

Transición de la radiología convencional a la radiología digital

Alejandro López Martínez

Styth Bahuvert Cruz Gallego

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud- ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnóstica

Febrero 2023

Transición de la radiología convencional a la radiología digital

Alejandro López Martínez

Styth Bahuvert Cruz Gallego

Ing. MSc.

Steve Rodríguez Guerrero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud- ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnóstica.

Febrero 2023

Resumen

Desde aquel 8 de noviembre de 1895 y hasta la fecha la radiología ha ido evolucionando en gran manera, y en la actualidad pareciera que su avance no tuviera fecha de caducidad, y es que si hacemos un breve recorrido, podemos darnos cuenta de su gran avance, desde aquella radiología tradicional y convencional en la cual no había margen de error, era más contaminante, se usaba mayor dosis de radiación y los tiempos eran más largos, hasta la actual radiología digital que ha sido todo lo contrario, menos contaminación, optimización en las dosis de radiación, menor tiempo de exposición y menor margen de error. En sus inicios en Colombia, la radiología era campo únicamente de los radiólogos, ellos se ocupaban tanto de la adquisición de las imágenes como de las respectivas lecturas pero a medida que esta rama de la medicina fue teniendo más relevancia fue necesario personal que se ocupara de realizar la adquisición de los estudios, fue así como nacieron los auxiliares de laboratorio en rayos x y más adelante pensando en hacer todo más formal, nacieron los técnicos en radiología y en la actualidad ya son tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas, y son las personas encargadas de la adquisición de imágenes biomédicas de alta calidad y de alto diagnóstico.

En resumen el presente trabajo tiene como objetivo mostrar el panorama general de la transición de la radiología convencional a la digital, sus inicios, sus principios y a su vez enfocar la actividad también al contexto nacional, siendo toda esta información fundamental e importante para todos aquellos tecnólogos y futuros tecnólogos en imágenes diagnósticas.

Palabras clave: Radiología, rayos x, Tecnólogo en Imágenes Diagnósticas, radiología convencional, radiología digital, evolución, inteligencia artificial, radioprotección, teleradiología.

Abstract

Since that November 8, 1895 and to date radiology has evolved greatly, and today it seems that its progress had no expiration date, and is that if we make a brief tour, we can realize its great advance, from that traditional and conventional radiology in which there was no margin for error, It was more polluting, higher doses of radiation were used and the times were longer, until the current digital radiology that has been the opposite, less pollution, optimization in radiation doses, shorter exposure time and less margin of error. In its beginnings in Colombia, radiology was the field only of radiologists, they dealt with both the acquisition of images and the respective readings but as this branch of medicine was having more relevance it was necessary personnel to take care of the acquisition of the studies, that was how the laboratory assistants in x-rays were born and later thinking about making everything more formal, Radiology technicians were born and today they are already technologists in radiology and diagnostic imaging, and are the people in charge of the acquisition of high quality and high- diagnostic biomedical images.

In summary, this work aims to show the general panorama of the transition from conventional to digital radiology, its beginnings, its principles and in turn focus the activity also to the national context, all this information being fundamental and important for all those technologists and future technologists in diagnostic images.

Keywords: Radiology, x ray, Technologist in Diagnostic Imaging, conventional radiology, digitalradiology, evolution, artificial intelligence, radioprotection, teleradiology.

Tabla de contenido

Introducción	10
Objetivos	11
Objetivos generales	11
Objetivos específicos	11
Recuento Histórico.....	13
Tubo de Crookes	18
Tubo de Coolidge.....	19
Tubo de Rayos X	21
Funcionamiento del tubo de rayos X	23
Propiedades de los rayos X.....	25
Espectro electromagnético	25
Efecto fotoeléctrico	28
Efecto Compton	31
Formación de la imagen radiológica.....	33
Poder de penetración:.....	36
Los Rayos X en la primera guerra mundial	39
Auxiliares de laboratorio de rayos X	41
Evolución de las imágenes diagnósticas	42
Historia de la radiología en Colombia	44
Sociedad Colombiana de radiología y Asociación Colombiana de radiología.....	50
Primeros tecnólogos en imágenes diagnosticas en Colombia	53
Asociación Colombiana de Técnicos en Radiología Médica (Ascolter):	55

Colegio Colombiano de Tecnólogos en Radiología e Imágenes Diagnósticas:	56
Los tecnólogos en radiología hoy en día.....	57
Oportunidades	58
La Radiología en el Futuro.	58
Radiología convencional vs la Radiología digital	61
Retos nacionales sobre el ejercicio de la práctica en la radiología	69
Panel de expertos	82
Análisis y cierre del documento.....	106
Conclusiones	117
Referencias Bibliográficas	120

Lista de Figuras

Figura 1 Wilhelm Röntgen (1845 – 1923)	14
Figura 2 Primera radiografía tomada a una parte del cuerpo humano	15
Figura 3 Imagen del Premio Nobel de Física que recibió Röntgen	16
Figura 4 Uranita o Uranio, metal radiactivo natural	17
Figura 5 Esquema de funcionamiento de un tubo de rayos X	18
Figura 6 Tubo de Crookes.....	19
Figura 7 y 8 Tubo de Crookes y tubo de Coolidge	21
Figura 9 y 10 Tubo de Rayos x	24
Figura 11 Átomo.	26
Figura 12 Gráfica del espectro electromagnético.....	27
Figura 13 Longitud de ondas	28
Figura 14 Efecto fotoelctrico	29
Figura 15 Efecto fotoelectrico.....	30
Figura 16 Modelo cuántico para la dispersión de rayos x.....	32
Figura 17 Efecto compton.....	33
Figura 18 Imagen radiación absorbida v/s radiación dispersa	35
Figura 19 Referencia de medición para obtener valores de KV	37
Figura 20 Radiografías de dedos de pie AP	39
Figura 21 Unidad móvil de rayos X –pequeña curiel	41
Figura 22 Sala de Rayos X.....	42

Figura 23 Hoja de diario la Epoca	44
Figura 24 Hojas del diario El Rayo X.....	45
Figura 25 Juan Bautista Montoya y Flórez	46
Figura 26 Rx PA de mano.....	47
Figura 27 Equipo de Rayos x.....	48
Figura 28 Peer Martin Lund.....	49
Figura 29 Primer artículo de Peer Martin Lund en Colombia.	49
Figura 30 Reunión de médicos radiólogos.....	51
Figura 31 Infografía recuento histórico	52
Figura 32 Imágenes por resonancia magnética.....	59
Figura 33 IA aplicada en radiografía de tórax	73
Figura 34 Posicionamiento correcto	74
Figura 35 Técnica adecuada en PA de tórax.....	74
Figura 36 Tomografía computada con IA.....	76
Figura 37 Esquema de la teleradiología.....	81

Lista de Tablas

Tabla 1 Secuencia de procedimientos en el revelado de una radiografía	63
Tabla 2 Componentes del revelado y sus funciones	63
Tabla 3 Componentes del fijador y sus funciones	64

Introducción

Este trabajo contiene información sobre la transición de la radiología convencional a la radiología digital, se trata de un tema de investigación donde se da un vistazo desde el descubrimiento de los rayos X hasta la actualidad donde contamos con nuevas tecnología como lo es la radiología digital; es decir, se realiza un tema de investigación mediante un recuento histórico, donde se abarca la parte física de los rayos x, buscando que se genere claridad sobre cómo se producen los rayos X, se busca identificar esos sucesos de gran importancia para la humanidad producto del descubrimiento de los rayos x, donde se introduce los rayos X en el diagnóstico médico para los pacientes; mediante el planteamiento y respuestas de la pregunta de investigación se logra identificar el impacto negativo para el medio ambiente que tenía el proceso de adquisición de imágenes, donde al transcurrir de los años han venido surgiendo nuevas tecnologías que evitan este tipo de evento negativo para el medio ambiente.

En el desarrollo de esta investigación se encontrará con la llegada de la radiología convencional a Colombia, detallando los proceso de relevancia donde se marca la llegada del primer equipo de rayos X; de igual manera para contribuir con el enriquecimiento de esta investigación, se realizó mediante un capítulo llamado panel de experto, una entrevista por medio de la herramienta Microsoft teams a personas expertas en la materia, donde plasman sus conceptos sobre las preguntas planteadas, donde se tiene como finalidad unas conclusiones de cada respuesta, la cual fueron de gran valor académico para dar un mejor soporte estructural al tema de investigación.

