiación. Por lo tanto, es importante que los tecnólogos comprendan la naturaleza y el alcance no solo de las imágenes digitales sino también del procesamiento de imágenes digitales. (Seeram, E. & Seeram, D. 2008)

Una vez que se ha extraído la zona útil de la imagen mediante la segmentación de la misma, y antes de convertir los píxeles en valores para su presentación en un monitor, es necesario mejorar las características de visualización. Para ello los diferentes suministradores

recurren a algoritmos más o menos complejos que lo que pretenden en definitiva es: mejorar la visualización de bordes o pequeños detalles (resolución espacial); reducir en lo posible el ruido en la imagen; y mejorar el contraste local para la detección de objetos de bajo contraste resolución de contraste. (Vuylsteke, P. 1999)

Con el procesado se puede aprovechar el amplio rango de respuesta lineal del sistema digital, cubriendo un gran intervalo de niveles de exposición y permitiendo una reducción en la repetición de imágenes con la correspondiente disminución de tiempo, coste y dosis a paciente. La compensación automática y una vez que se ha obtenido las imágenes digitales, ya sea de forma directa o indirecta, las consolas o estaciones de trabajo permiten ajustar las radiografías a partir de patrones predefinidos, según la región anatómica que hemos seleccionado. Siempre hay la posibilidad de retocar el tamaño de la imagen, el brillo o el contraste, con la finalidad de entregar una imagen que porte el máximo de información. Las diferentes casas comerciales también ofrecen un tipo de herramientas un poco más avanzadas que permiten modificar los perfiles de visualización. (Restrepo Velásquez, A. 1999)

Según la literatura el campo de aplicación del procesamiento de imágenes digitales está en constante expansión. En el área de las comunicaciones electrónicas ha permitido desarrollar nuevos servicios, tales como videoconferencias, videotelefonía, televisión de radiodifusión digital, y restauración de imágenes de sondas espaciales. Otra de las áreas notablemente favorecidas es la de imágenes médicas, donde el procesamiento de imágenes digitales ha permitido obtener diagnósticos más precisos, elaborar programas terapéuticos más efectivos, realizar biopsias guiadas por computadora, y planear intervenciones quirúrgicas en zonas de alto riesgo. (Alvarado Escamilla, R. 1997)

Según la literatura también Las imágenes basadas en películas, o radiografías en pantalla de películas, como se las denomina a menudo, se han utilizado de forma rutinaria desde el descubrimiento de los rayos X en 1895. Una imagen radiográfica se crea mediante una serie de pasos. Primero, el paciente se expone a una cantidad predeterminada de radiación para proporcionar la calidad de imagen de diagnóstico requerida. La imagen latente formada en la película se vuelve visible a través del procesamiento químico. La imagen procesada es una imagen de película impresa con una densidad óptica fija, utilizada por el radiólogo para hacer un diagnóstico de la condición médica del paciente. (Seeram, E. & Seeram, D. 2008)

También el procesamiento digital de imágenes diagnósticas, incluye un conjunto de técnicas que operan sobre la representación digital de una imagen, a objeto de destacar algunos de los elementos que conforman la escena, de modo que se facilite su posterior análisis, bien sea por parte de un usuario (humano) o un sistema de visión artificial. En general, las técnicas de procesamiento de imágenes son aplicadas cuando resulta necesario realzar o modificar una imagen para mejorar su apariencia o para destacar algún aspecto de la información contenida en la misma, o cuando se requiere, medir, contrastar o clasificar algún elemento contenido en la misma. También se utilizan técnicas de procesamiento, cuando se requiere combinar imágenes o porciones de las mismas o reorganizar su contenido. (Martínez, E. R. 2006)

El procesamiento de imágenes también tiene que ver con la adquisición, transmisión, procesamiento y representación de las imágenes. Estas técnicas del proceso de imágenes se utilizan para mejorar la apariencia visual de las mismas para así observarlas y preparar convenientemente el estudio a realizar en el equipo radiológico. El proceso digital de imágenes tiene sus áreas de división como lo son adquisición y captura; por ende, se les da un realce

mejorar los bordes, estas corresponden a la obtención de las imágenes digitales y analógicas (fotografías). (Gómez, D. & Guerrero, A. 2016)

Según la literatura el histograma de una imagen diagnóstica es una herramienta que se utiliza ampliamente tanto cualitativa como cuantitativa, corresponde a la intensidad de los píxeles de una imagen donde se puede observar los niveles de gris o de una porción visual de la misma. Por el cual se puede examinar la región de interés que se va a ver con la mayor intensidad para la imagen pos procesada, aun siendo así le proporciona brillo y contraste para una mayor nitidez. (Medina, R. & Bellera J. (s.f.)