Objetivos

Objetivos Generales

Se tiene como finalidad desarrollar un tema de investigación basado en el planteamiento de una pregunta, donde se una minuciosa elaboración del estudio de esta monografía la cual se realiza como opción de grado para el ultimo semestres de la carrera de tecnología en radiología e imágenes diagnósticas, programa de ciencias de las salud de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, donde consiste en dar un análisis a la transición de la radiología convencional a la radiología digital; el lector de esta monografía podrá ubicarse espacial y cronológicamente en los sucesos evolutivos que a lo largo de los años ha venido sufriendo la adquisición de las imágenes diagnósticas, y cómo estas llegaron para dar una aporte al diagnóstico médico; a su vez se analizaran la llegada de los primeros equipos de rayos X al país, detallando el proceso formativo académicamente hablando del personal que hoy en día conocemos como tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas.

Objetivos Específicos

Identificar el proceso transitorio de la radiología convencional v/s la radiología digital, analizando los efectos negativos o positivos que a lo largo de su proceso evolutivo ha venido presentando mediante estudio de la toma de imágenes diagnósticas.

Identificar y analizar el proceso de desarrollo de las imágenes diagnósticas partiendo desde del recuento histórico, la cual va desde el descubrimiento accidental de los rayos X, hasta la nueva era de las imágenes diagnósticas, con equipos de tecnología de punta.

Lograr dar detalle de todos los procesos relevantes del proceso de la transición de la radiología convencional a la radiología digital, identificando procesos de gran importancia para la toma de estudios radiológicos en Colombia.

Recuento Histórico

Al igual que muchos otros grandes inventos de los cuáles hoy gozamos, los rayos X fueron descubiertos, y no desarrollados y el hallazgo de los rayos X no fue algo que estuviera planeado, sino que fue un accidente.

En la época de 1870 y 1880 diferentes universidades se encontraban realizando estudios sobre la conducción de los rayos catódicos mediante un gran tubo o ampolla de cristal llamado tubo de Crookes la cual tiene la apariencia de un cono de vidrio, donde en su interior contienen un gas de vapor de mercurio de baja presión, donde al momentos de su excitación estos producen una luz ultravioleta no visible, pero al chocar estos fotones ultravioletas con el material fluorescente son absorbidos, excitando los átomos del material y al excitarse produce emisión de fotones de colores visibles. Cada extremo del tubo de Crookes cuenta con dos electrodos uno negativo llamado cátodo y otro positivo llamado ánodo fijo.

En uno de sus experimentos Roentgen afirmó.

Observó que cuando se aplica tensión al tubo de rayos catódicos no sólo se iluminaba el trocito de papel que estaba enfrente de la ventana hecha en el cartón, sino también los que estaban por los alrededores, incluso debajo de la mesa. Como los rayos catódicos no se propagaban por el aire a presión atmosférica, Röntgen sacó la conclusión de que se estaban produciendo otros rayos que atravesaban no solo el cartón sino incluso la madera de la mesa. Como desconocía su naturaleza los llamó rayos X y, se dedicó a estudiarlos en profundidad. (Gómez, (2007).

Roentgen tenía un gusto por la fotografía, donde gracias a este gusto se dio un gran aporte al descubrimiento de los rayos X, dado que un día una de las personas que apoyaban sus experimentos le llevó un paquete con varias placas fotográficas que estaban veladas lo cual le

pareció muy extraño y pensó que se pudiese tratar de un error de manejo de las placas fotográficas, esto hizo pensar al ayudante de Roentgen que no había otra explicación dado que las placas estaban envueltas en un papel negro y guardadas en un cajón, pero Roentgen no se quedó con la primera impresión por lo cual fue más allá, analizó que el ayudante tenía muy buen manejo del tema fotográfico y que era mínima o casi nula la posibilidad que se tratara de un error por parte del ayudante, es ahí donde Roentgen intuye que el responsable de que todas las placas fotográficas estuviesen veladas corresponden a un tubo de rayos catódicos que estaba sobre el cajón, lo cual para confirmar su teoría decide investigar y estudiar este fenómeno donde poco tiempo después obtiene como resultado la confirmación que, fue un rayo el que había velado las placas; es entonces donde Roentgen descubre un nueva forma de radiación penetrante, aunque a pesar de sus logros académicos no logra identificar las características de la entonces desconocida radiación, por lo cual se le da el nombre de Rayos X, donde es originaria de un símbolo matemático de una variable desconocida.

Figura 1

Wilhelm Röntgen (1845 – 1923)



Fuente: <https://www.lifeder.com/wilhelm-rontgen/>

Nota: Fotografía del científico Wilhelm Röntgen quien descubrió los rayos x

Continuando con el estudio de los rayos X, Roentgen descubre que estos pueden traspasar un papel negro e incluso vidrios de importante grosor así como también sustancias visualmente

opacas; inquieto por saber que más se podría hacer con este tipo de radiación, decide realizar un estudio de forma experimental con la ayuda de su esposa Anna Bertha Ludwig, y justo un 22 de diciembre de 1895 por primera vez en la historia se toma una radiografía, esta se realizó en la mano de la Sra. Bertha, donde se logra evidenciar que los rayos X lograron atravesar los tejidos blandos de la mano mas no lograron atravesar la parte ósea de la misma como tampoco logró atravesar hacia el interior del anillo que llevaba puesto.

Esta investigación lo llevó a publicar un trabajo titulado "Sobre una nueva clase de rayos" en diciembre de 1895, este trabajo planteaba una teoría clara donde afirma que los rayos X se propagan en línea recta, donde tienen la capacidad de quedar impresos en el negativo fotográfico y que son sensibles al campo magnético, también afirma el poder de penetración de los mismo la cual es altamente fuerte para que fuese parcialmente absorbidos por los materiales.

Figura 2

Primera radiografía tomada a una parte del cuerpo humano



Fuente: <https://curaraveces.wordpress.com/2015/01/23/wilhelm-conrad-roentgen-el-genio-sin-eponimo/>

Nota: Imagen de la primera radiografía de la historia realizada en la mano de la Sra Anna Bertha Ludwig, esposa de Röntgen.

En 1901 en reconocimiento al gran aporte de investigación científica se le otorgó a Roentgen el Premio Nobel de Física por su gran aporte a la ciencia, ya que gracias a este tan

magnífico aporte, se abre las puertas a que más adelante se introduzca los Rayos X en la medicina y la industria, lo que significa un aporte científico de gran impacto ya que esto cambiará la manera de dar diagnósticos y tratamiento a los pacientes, de igual forma en la industria, aduanera y aeroportuaria tiene una aporte significativo ya que los Rayos X son empleados en la lucha contra las drogas y la ilegalidad.

Figura 3

Imagen del Premio Nobel de Física que recibió Röntgen



Fuente: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-99922016000400012&lng=es&nrm=iso

Nota: Documento del premio nobel adquirido en 1901.

Origen de los rayos X

1789 Martin Heinrich Klaproth, profesor de química en la Universidad de Berlín, analiza la pechblenda (una variedad masiva e impura de uraninita y que tiene en su composición un polvo amarillo que es muy radiactivo) de las minas de oro de Bohemia, y cree descubrir un nuevo metal que añade a los 14 elementos desconocidos. (Lopez, Sancho & Moreno, Gomez, 2007)

Figura 4

Uranita o Uranio, metal radiactivo natural



Fuente: <https://museovirtual.csic.es/coleccion/amaniel/radiactividad/radio1.htm>

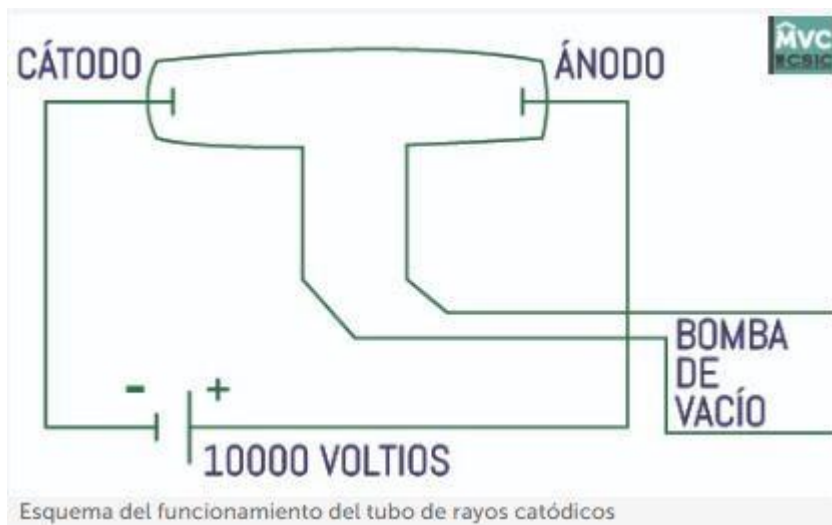
Nota: Medida de una porción de uranio.

Se llama uranio en honor de Willian Herschel, que había descubierto el planeta Urano en 1781.

En realidad, el polvo negro que obtuvo Klaproth era óxido de uranio. 1841. El francés Eugène Peligot descompone el óxido de uranio de Heinrich y obtiene por primera vez el metal puro. Aplicando las modernas teorías publicadas por Dalton en 1808. Resulta que un átomo de uranio tiene una masa equivalente a 238 átomos de hidrógeno; lo que le convierte en el átomo más pesado en esa época. El aire a presión atmosférica es un buen aislante para conseguir que salte una chispa entre dos electrodos. Es necesario aplicar unos 1000 voltios por milímetro. Cuando la presión del gas disminuye al máximo, el tubo permanece oscuro y sólo se observa una luminosidad misteriosa en la región opuesta al cátodo. (—Breve Historia de la Radiactividad. Museo Virtual de la Ciencia del CSICII) (Lopez, Sancho & Moreno, Gomez, 2007)

Figura 5

Esquema de funcionamiento de un tubo de rayos X



Fuente: <https://museovirtual.csic.es/coleccion/amaniel/radiactividad/radio1.htm>

Nota: Estructura física de cómo funcionan los rayos catódicos gracias al trabajo por el cátodo y ánodo

En el año 1858 el matemático y físico Julius Plücker observando el resplandor del tubo de Geissler captó que se podía desplazar este resplandor con la ayuda de un campo magnético, como lo que salía hacia el exterior parecía provenir del cátodo, por ende, se le dio por nombre rayos catódicos.

En el año 1869 Johann Wilhelm Hittrof, alumno de Plücker, después de muchos estudios y ensayos descubrió que la fuerza de penetración de estos rayos no contaba con la energía suficiente para atravesar las láminas de metal.

Tubo de Crookes

En el año 1879 el físico William Crookes mejoró el tubo de Geissler creando un tubo de vidrio con bomba de vacío, o de tipo esfera o ampolla de vidrio al vacío con dos electrodos, uno a cada extremo de la ampolla o bomba, ubicados de la siguiente manera: ANODO (+) CATODO

(-); una de la forma en que más diferencia el tubo de Crookes al tubo de Geissler es que Crookes construyó tubos en los que los rayos catódicos hacían girar una pequeña rueda de paletas, demostrando así que tenían masa.

Figura 6

Tubo de Crookes



Fuente: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/tubodeCrookes/tubodeCrookes.html

Nota: Ilustración Gráfica del tubo de Crookes en 1879

Tubo de Coolidge

En 1913 el Ingeniero y físico estadounidense William David Coolidge conocido por la fabricación del tubo de rayos X que hoy lleva su nombre, y que en 1913 representó una revolución en el campo de la radiología y de la medicina, trabajó en la sustitución de los débiles filamentos de carbono por los filamentos de tungsteno en las bombillas de luz eléctrica, que la compañía comercializó, al igual que, posteriormente, los tubos de Coolidge de rayos X. Desarrolló una forma de tungsteno flexible, que denominó dúctil. Los filamentos de tungsteno se extendieron rápidamente en el uso de bombillas, lámparas de radio y otros aparatos. Con ellos las bombillas duraban mucho más tiempo.

El tungsteno fue también el metal protagonista en el desarrollo del tubo de rayos X. Coolidge empleó un bloque de este metal como ánodo en un tubo de rayos catódicos para producir rayos X, lo que aumentó su eficacia, constituyendo un gran avance respecto a los primitivos tubos de Crookes. Este invento permitió la utilización de los rayos X más allá del propio laboratorio de física, encontrando así verdadera aplicación en el campo de la industria (en el área de controles de calidad), la medicina (con fines diagnósticos y en el tratamiento del cáncer) y en la odontología. En 1917, durante la Primera Guerra Mundial, desarrolló un generador portátil de rayos X y en 1924 presentó un tubo de rayos inmerso en aceite que podía ser manipulado sin riesgo. Cuatro años después aumentó su contribución mediante la explicación del efecto de enfriamiento catódico, que limita el voltaje a utilizar en un tubo dado. (—CIR. Colegio Interamericano de Radiología) En 1932 se convirtió en el director del laboratorio de investigación de la compañía General Eléctric. (Coolidge, s.f)

En el tubo de Coolidge los electrones se producen por efecto termal de un filamento de tungsteno calentado por una corriente eléctrica. El filamento es el cátodo del tubo. El potencial de alto voltaje se encuentra entre el cátodo y el ánodo, por lo que los electrones se aceleran, y luego golpean el ánodo. Hay dos diseños: tubos de ventana final y tubos de ventana lateral. Los tubos de ventana final suelen tener un «objetivo de transmisión» lo suficientemente delgado como para permitir que los rayos X pasen a través del objetivo (los rayos X se emiten en la misma dirección en la que se mueven los electrones). (—Tubo de rayos X de Coolidge - Quimicafacil.net) En un tipo común de tubo de ventana final, el filamento está alrededor del ánodo («anular» o en forma de anillo), los electrones tienen una trayectoria curva (la mitad de un toroide).

Lo especial de los tubos de ventana lateral es que se utiliza una lente electrostática para enfocar el haz en un punto muy pequeño del ánodo. El ánodo está especialmente diseñado para disipar el calor y el desgaste que resulta de este intenso bombardeo de electrones enfocados. El ánodo está precisamente inclinado a 1-20 grados fuera de la perpendicular a la corriente de electrones para permitir el escape de algunos de los fotones de rayos X que se emiten perpendicularmente a la dirección de la corriente de electrones. El ánodo suele estar hecho de tungsteno o molibdeno. El tubo tiene una ventana diseñada para el escape de los fotones de rayos X generados. (—Tubo de rayos X de Coolidge • Material de laboratorio • Quimicafacil.netl) (Admin, 2020)

Figura 7
Tubo de Crookes

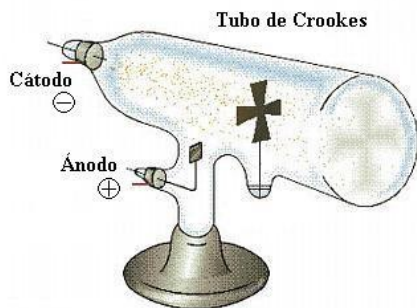
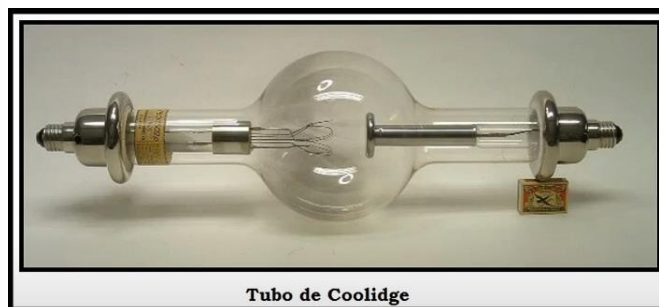


Figura 8
Tubo de Coolidge



Fuente:<http://separatasbiofisicajohannahidalgo.blogspot.com/p/estructura-y-generacion-del-tubo-de.html>

Nota: Estructura y generación de los tubos de Crookes y de Coolidge

Tubo de Rayos X

Esta es un ampolla de cristal el cual se le ha realizado vacío en su interior, este tiene como función generar los rayos X, este se encuentra ubicado dentro de una carcasa de protección donde esta carcasa tiene dos funciones, la primera es la protección radiológica ya que los rayos X

producidos por el tubo son emitido en todas las direcciones pero como solo necesitamos aprovechar los rayos emitidos por el haz dirigidos hacia el paciente y el detector de la imagen entonces se debe confinar el resto del Haz para evitar radiación dispersa o radiaciones innecesarias, esta carcasa de protección en su mayoría de veces es construida con plomo la cual este material tiene la funciones de evitar la emisión de rayos X excepto lo del haz útil, pues estos son lo que necesitamos para irradiar una zona específica, el haz útil se encuentra correctamente delimitado por sistemas de colimación. La segunda función de la carcasa de protección consiste en la protección eléctrica dado que la emisión de rayos X se logra estableciendo altos voltajes en el tubo, por lo cual gracias al aislamiento eléctrico de la carcasa el riesgo de corto o sobre fuga eléctrica se reduce. Está carcasa en su interior tiene un aceite refrigerante que también cumplen la función de aislante eléctrico. Dentro de la carcasa de protección se encuentra el tubo de rayos X la cual es una ampolla de cristal cuyo tamaño oscila entre 35 cm a 45 cm de longitud y unos 25 cm de diámetro, la ampolla de cristal tiene una envoltura de vidrio la cual tiene la capacidad de soportar el calor que en ella se produce, esta mantiene el vacío en su interior la cual hace más eficaz la producción de rayos X, esta contiene en su interior los componentes que generan los rayos X, como lo son el ÁNODO y el CÁTODO partes fundamentales del tubo de rayos X.