Una vez que se ha obtenido las imágenes digitales, ya sea de forma directa o indirecta, las estaciones de trabajo permiten ajustar las radiografías a partir de patrones predefinidos, según el estudio que se va a realizar. Es aquí donde se debe de retocar el tamaño de la imagen, el brillo o el contraste, con la finalidad de entregar una imagen que descarte un buen diagnóstico y así el médico radiólogo de un tratamiento a seguir. Las diferentes casas comerciales también ofrecen un tipo de herramientas un poco más avanzadas que permiten modificar los perfiles de visualización. (Masnou, J. & Álvarez, R. (s.f.)

Según la literatura los factores de exposición se emplean para obtener imágenes de calidad en la radiología convencional se determina de acuerdo a los criterios de evaluación del paciente (espesor), la estructura a radiografiar, material que se utiliza (tipo de película radiográfica) y el equipo de Rx (mantenimiento anual). Estas condiciones permiten determinar factores de exposición óptimas en las radiografías; Además de reducir las repeticiones por borrosidad y factores de exposición de radiación sobre-expuesta o sub-expuesta en la imagen diagnóstica. (Nina Huanca, Delia. 2016)

Cuando se obtiene una imagen posprocesada el radiólogo analiza la estructura e identifica signos y en última instancia, emite, descarta o sugiere un diagnóstico. Para que ese proceso sea eficiente, se precisa que la imagen permita la visualización de detalles razonablemente finos de las estructuras, (lo que está relacionado con la resolución espacial), que haga corresponder niveles de gris suficientemente diferenciados a zonas con diferencias sutiles de composición o densidad (lo que va asociado al concepto de contraste) y que no se encuentre enmascarada por un exceso de grano (ruido). (González, I. & Torres, R. (s.f.)

Procesamiento Basado en una Región de la Imagen

Las técnicas de procesamiento basadas en una región tienen muchas aplicaciones en la obtención de primitivas características de la imagen como por ejemplo la extracción de contornos, para realzar los contornos, para suavizar una imagen, para introducir borrosidad dentro de la misma y para atenuar el ruido aleatorio. Usan un grupo de píxeles dentro de la imagen a procesar, con el propósito de extraer información acerca de la misma. El grupo de píxeles que se estudia en este caso, se denomina usualmente vecindad. Por lo general la vecindad es una matriz bidimensional de valores de píxeles con un número impar de filas y columnas. El píxel de interés que normalmente es reemplazado por un nuevo valor, producto de la aplicación de un algoritmo, se ubica por lo general, en el centro de la vecindad. Al utilizar una vecindad en el procesamiento, se puede aprovechar la información acerca del comportamiento regional de la imagen en cuestión, mejor conocida como frecuencia espacial, la cual podría definirse como la tasa de cambio de la intensidad de los píxeles dividido por la distancia sobre la cual ocurre el cambio. La frecuencia espacial tiene componentes en las direcciones horizontal y vertical dentro de la imagen. Por ejemplo, la imagen de un patrón tipo tablero de ajedrez presentará un alto contenido de frecuencia espacial, el cual aumentará en la medida que el tamaño de los cuadros

disminuya. Por su parte una imagen con un bajo contenido de frecuencia espacial por lo general tiene amplias áreas con valores casi constantes de los píxeles. (Medina, R. & Bellera, J. (s.f.)

Ventajas y Desventajas del Post Procesado de las Imágenes Radiológicas

Ventajas:

Permite el ajuste de contraste la ecualización por histograma e, incluso, la reducción de imágenes de forma a favorecer la identificación de lesiones.