El CÁTODO, es la parte negativa del tubo de rayos X y se compone de dos partes principales, filamento y la copa de enfoque

El filamento es la parte en espiral de alambre como el de una bombilla incandescente con un tamaño aproximado de 2 mm de tamaño y de 1cm a 2 cm de largo, cuando la corriente atraviesa el filamento y esta es lo bastante intensa y brusca, los electrones de la capa externa componen el filamento o son expulsados, a este fenómeno se le conoce como emisión termoiónica; los filamentos generalmente están elaborados con tungsteno toriado

Copa de enfoque , este es un pequeño recipiente metálico donde se encuentra el filamento, es importante tener en cuenta que los electrones son eléctricamente negativos el haz de electrones comienza a condensarse a causa de la propulsión electrostática ocasionando una nube electrónica, este proceso hace que aumente o incremente el tamaño del foco, por lo cual para darle solución a este inconveniente la copa de enfoque se carga negativamente para condensar el haz de electrones que choca contra el ánodo.

El ánodo, es la parte positiva del tubo de rayos X la cual cumple la función de ser un conductor eléctrico dado que esta parte es la que recibe los electrones procedente del cátodo, este proporciona soporte mecánico al blanco el cual es la parte donde chocan los electrones, a su vez sirve como un conductor térmico ya que el 99% de la energía de los electrones que se depositan en el blanco se presentan en forma de calor, por ende el ánodo debe ser capaz de disipar el calor generado en el menor tiempo posible; existen dos tipos de ánodos, el estacionario o fijo y el rotatorio.

Ánodos estacionarios o fijos, son utilizados o indicados en unidades que no requieran altas intensidades ni altas potencias en el tubo como son los equipos de radiología oral o algunos equipos portátiles.

Ánodos rotatorios, son usados cuando se desean producir haces de rayos X de alta intensidad y en un tiempo corto.

Funcionamiento del tubo de rayos X

Al encender el tubo de rayos X una baja corriente eléctrica pasa a través del filamento con el fin de calentarlo y prepararlo para la emisión de rayos X, cuando el tecnólogo de rayos X desde la consola de mando solicita la emisión de rayos X la corriente del filamento aumenta

acelerada y bruscamente ocasionando el efecto termoiónico la cual es el encargado de arrancar los electrones de los átomos que componen el filamento; una vez se produce el efecto termoiónico los electrones emitidos desde el filamento permanecen momentáneamente en su proximidad y luego son acelerados hacia el ánodo por un diferencial de potencial ocasionando un gran aumento de la corriente del tubo de rayos X; la corriente del tubo es la cantidad de electrones procedentes del cátodo que se desplazan hasta el ánodo para generar los rayos X.

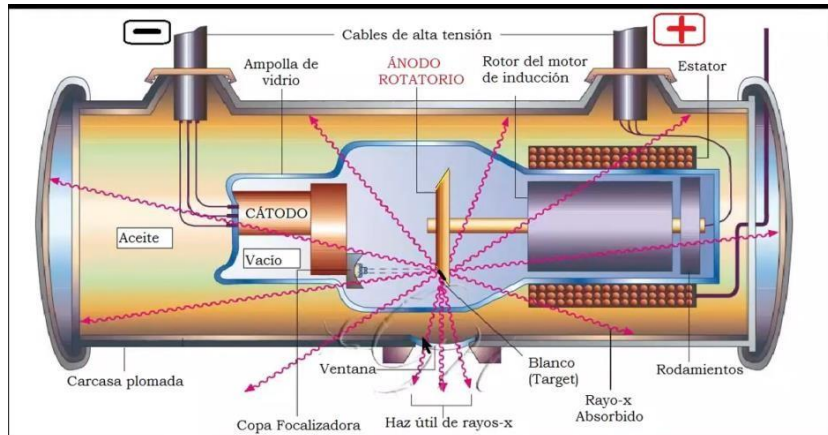
Figura 9

Tubo de Rayos x



Figura 10

Tubo de Rayos x



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=DAyCXDQ8Rog>

Nota: Estructura detallada del tubo de rayos x.

Propiedades de los rayos X

Efecto luminiscente: esta propiedad se presenta dado que la interacción con ciertas sustancias o materiales con los Rayos X emiten luz, por lo que da una característica de producir luminiscencia en algunos materiales.

Efecto fotográfico; se basa en la adquisición de imágenes mediante radiografías o tomografía, este se basa en el dominio de la energía de los rayos X para crear imágenes.

Efecto ionizante: es la capacidad que tiene los rayos X de afectar los átomos de un cuerpo humano.

Efecto biológico: este se da cuando la interacción de los rayos X con un cuerpo humano producen efectos de tipo deseados o no deseados, si bien los rayos X tienen un fin netamente diagnóstico o terapéutico, en muchas ocasiones el fin de los rayos X en el cuerpo humano no son favorables para el mismo cuerpo, dado que las altas dosis de radiación o exposición continua a los rayos X pueden llegar a producir diferentes patologías dado que afectan las células ocasionando que estas misma se reproduzcan de forma descontrolada; como también se da los casos favorables la cual son terapéuticos mediante la radioterapia, donde es utilizada para atacar o destruir las células patológicas del cuerpo humano.

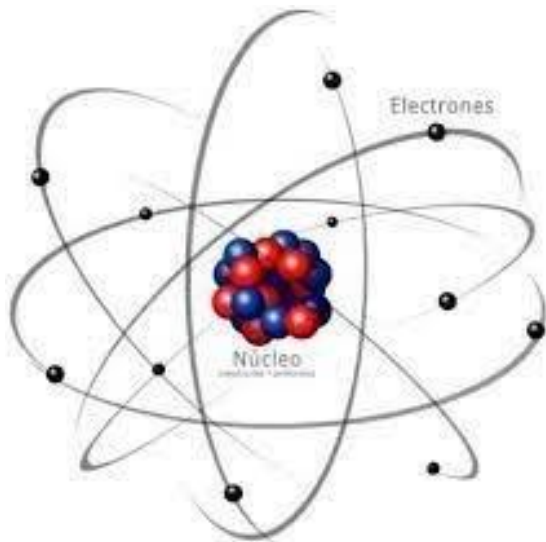
Espectro electromagnético

Los Rayos X provienen de un tipo de onda electromagnética, que se origina en el espectro electromagnético la cual tiene un tipo de onda ionizante y no ionizante donde viajan a la misma velocidad de la luz, se debe tener en cuenta que las ondas electromagnéticas abarcan diferentes tipos de ondas con funciones diferentes, entre ellas tenemos: de radio, de microondas,

infrarrojas, visibles UV, Rayos X, y Rayos gamma, -los rayos X tienen una longitud de onda muy estrecha en el espectro magnético con una frecuencia comprendida entre 10¹⁶ Y 10²⁰ Hz. o equivalentemente, con longitudes de onda entre 10⁻²Å y 10²Å aproximadamente (1Å= 10⁻¹⁰ m).l (Inecfis, 2020)

Dada la longitud de onda tan estrecha hace que los rayos X sean muy energéticos. Estos se producen por interacción de electrones la cual son enviados mediante el tubo de rayos X para su interacción con otros electrones de un átomo la cual están conformados por un núcleo en su parte central y electrones girando alrededor.