Disminuye la dosis radiante al paciente respecto a la convencional.

Menor dosis aplicada.

Menor necesidad de repeticiones por factores técnicos.

Menor número de radiografías para valorar diferentes estructuras como el Parénquima pulmonar, hueso, partes blandas.

Posibilidad de modificar “posteriormente” las características de las imágenes, principalmente la densidad y el contraste, sin necesidad de repetir el examen.

Mayor resolución de contraste (4 veces más que la RX convencional).

Sistema de archivo y comunicación de imágenes médicas y estaciones de visualización y diagnóstico (PACS).

Acceso rápido a cualquier radiografía e informe radiológico a través de la red.

Desventajas

Utiliza radiaciones ionizantes.

Costo inicial de las instalaciones (chasis –IR, equipamiento –DR).

Menor resolución espacial respecto a la RX convencional.

Limitada capacidad para registrar estructuras o detalles de pequeño tamaño.

Degradación progresiva de los fósforos fotoestimulables: Artefactos.

Errores de los sistemas de lectura: artefactos. (Martínez Martínez, D. 2017)

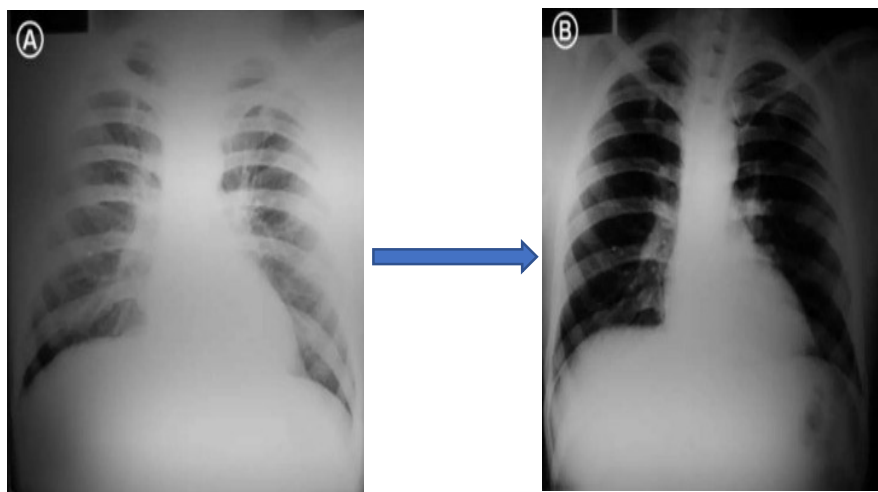
Figura 1

Radiografía de Pie



Nota. Imagen radiografía de pie. <https://imagenologia.robustiana.com/area-cientifica/tag/Digital>

En este estudio radiológico se puede observar en la primera imagen un posprocesado con una nitidez bien definida, donde se aprecia los bordes de las estructuras proyectadas en esta imagen, se ve la claridad y la exactitud en la apreciación de la misma. Por ende, la densidad (buen contraste) y en la segunda imagen se puede observar el efecto de la disminución del contraste en una imagen, lo contrario de una buena nitidez es la borrosidad, es decir es la mala apreciación de los bordes de las estructuras. Es donde se observa el aumento de grises presentes en la imagen.

Figura 2*Radiografía de Tórax*

Nota. Imagen radiografía de tórax. Bonavita, F. (2021)

<https://es.slideshare.net/FacundoBonavita/factores-de-calidad-de-la-imagen>

En este estudio radiológico se puede observar que en la primera imagen (A) esta subexpuesta y en la segunda imagen (B) se observa que esta sobreexpuesta. Esta se da por el grado de ennegrecimiento de la imagen procesada. Por ende, a mayor densidad, menos luz pasara a través de la imagen impidiendo una buena visualización de las estructuras.

Metodología

Se realizó una búsqueda sistemática y estructurada de la literatura que permitió contextualizar el proyecto, bajo un diseño de manera cualitativa y se logra una revisión bibliográfica que permitió examinar las técnicas del postprocesado de imágenes para el diagnóstico.