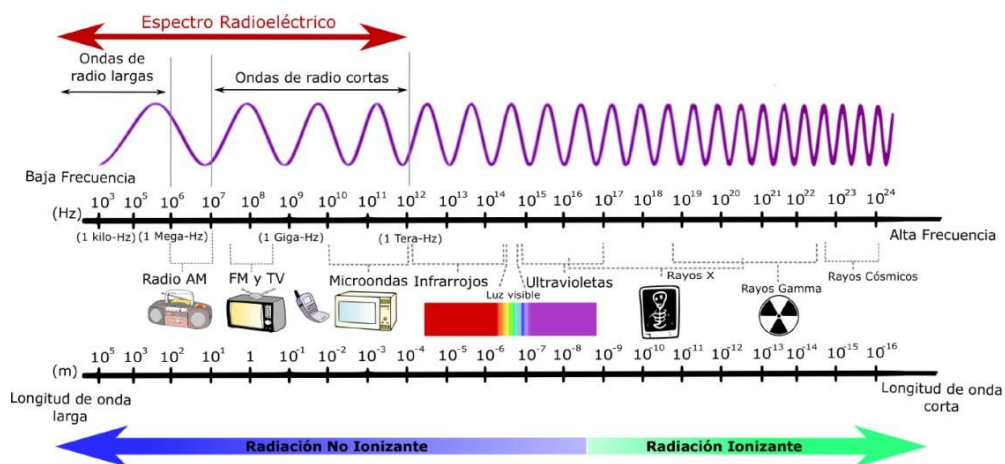
Figura 11
Átomo



Fuente: <https://www.unprofesor.com/quimica/partes-de-un-atomo-y-sus-caracteristicas-2924.html>

Nota: Representación gráfica de los componentes de un átomo con sus electrones y núcleo

Figura 12
Gráfica del espectro electromagnético

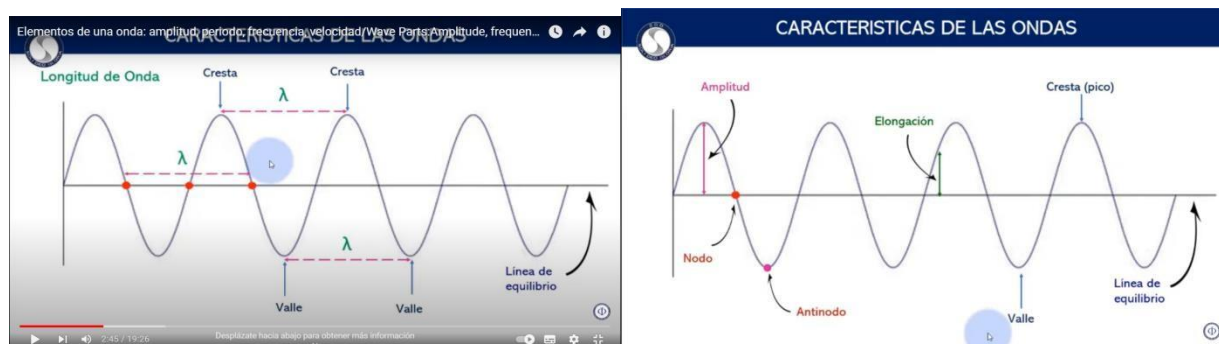


Fuente: <https://fci.uib.es/Servicios/libros/articulos/galo/Los-Efectos-de-las-Radiaciones-Electromagneticas.cid220582>

Nota: Espectro electromagnético, espectro radioeléctrico, representación de ondas de baja y alta frecuencia a su vez que se explica que tipo de radiación es ionizante y que tipo no.

De Acuerdo con la imagen anterior se puede decir que la longitud de onda de los rayos X en el espectro electromagnético es muy corta con una frecuencia muy alta lo que hace que los rayos X sean altamente energizados, dando poder de penetración a estos rayos desde un papel hasta el plomo (Pb). Es importante dar a conocer que las ondas del espectro electromagnético se mide bajo una línea central llamada línea de equilibrio la cual puede medir una onda de acuerdo a su amplitud y elongación desde la punta de equilibrio hasta la parte más alta de la onda llamada cresta o pico y en su parte inferior por debajo de la línea de equilibrio se conoce con el nombre de valle, los puntos donde la onda corta la línea de equilibrio se les conoce con el nombre de nodos, la longitud de onda de puede medir de cresta a cresta, de valle a valle o por medio de 3 nodos consecutivos.

Figura 13
Longitud de ondas



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=okSglkoeE00>

Nota: Representación gráfica del concepto de longitud de onda y las características de las ondas.

Efecto fotoeléctrico

Este efecto se produce cuando se presenta una colisión entre un electrón de radiación incidente y un electrón cortical de un átomo del material absorbente, al presentarse esta colisión el fotón incidente de radiación traspasa toda su energía por lo que es completamente absorbido hasta desaparecer, por lo que recibe el nombre de fotoeléctrico, por lo general se busca este efecto para la toma de una buena imagen radiológica, no obstante este efecto al observar la energía del fotón de radiación puede ocasionar un efecto biológico al paciente, para realizar una explicación al efecto fotoeléctrico más precisa, se puede decir que el paciente es la parte físicamente absorbente, en otros términos es el átomo de material absorbente; cuando se presenta un impacto del fotón de radiación incidente puede producir diversas reacciones.

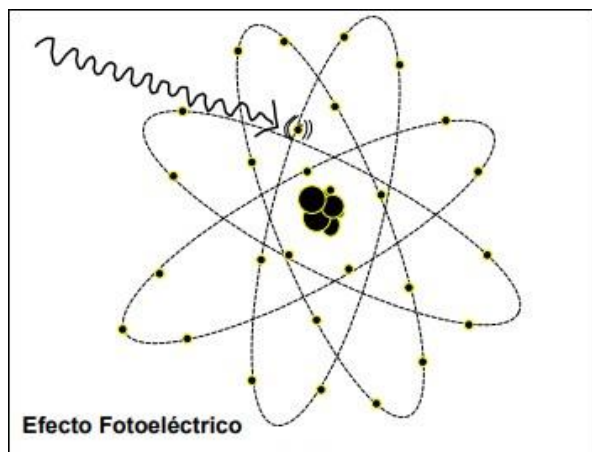
Como por ejemplo:

Que el fotón incidente ceda toda su energía en el impacto contra el electrón cortical del átomo del paciente, pero que la energía que le transmite es menor a la energía de ligadura que lo mantiene en su orbital: en este caso el fotón de radiación es completamente absorbido y

desaparecerá (efecto fotoeléctrico). En el paciente prácticamente no ocurrirá nada ya que el electrón contra el que se colisionó volverá a su situación inicial tras perder ese exceso de energía que le cedió el fotón en su impacto (fenómeno de excitación) (Alcaraz Baños, 2008)

Figura 14

Efecto fotoeléctrico



Fuente: https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_2.pdf

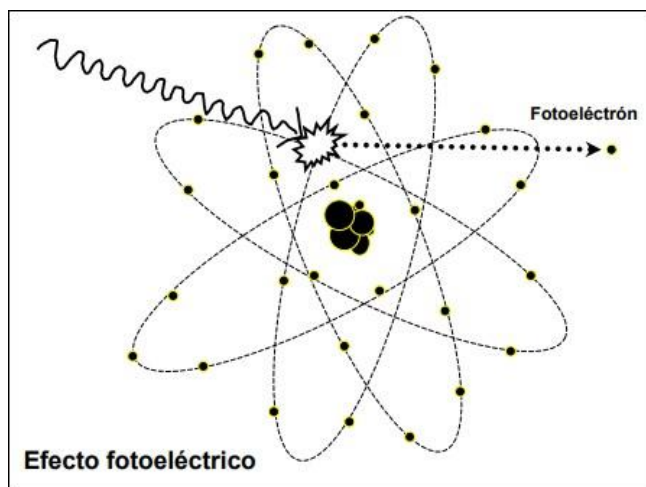
Nota: Imagen de un fotón colisionando con el átomo.

Un caso particular del apartado anterior, es aquella situación en la que tras el impacto del fotón de radiación, éste le cede toda su energía al electrón cortical del paciente, pero ésta resulta ser exactamente igual a la energía de ligadura que lo mantiene en su órbita. En este caso, el fotón de radiación también es completamente absorbido (efecto fotoeléctrico), aunque en el paciente el electrón orbital es arrancado de su posición y puede salir proyectado en cualquier dirección denominándose entonces fotoelectrón, Éste dejará un hueco dentro de la órbita del átomo del paciente, que supone un estado de inestabilidad y tenderá a ocuparse mediante los mecanismos de saltos orbitales de las capas más externas. En este caso particular, igualmente ocurre la

absorción completa del fotón de radiación que caracteriza al efecto fotoeléctrico, aunque las posibles consecuencias para el medio absorbente (el paciente en nuestro caso), pudieran ser mayores (ionización) (Alcaraz Baños, 2008)

Figura 15

Efecto fotoeléctrico



Fuente:https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_2.pdf

Nota: Imagen del fotón una vez ya ha colisionado con el átomo

Es preciso anotar que el efecto fotoeléctrico depende de la energía de ligaduras de las distintas capas orbitales del átomo, dado que estas energías son características de cada elemento, la atenuación o absorción de los fotones de radiación dependerá de átomo del adsorbente que se exponga a la radiación. (Alcaraz Baños, 2008)

Se puede establecer que la probabilidad de que ocurra una interacción fotoeléctrica:

Aumenta de forma importante cuando aumenta el número atómico de los átomos del paciente con los que colisiona (proporcionalmente a Z^3): cuanto más electrones corticales tiene el átomo, mayor probabilidad de que el fotón de radiación choque contra ellos y sea absorbido.