En la búsqueda bibliográfica fueron hallados artículos, blog, literatura y PDF con muy poca inquisición sobre el tema logrando extraer muy poca información, pero importante, ya que se encuentran pocas publicaciones, pero se logró adquirir material relevante sobre el posprocesado de imágenes diagnósticas.

En el presente esquema de investigación de manera cualitativa, se optó por efectuar una exploración bibliográfica ya que es un tema considerablemente destacado en la radiología para el diagnóstico, la presente investigación no tuvo una mayor hondonada con respecto a fundamentos detallados y estadísticos ya que para dicho trabajo de investigación no se requiere.

Su marco de referencial es de tipo teórico y ayuda a contextualiza al lector, en el campo de radiología y el posprocesado de imágenes diagnósticas y de cómo se ha convertido en parte fundamental para la ciencia y la medicina durante décadas en el mundo tales como hospitales, centros radiológicos, clínicas y compañías a fines donde el diagnóstico y la vida del paciente es importante.

De manera detallada se denominará en la ruta metodológica, todos los artículos, blog, literatura y PDF encontrados durante la extracción de la información suministrada en dicha investigación.

En la presente investigación de tipo exploratorio cualitativo tiene como finalidad enfocarnos y explicarnos sobre el postprocesado de las imágenes diagnósticas dando a conocer la importancia de la utilidad y de su información más relevante. La metodología de la investigación cualitativa explora de manera científica las representaciones, las culturas y subculturas humanas. En una palabra, todo aquello que guarda relación con el universo social y el mundo representacional del ser humano. (Katayama Omura, R. J. 2014)

La Ruta Metodológica

La ruta metodológica para la gestión nos ayudara a analizar y sistematizar los artículos, blog, literatura y PDF, de manera estructurada y lógica su información. Los cuales son destacados detalladamente en el postprocesado de imágenes para el diagnóstico.

1. Fase búsqueda sistemática de documentaciones

Tarea 1

Búsqueda de la información en Google Académico

Tarea 2

Realizar búsqueda en base de datos de la UNAD

2. Fase extracción de documentos académicos

Tarea 3

Lectura detallada de escritos académicos

3. Fase análisis de las técnicas de post-procesado

Tarea 4

Redacción del análisis

Desarrollo del Proyecto

Para llevar a cabo la **fase-1** de la metodología se halló más de 13.400 documentaciones entre ellos artículos, PDF y videos académicos sobre el tema en la plataforma YouTube bajo las palabras claves pos procesamiento de imágenes diagnósticas. Para la **fase-2** También fue consultado el buscador Google Académico con las palabras claves el pos procesamiento de imágenes para el diagnóstico radiológico con aproximadamente 18.200 resultados y de todo el material consultado se escogieron tan solo 15 documentos en archivo PDF que fueron parte fundamental para llevar acabo el despliegue del trabajo de investigación.

Para culminar con la **fase-3** con respecto a los documentos en archivo PDF se extrajo de su literatura los puntos más relevantes referentes al tema de manera detallada.

Tabla 1*Documentos académicos investigados*

Tipo de documento	Nombre del documento	Metodología	Resumen
Tesis	Procesamiento de imágenes radiográficas digitales	Cualitativo descriptivo	En la siguiente tesis explica qué manera funcionan los sistemas operativos que emplean los sistemas de procesamiento de imágenes digitales en radiología convencional. (Alvarado Escamilla, R. 1997)
Tesis	Estudio y análisis de técnicas para procesamiento digital de imágenes	Cualitativa descriptiva	Empieza con la realización de un estudio acerca de las técnicas del procesamiento de imágenes, sus características, aplicaciones y algunos modelos matemáticos que permiten ampliar y aclarar dichas técnicas. (Gómez, D.& Guerrero, A. 2016)
Artículo	El posprocesado en radiología digital	Descriptivo	Se entiende que el pos procesado digital es un estudio donde se obtienen imágenes diagnósticas, en la cual permite variar el tamaño, brillo o el contraste; con el fin de entregar una imagen nítida y confiable. (Masnou, J. & Álvarez, R. (s.f.)
Artículo Científico	Bases del procesamiento de imágenes médicas		Se enfatiza que es un conjunto de técnicas que operan sobre la presentación digital de una imagen. Por lo tanto, las técnicas

Artículo Científico	Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnósticas de calidad	Cualitativa descriptiva	de procesamiento de imágenes son aplicadas cuando resulta necesario realzar, modificar una imagen para mejorar su apariencia o cuando se requiere medir, contrastar o clasificar algún elemento contenido en la misma. (Medina, R. Bellera, J. (s.f.)
	Con este artículo se hizo una revisión de los factores de exposición que se aplica al paciente, están en directa relación con las técnicas utilizadas para cada estudio. Por ende, requiere establecer parámetros de medición establecidos que permitan una dosificación efectiva de los factores de exposición con menores efectos de radiación y mejores imágenes diagnósticas; utilizando las técnicas estandarizadas como la radiología convencional y la radiología digital computarizada (CR). (Nina Huanca, Delia. 2016)	Cuantitativo	Este artículo trata de las imágenes basadas en películas, en la cual se destaca las características, las operaciones de procesamiento y la técnica de compresión de imágenes y su importancia en el desarrollo de
Artículo	Posprocesamiento de imágenes en radiología digital	Cualitativa descriptiva	

Artículo	Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas.	Descriptivo	<p>las modalidades de imágenes digitales que se usan comúnmente en radiología. (Seeram, E. & Seeram, D. 2008)</p> <p>Este documento se basa en los sistemas de adquisición, tratamiento, procesamiento, transmisión, archivo y visualización de las imágenes que se obtienen en la radiología convencional. Por lo tanto, no debe perderse de vista los sistemas mencionados anteriormente, ya que estos ofrecen a la radiología digital gestionar la información de manera flexible, rápida y eficaz. (González, I. & Torres, R. (s.f.)</p>
Artículo	Posprocesamiento de imágenes en radiología digital	Cualitativa descriptiva	<p>Este artículo describe las imágenes basadas en películas o radiografía de pantalla de película. Para obtener una imagen óptima es a menudo un desafío en la radiografía de pantalla de película. Si la exposición a la radiación es demasiado alta, la película está sobreexpuesta y la imagen procesada aparece demasiado oscura. Por ende, si la exposición a la radiación es demasiado baja, la imagen procesada parece demasiado ligera y no se puede utilizar para hacer un</p>

Libro	Imágenes médicas, adquisición, análisis, procesamiento e interpretación.	Descriptivo	<p>diagnóstico. (Seeram, E. & Seeram, D. 2008)</p> <p>En el siguiente documento se basa en Imágenes diagnósticas son el agregado de estudios, que, mediante la tecnología obtienen y procesan imágenes del cuerpo humano y como son sus técnicas de procesado en los diferentes campos de la radiología tales como: Rayos X; Ultrasonido; Tomografía Computarizada (TC) y Resonancia Magnética (RM). (Passarielo, G. & Mora, F. 1995)</p>
Tesis	Aporte del post-procesamiento 3d de la imagen Dicom en el planeamiento pre- quirúrgico	Cualitativo descriptivo	<p>Dicho documento expone la manera de como los especialistas en la salud pueden conocer la anatomía humana de los pacientes y tomar decisiones en el área quirúrgica previo a las cirugías gracias a la realidad virtual o impresión en 3D y poder llegar a simular la cirugía antes de intervenir los pacientes sin ningún riesgo a la hora del verdadero procedimiento quirúrgico. (Umaña Vargas, M. A. 2018)</p>

Artículo	Bases del procesamiento de imágenes médicas	Cualitativo descriptivo	Este documento describe las técnicas que se pueden realizar sobre la presentación digital de una imagen y de modo que en esta se facilite un posterior análisis. Por lo tanto, las técnicas de procesamiento se utilizan cuando necesariamente se debe realizar o modificar una imagen a la hora de hacer un estudio radiológico. (Medina, R. & Bellera, J. (s.f.)
Artículo	Procesamiento de imágenes en radiografía computarizada	Cualitativo descriptivo	Este artículo comienza con una descripción general de las técnicas de procesamiento de imágenes utilizadas en el almacenamiento sistemas de radiografía computarizada (CR) basados en fósforo. El enfoque principal está en la mejora de imágenes multiescala, que se ha convertido en el estado del arte. (Vuylsteke, P. 1999)
Artículo	Procesamiento de imágenes médicas.	Cualitativo descriptivo	El presente documento nos expone los diferentes tipos de adquisición de imágenes diagnósticas y la importancia de su almacenamiento digital y su mejoramiento en el procesado de imágenes digitales para la ayuda en la medicina. (Restrepo Velásquez, A. (s.f.)