Disminuye cuando aumenta la energía de los fotones (aproximadamente como $1/E^3$). Por ello, disminuye rápidamente también con la disminución de la longitud de onda, en la misma proporción. Es decir, cuanto menor es la energía de los fotones del haz de radiación, mayor cantidad de fotones serán absorbidos mientras atraviesa al paciente. El efecto fotoeléctrico es una interacción característica de radiaciones de baja energía, o de radiación blanda. -Es directamente proporcional a la densidad del medio: aumentará el efecto fotoeléctrico cuanto más denso sea el tejido absorbente. (Alcaraz Baños, 2008)

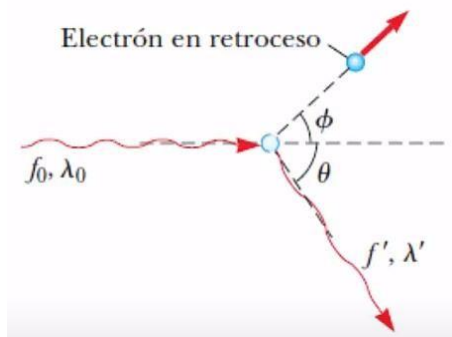
Es importante enfatizar que la interacción fotoeléctrica consisten en la interacción dominante con tejidos corporales a baja energía por debajo de (100 keV), esos datos son fundamentales para la adquisición de una imagen radiológica en los servicios de radiodiagnóstico dado que, cuando el fotón tiene interacción con el efecto fotoeléctrico con tejidos corporales o biológicos puede suponerse que la energía en sus totalidad es depositada dentro del tejido con el que interrelaciona.

Efecto Compton

En el año 1923 el físico Arthur Holly Compton pulió y desarrollo aún más la idea del físico Alberth Einstein sobre la cantidad de un movimiento de un fotón, pudo sustentar que los fotones tiene naturaleza corpuscular o un comportamiento onda - partícula, a su vez logra demostrar que los fotones de los rayos X tienen su momento y que el proceso dispersor es un choque elástico entre el fotón y un electrón.

Figura 16

Modelo cuántico para la dispersión de rayos x



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=b1rvAwMndUQ>

Nota: Imagen de modelo cuántico para la dispersión de rayos x a cauda de un electrón. La colisión de un fotón con el electrón muestra la naturaleza corpuscular del fotón.

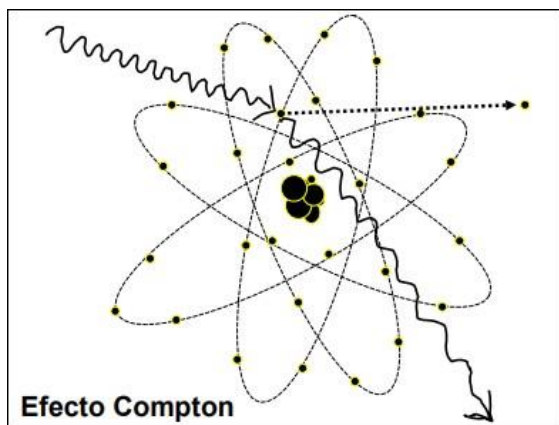
El efecto Compton supone una interacción de los fotones con el paciente no deseada, pero que resulta inevitable; siempre está presente con las energías empleadas en el radiodiagnóstico médico. Se trata de una interacción que se produce mayoritariamente con electrones atómicos poco ligados (los de las capas orbitales más externas). En el medio absorbente de nuestro paciente, en cada una de las colisiones, se cede más energía a los electrones corticales que la energía de ligadura que los mantiene en sus orbitales, se producirá un arrancamiento de electrones de sus orbitales con los procesos de ionización y/o excitación que se han descrito anteriormente. Como consecuencia de esta interacción Compton, en Radiología suceden dos situaciones de interés:

El fotón de radiación incidente no es absorbido, sino que continúa su trayectoria tras múltiples colisiones que le provocan múltiples desviaciones de su trayectoria; ello dará lugar a la radiación dispersa que disminuirá la calidad de la imagen radiológica, y provocará el riesgo de irradiación del personal que se encuentre dentro de la sala durante la exploración radiológica.

Se producirán múltiples ionizaciones en los átomos del tejido del paciente al absorber parte de la energía de estos fotones tan energéticos; y que son la base de las teorías por las que se explican los efectos lesivos producidos por la radiación ionizante. (Alcaraz Baños, 2008)

Figura 17

Efecto Compton



Fuente: https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_2.pdf

Nota: Imagen de un fotón colisionando con el átomo.

Es importante identificar cómo se forma una imagen radiológica basada en los anteriores efectos; fotoeléctrica y Compton, estas se producen cuando la energía de los fotones que se usa en radiodiagnóstico comprendido con los valores entre 20 a 150 keV causa procesos de interacción con los materiales biológicos del cuerpo humano. En este caso el efecto fotoeléctrico se presenta en la absorción total del fotón, -a diferencia del efecto Compton que su interacción supone la aparición de un fotón de mayor o igual energía que la del fotón incidente y un depósito parcial de la energía del mismo paciente. (Alcaraz Baños, 2008)

Formación de la imagen radiológica

En este orden de ideas es pertinente decir que una imagen radiológica convencional se forma por la interacción de los fotones de rayos con la película radiográfica, en esta se ve

reflejada las imágenes visuales y la distribución de los fotones que mediante la formación de la imagen radiológica han realizado interacción con el paciente hasta llegar al chasis radiológico. Estos fotones son aquellos que atravesaron al paciente y no tuvieron ningún tipo de interacción con los átomos, es decir que fueron frenados por el chasis o parrilla antidifusora, al momento de la formación de una imagen radiológica se pueden presentar tres momentos donde el haz de radiación pondría a tres únicos fotones en el momento de la toma de la imagen radiológica del paciente, según lo anterior se puede producir un fotón no interrelacionado con ninguna parte del tejido irradiado; y otros dos fotones que al interactuar, y que el rayo sea frenado por el mismo paciente se producirá un efecto fotoeléctrico y un efecto Compton. Hablando de una forma más explícita se puede decir lo siguiente:

El primer átomo se dice que es aquel que atraviesa todo el cuerpo mediante los fotones que no colisionan con ninguno de los átomos del cuerpo, este será el responsable de ennegrecer la película de rayos X, es el responsable de dar tonalidades negras a las imágenes radiológica que no tuvieron un frenado con algún tejido del cuerpo humano, a este efecto se le conoce como densidad radiolúcida, este fotón está representado en el 99 % de todos los fotones que salen del tubo de rayos X.

El segundo fotón que penetra el cuerpo humano será el efecto fotoeléctrico, este se presenta cuando el fotón es absorbido por los átomos del cuerpo y hace que el fotón desaparece del medio, este se convertirá en las imágenes blancas de la imagen radiológica y se conoce como densidad radio opaca.

El tercer fotón sería el que produce el efecto Compton. El efecto Compton es aquel fotón que podrá colisionar una o varias veces con electrones corticales de los átomos del paciente, pero

que no será totalmente absorbido. A cada colisión variará su dirección o trayectoria y podría provocar diferentes efectos:

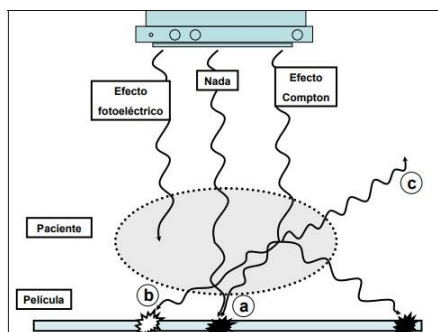
Podría chocar, al desviar su trayectoria sobre un punto de la película que ya estuviera ennegrecida por que hubiera sido alcanzada previamente por otro fotón. Su efecto podría pasar desapercibido.

Podría alcanzar una zona que debería estar blanca o radio opaca por corresponderse con puntos en los que se ha producido efecto fotoeléctrico. En este caso, podría agrisarla o ennegrecerla hasta hacerla desaparecer completamente de la imagen ocultando las estructuras anatómicas o patológicas que produjeron la absorción de la radiación en el paciente. (Alcaraz Baños, 2008)

–podría hacer cambiar su trayectoria en cualquier dirección, e incluso llegar a la retrodispersión, volviendo a la sala aumentando la radiación dispersa y provocando la irradiación de las personas que se encontrasen próximas al paciente. (Alcaraz Baños, 2008)

Figura 18

Imagen radiación absorbida v/s radiación dispersa



Fuente: https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_2.pdf

Nota: La imagen radiológica se obtiene con tres tipos de fotones: los que atraviesan el paciente sin interaccionar con el paciente (nada), los absorbidos por efecto fotoeléctrico y los dispersados por el efecto Compton.