<p>Artículo Académico</p>	<p>Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades</p>	<p>Cualitativo descriptivo</p>	<p>Este documento nos explica como procesar imágenes del cuerpo humano para entender mejor los conceptos y las generalidades de cada tipo de adquisiciones en la rama de la radiología y sus diferentes campos de estudio. (Díaz, I. R. R. 2014)</p>
<p>Artículo</p>	<p>Técnicas de diagnóstico de la caries dental. Descripción, indicaciones y valoración de su rendimiento</p>	<p>Cualitativo descriptivo</p>	<p>El presente archivo nos presenta una revisión sobre el diagnóstico de la caries dental y las diferentes técnicas más habituales de diagnóstico de exploración radiológica. (Martínez, E. R. 2006)</p>

Nota. Higuera, Z. & Matallana, J. (2023). Documentos académicos investigados. Recuperado de Autoría propia

Análisis

El posprocesamiento y análisis de imágenes médicas es un problema muy complejo que requiere de un conocimiento técnico ya que son imágenes en plano de grises en la que pueden llegar a existir muchos problemas procedentes del proceso de captación artefactos, como ruidos y efectos de iluminación no homogénea. Esto hace que sea necesario la aplicación de técnicas muy avanzadas para una correcta segmentación precisa de los tejidos presentes en las imágenes de diagnóstico.

Según la literatura las técnicas de posprocesado de imágenes diagnósticas que más se usan en la radiología son: En la radiología digital el posprocesado que más aporta utilidad en la

actualidad en la radiología osteoarticular es el filtro de realce de los bordes. Por lo tanto, permite al médico y tecnólogo observar con una mayor claridad las estructuras óseas y la analogía con los tejidos blandos permitiendo extraer imágenes radiográficas con alta calidad de contraste donde este tipo de posproceso solo se puede llevar a cabo en la estación de adquisición de la imagen; ya que se dispone con la imagen adquirida y después de que la imagen sea enviada directo al PACS será difícil hacer este tipo de modificaciones.

La reconstrucción multiplanar (MPR) en la tomografía computarizada es aquella que nos permite extraer imágenes con una capacidad de orientación diferente a la original de manera sagital coronal y axial con la que se han obtenido los datos. Para que las imágenes diagnósticas obtengan una gran eficiencia de alta calidad, esto le permite al médico una mejor visualización del objetivo que se quiere estudiar, ya sea tejidos blandos o estructuras óseas de forma tridimensional sin ninguna complicación. (Asenjo Medina, C. W. 2017)

Conclusiones

Gracias a la ciencia y la tecnología ha estado a la vanguardia para la salud con sus equipos y técnicas de procesado y posprocesado de imágenes que han ayudado a detectar enfermedades y a entregar diagnósticos efectivos para que los médicos puedan brindar el tratamiento adecuado a sus pacientes, donde las imágenes para el diagnóstico se convierten en parte fundamental para la humanidad.

Las técnicas del posprocesado de imágenes diagnósticas han permitido a los técnicos, tecnólogos y médicos radiólogos realizar de manera digital correcciones después de haber tomado las placas radiográficas sin que los pacientes sean nuevamente sometidos a grandes cantidades de radiación ahorrando costo, tiempo y vida útil a los equipos.

Hoy en día las imágenes diagnósticas han alcanzado un avance muy favorable a nivel médico, es así que en el campo de la radiología se ha dado gran importancia de tener a disposición imágenes médicas confiables, para poder realizar procesos rápidos de diagnóstico con un alto grado de conocimiento muy seguro, que a través del computador se adquiere un pos procesamiento de imágenes nítidas.

Por lo tanto, los médicos en el posprocesamiento de imágenes deben de tener un especial cuidado para obtener imágenes verídicas, ya que de por medio está el paciente y por aspecto ético, los médicos se pueden ver expuestos a demandas por un procedimiento radiológico mal tomado. Por ende, los tecnólogos de radiología que son los encargados de procesar las imágenes tienen que estar pendientes de las técnicas que vayan a emplear en cada estudio realizado; ya que por ahorrar almacenamiento se puede perder una buena obtención de la imagen cuando se esté emitiendo el resultado de un diagnóstico al médico radiólogo y así él pueda determinar el tratamiento a seguir.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado Escamilla, R. (1997). *Procesamiento de imágenes radiográficas digitales*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey. N.L. Maestría en ciencias de la ingeniería Eléctrica con Especialidad en Electrónica).
<https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/3172>
- Asenjo Medina, C. W. (2017). *Reconstrucción 3d a partir de imágenes tomográficas de frutos con pepa, utilizando la técnica de representación volumétrica digital*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/5365>
- Díaz, I. R. R. (2014). *Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades*. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, 35-42. <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2014/pdf/RFCMVol111-1-2014-6.pdf>
- Gómez D, & Guerrero A, (2016). *Estudio y análisis de técnicas para procesamiento digital de imágenes*. (BachelorThesis). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://hdl.handle.net/11059/6494>
- González I. & Torres R. (s.f.). *Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas*. Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid.
http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_45.pdf
- Katayama Omura, R. J. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/559>
- Martínez Martínez, D. (2017). *Introducción a la radiología*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1247>

- Martínez, E. R., Suárez, M. C., Feito, R. S., & González, J. F. (2006). *Técnicas de diagnóstico de la caries dental. Descripción, indicaciones y valoración de su rendimiento*. Boletín de la Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León. Bol pediatrics, 46(23-31).
http://sccalp.org/documents/0000/0720/BolPediatr2006_46_023-031.pdf
- Masnou J. & Álvarez R. (s.f.). *El pos procesado en radiología digital*. Recuperado de:
<https://colibya.com/descargas/Postprocesado.pdf>
- Medina, R. Bellera J. (s.f.). *Bases del Procesamiento de Imágenes Médicas*. Recuperado de:
http://www.saber.ula.ve/redtelemedicina/TallerTelemedicina/j_bellera-01.pdf
- Nina Huanca, Delia. (2016). *Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnósticas de calidad*. Cuadernos Hospital de Clínicas, 57(2), 57-60. Recuperado en 25 de enero de 2023, de
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762016000200010&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762016000200010&lng=es&tlng=es)
- Passarielo, G., & Mora, F. (1995). *Imágenes médicas, adquisición, análisis, procesamiento e interpretación*. Venezuela: Equinoccio Universidad Simón Bolívar.
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%28Passarielo%2C+G.%2C+%26+Mora%2C+F.+%281995%29.&btnG=
- Restrepo Velásquez A. *Procesamiento de imágenes médicas*. Iatreia [Internet]. 25 de enero de 1999 [citado 23 de febrero de 2023];12(1): pág. 12-18. Disponible en:
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/3673>
- Seeram, E., & Seeram, D. (2008). *Image Postprocessing in Digital Radiology—A Primer for Technologists*. Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences, 39(1), 23–41.
<https://doi.org/10.1016/j.jmir.2008.01.004>

Seeram, E., & Seeram, D. (2008). *Image Postprocessing in Digital Radiology—A Primer for Technologists*. *Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences*, 39(1), 23–41.

<https://doi.org/10.1016/j.jmir.2008.01.004>

Umaña Vargas, M. A. (2018). *Aporte del post-procesamiento 3D de la imagen DICOM en el planeamiento prequirúrgico*. Recuperado de:

<http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/10265/1/44414.pdf>

Vuylsteke, P, Schoeters, E. Agfa-Gevaert, N. V., & Mortsel, B. (1999). *Procesamiento de imágenes en radiografía computarizada*. *Proc. Comput. Tomografía y procesamiento de imágenes*, 87-101. https://www.dgzfp.de/Portals/24/PDFs/BBonline/bb_67-

CD/bb67_v16.pdf