Comprendiendo lo anterior es preciso decir que la radiación dispersa está formada mayoritariamente por el efecto Compton ya que estos son fotones dispersos que aumentan la energía del haz de radiación, dado que, entre mayor sea el volumen del paciente a irradiar, mayor será la carga de fotones, esto hace que puedan ser enviados en cualquier dirección ocasionando que, en algunas veces las imágenes radiográficas no queden con definición de calidad de estudio, una de las formas de evitar este efecto Compton es disminuir la dosis de radiación emitida por el haz de rayos X disminuyendo la carga de fotones mediante la disminución del campo de radiación, es decir una colimación más focalizada, a su vez se recomienda el uso de las rejillas antidifusoras ya que estas pueden absorber y eliminar hasta el 80 % de la radiación dispersa en las exploraciones radiológicas que requieren de volúmenes grandes como lo es por ejemplo la toma de una placa de rayos en el tórax.

Poder de penetración

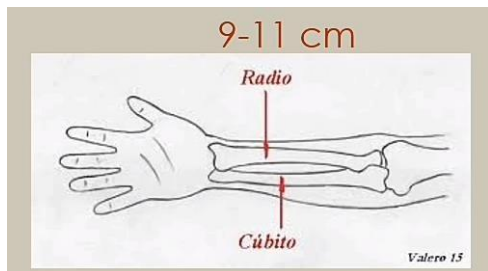
Este tiene la capacidad de penetrar o atravesar la materia mediante su estrecha y energética longitud de onda. El poder de penetración de los rayos X está ligado al Kilovoltaje (Kv), Miliamperio (mA) y Miliamperio por segundo (mAs); el Kv, este marca la diferencia potencial que hay entre el ánodo y el cátodo para generar el choque de electrones con el ánodo y así producir fotones, es el responsable de la penetración del rayo y de la calidad de los rayos X, este representa la calidad y contraste de la imagen radiológica.

De acuerdo a lo anterior es importante identificar el proceso para calcular el Kv a un paciente al momento de realizar un estudio radiológico en un equipo trifásico: se debe tener en cuenta en espesor del paciente X^2 más la constante del equipo trifásico que por lo general es de 30.

Ejemplo: Un paciente que se le va a realizar un estudio radiográfico de antebrazo lateral, lo que se debe hacer es medir el espesor de la extremidad desde sus lados laterales como lo indica la siguiente representación.

Figura 19

Referencia de medición para obtener valores de KV



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=6Q7i-mvyeUQ&list=PLQnhDM7c9i2tn-wP5qZhP2j0WWqY70Ztb&index=1>

Nota: Referencia de medición que es utilizada no solo en el antebrazo sino en cualquier parte a estudiar para obtener valores exactos de técnicas radiológicas.

Suponiendo que la medición dio entre 9 a 11 cm como lo indica la imagen anterior, se tendrá que multiplicarlo el espesor por X 2 y luego sumar la constante del equipo que en este caso es de 30, el resultado será el Kv que se utilizara para la toma del estudio radiológico a un paciente.

Espesor de paciente $11 \times 2 = 22$

Espesor más constante $22 + 30 = 55$

Kv = 55

El mA es el responsable de la cantidad de rayos X que sale de tubo, es decir este aumenta el número de electrones que interactúan con el ánodo, esta ayuda a controlar la cantidad de rayos X que salen del tubo, también es el principal factor del control del detalle radiográfico, es decir las pequeñas estructuras anatómicas de una imagen radiológica, en el mA se encuentra el foco

fino y foco grueso donde el foco fino va desde los 50-100-150 donde se logra obtener mejor calidad espacial permitiendo una mejor visión óptica y una menor penumbra de un estudio radiológico mientras que el foco grueso que va desde 200-300-600 va a permitir una menor calidad de la definición espacial y como consecuencia va a tener una disminución del detalle radiográfico, es decir no facilita la visualización óptica de estructuras pequeñas y aumenta la penumbra en un estudio radiológico dependiendo del equipo con el que se encuentre en el momento, recordando que hay equipos monofásicos, bifásicos y trifásicos.

Es importante recordar que es la penumbra, pues bien es la zona de borrosidad que existe en el borde de una imagen radiológica donde esta va a depender del tamaño del punto focal es decir, si es un tamaño grueso se prestara mayor penumbra y a mayor penumbra menor calidad espacial y a menor calidad espacial menor visualización del detalle a diferencia del foco fino es que se encontrara menor penumbra y a menor penumbra mayor calidad espacial y mayor detalle radiográfico.

Punto focal, recibe este nombre el área de blanco donde se inciden los electrones, este es el lugar donde se generan los rayos X, en su gran mayoría los tubos de rayos X tienen dos puntos focales uno grande y otro pequeño conocido como foco grueso o foco fino.

Foco grueso, es utilizado principalmente cuando se usan técnicas que requieren de alta potencia la cuales requieren grandes cantidades de disipación de calor.

Foco fino es usado cuando se quieren imágenes de alta resolución

Figura 20*Radiografías de dedos de pie AP*

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=9wFBuTKviJU&list=PLQnhDM7c9i2tn-wP5qZhP2j0WWqY70Ztb&index=4>

Nota: permite identificar la calidad de imagen de acuerdo al grosor de la toma de imagen

Los Rayos X en la primera guerra mundial

Pasados 20 años desde que el físico Wilhelm Conrad Roentgen descubriera los rayos X, y estos se fueran introduciendo en el campo de la medicina, donde ya varios hospitales contaban con esta tecnología de rayos X.

Por esos años surgió la primera guerra mundial, donde a diario cientos de soldados de guerra eran heridos, de los cuales un número muy alto de estos perdían la vida a raíz de que no había forma de darles un diagnóstico certero por parte del personal médico de la época frente a las lesiones que presentaba los soldados heridos en combate.

En 1914 a 1918 es entonces donde la Física y Científica MARIE CURIE realiza su contribución científica a la guerra en apoyo a los soldados heridos en combate, esta se basó en la aplicación de unas radiaciones ionizantes descubiertas por el físico Wilfred Conrad Roentgen.

Algunas de sus principales propiedades de los Rayos X como eran su gran poder de penetración, el efecto luminiscente, o el efecto fotográfico, les conferían una gran utilidad en el diagnóstico médico. Además, en el caso particular de las patologías más frecuentes en los heridos de Guerra como eran las fracturas o la inserción de metralla, y la técnica radiográfica era especialmente idónea.

Por aquel entonces, el empleo de equipos de rayos X se limitaba a la medicina civil. En el ámbito militar no mostraba interés por las nuevas técnicas. Con el fin de subsanar este error y extender el empleo de los rayos X al terreno militar, Marie convenció al Gobierno francés para que le otorgase poderes para configurar los primeros centros de radiología militar de Francia. Una vez nombrada Directora del Servicio de Radiología de la Cruz Roja y con la ayuda de la Unión de Mujeres de Francia, aprovechó su popularidad como científica para conseguir las contribuciones privadas necesarias que le permitiesen adquirir equipos de radiología y vehículos donde instalarlos. La movilidad de los puestos de radiología es fundamental para poder seguir los movimientos del ejército.

"Las unidades de radiología móvil que planificó, y que posteriormente serían bautizadas por los soldados franceses como petites Curies (pequeños Curies), consistían en vehículos que llevaban un aparato de rayos X en su parte frontal y una dinamo que, accionada por el motor del coche, producía la corriente necesaria." (—INRA: Marie Curie, la gran dama de la radiología. - Blogger) Para llevar a cabo su construcción convenció a diversos talleres de carrocería de automóviles para que transformasen coches y furgonetas. Consiguieron equipar veinte unidades móviles, la primera de las cuales fue un camión Renault que entró en servicio a finales de 1914. A parte de estas unidades móviles también se construyeron doscientos equipos fijos en salas de radiología. Se estima que durante la

guerra se empleó la técnica radiológica para atender a más de un millón de personas.

(Fernandez Peñarubia, 2016)

Figura 21

Unidad móvil de rayos X -pequeña curie



Source: gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Fuente: <https://www.xataka.com/medicina-y-salud/rayos-x-portatiles-el-invento-de-marie-curie-que-salvo-a-miles-de-soldados-en-la-primera-guerra-mundial>

Nota: imagen de unidad móvil de radiología, donde en su interior tenían adaptados equipos de rayos X las cuales funcionaban mediante un dinamo conectado al motor, estas unidades eran usadas en la primera guerra mundial como ayuda diagnóstica para los soldados heridos en combate.

Auxiliares de laboratorio de rayos X

En el año 1936 aproximadamente aparecieron los primeros auxiliares de laboratorio de rayos X, debido a la gran demanda de este servicio de imagenología que cada vez cogía más fuerza en el campo diagnóstico donde se va dando lugar a lo que al día de hoy se conoce como

tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas, estos señores auxiliares de laboratorios de rayos X, revelaban manualmente en un laboratorio de fotografía las imágenes obtenidas mediante los rayos X, estas personas se iniciaron de forma empírica en el posicionamiento, toma y adquisición de imágenes para estudios radiológicos, esto con el fin de disminuir la carga a los físicos y médicos radiólogos que por esos tiempos eran las personas encargadas de la realización de dichos estudios radiológicos.

Figura 22

Sala de rayos x



Fuente: <https://images.app.goo.gl/bQ9SBdLQnHu9g5MJ6>

Nota: Imagen de estudios radiográficos realizada por auxiliares de laboratorio de rayos X en los años 1936 aprox.

Evolución de las imágenes diagnósticas

Las radiografías más antiguas eran grabadas en placas fotográficas de vidrio, en 1918 el inventor George Eastman cambió la forma de grabar las placas fotográficas por grabación en un rollo de película fotográfica. –En 1946 es descubierta la primera RMN de forma independiente por los físicos estadounidenses Edward Purcell y Felix Bloch (RamSoft, 2021).

En 1955 aparece la ecografía en ginecología creada por Ian Donald, médico escocés, de la mano con el ingeniero Tom Brown quien crea la máquina ultrasonido portátil.

El 1961 el físico y estadounidense James Robertson crea en primer plano de la tomografía de emisión de positrones PET.

En 1972 el Ingeniero inglés, Godfrey Hounsfield crea el primer modelo de escáner CT. Entre los años 1975 y 1980 se introdujo en el campo clínico el ultrasonido en tiempo real.

En 1977 se completó la primera resonancia magnética por parte del médico estadounidense Raymond Damadian.

A principio de los años 80 la RMN es llevada al campo clínico donde se inicia estudios diagnósticos.

En 1990 la ecografía toma mayor fuerza, y es el estudio de primera opción para el monitoreo de desarrollo y salud del feto.

En el año 2000 ya existía el escáner PET CT creado por el físico David Townsend y Ronald Nutt, donde se les atribuye el reconocimiento por desarrollar el invento del año.

En el 2012 se establece el Día Internacional de la Radiología (IDoR) la cual es presentada y reconocida todos los 8 de noviembre de cada año.

Historia de la radiología en Colombia

Después de ese 8 de noviembre de 1895 en donde Wilhelm Conrad Roentgen descubrió los rayos X, la noticia no tardó en llegar a Colombia, para ser más exactos el 6 de marzo de 1896 a través del diario *-la epoca-* el escritor Bogotano Ángel Cuervo escribió una columna llamada **curiosidades de la vida americana en París**, donde decía:

En la academia de ciencias oí un descubrimiento pasmoso hecho en Alemania, vi reproducida en un negativo una mano abierta de tamaño natural y al acercarme y verla a contra luz observé que se descubrían los huesos. La luz X tiene tan misteriosa potencia que penetra la fotografía hasta los huesos. Con esta luz se transparenta el cuerpo de modo que el desarreglo de los órganos aparece a la vista del médico o cirujano para que sepan lo que tienen entre manos y no recorten o corten a ciegas, como en ocasiones acontece. Qué sabemos si llegará el día en que se grave lo inmaterial, de suerte que obtengamos el retrato de nuestro ángel custodio, y repitiendo las copias veamos la impresión que causan en él nuestras acciones. (Acr, 2022, p. 26)

Figura 23

Hoja de diario la Epoca



Fuente: *-Historia de la radiología en Colombia-* [Imagen] (Acr, 2022)

Nota: La Época. Copia de la edición del 6 de marzo de 1896. Biblioteca Nacional de Colombia.

Siguiendo con la línea de la divulgación de la noticia en Colombia, 11 meses después el 18 de febrero de 1897, nació en la ciudad de Bogotá el periódico El Rayo X, el cual en su primera intervención realizó una explicación sobre la intención del mismo. Presentación que explicaba su intención de crítica política

Figura 24
Hojas del diario El Rayo X



Fuente: -Historia de la radiología en Colombia [Imagen] (Acr, 2022)

Nota: Primera edición del periódico El Rayo X, febrero 18 de 1897.

Por ese tiempo ya se empezaba a escuchar en Colombia sobre la existencia de algo novedoso que impactaría al mundo, había una gran expectativa, pero no fue sino hasta 1901 que el Doctor Juan Bautista Montoya Y Flórez en su regreso de Londres donde estaba realizando sus estudios en cirugía, trajo un cargamento de instrumentación para cirugía y otros materiales, pero

entre todo lo que traía algo llamaba mucho la atención y era el primer equipo de rayos X que llegaría a Colombia.

Figura 25

Juan Bautista Montoya y Flórez



Fuente: -Historia de la radiología en Colombia|| [Imagen] (Acr, 2022)

Nota: Fotografía del cirujano Antioqueño Juan Bautista

Con la llegada del primer equipo de rayos X, se esperaba la primer radiografía, pero ese momento no tuvo lugar sino hasta 1902 debido a que hubieron problemas a la hora de la instalación del equipo; ya con el equipo instalado Montoya y Flórez procedió a tomar la radiografía a una persona que años atrás había sufrido una herida en la 4 falange de la mano derecha debido a un disparo, la radiografía tuvo unos hallazgos que son conocidos como la primer descripción de una radiografía en Colombia en donde Montoya y Flórez aseguraba lo siguiente:

Fractura oblicua en la extremidad inferior de la primera falange del anular, viciosamente

consolidada sobre varios menudos pedazos de plomo. A continuación de la fractura y

hacia el repliegue interdigital, se ve un pedazo de plomo. A nivel de la articulación metacarpofalángica y entre el dedo anular y medio, se ve otro fragmento voluminoso de plomo. (Acr, 2022. P.31)

Figura 26

Rx PA de mano



Fuente: -Historia de la radiología en Colombia [Imagen] (Acr, 2022).

Nota: Primera radiografía reportada en Colombia.

En 1907 la junta directiva de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional se encontraban motivados por lo que había causado la llegada del primer equipo de rayos x y el saber que con este equipo se podía diagnosticar y guiar los procedimientos quirúrgicos.

Gracias a ese equipo de rayos X que el doctor Juan Bautista Montoya y Flórez trajo al país, se pudo realizar tratamientos a soldados que sobrevivieron a la batalla de Palo Negro en 1900. Fue gracias a todo este revuelo causado por la radiología en Colombia que en 1907

La junta directiva de la Facultad de Medicina y Ciencias Naturales de la Universidad Nacional

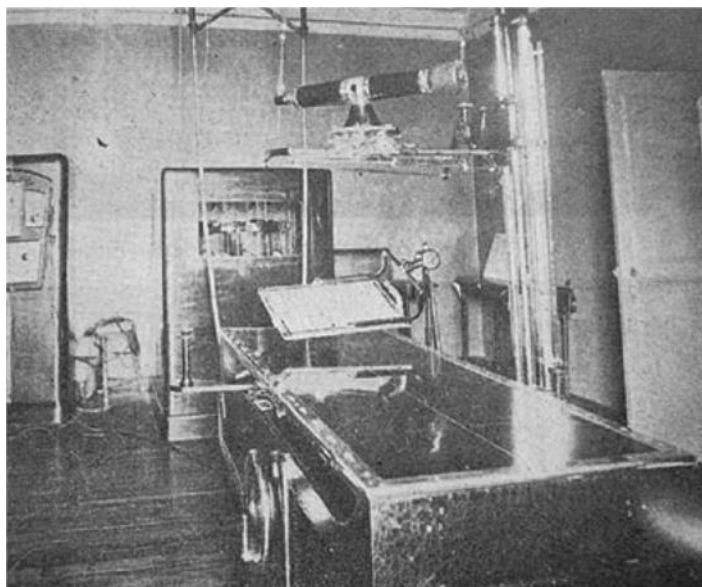
de Colombia por intermedio de su rector, Luis Felipe Calderón hiciera un primer llamado

al Gobierno nacional para la instalación de un laboratorio de radiografía, fluoroscopia y radioterapia para el Hospital San Juan de Dios. (Acr, 2022. P. 32).

Después de esto se empezó a activar la radiología en Colombia, en 1912 se realizó un primer caso del seguimiento de un anillo que habría sido tragado por un niño de aproximadamente 12 años, en 1915 el Hospital San Juan de Dios de Bogotá adquirió toda una sala completa de radiología y electroterapia por medio del rector de medicina de la universidad nacional quien estuvo a cargo de todo el proceso de compra y logística del equipo, una vez el equipo llegó a Bogotá, no fue muy fácil la instalación, ya que el equipo funcionaba con 260V y en Bogotá la tensión máxima llegaba a 220 V, realizar este proceso era muy costoso.

Figura 27

Equipo de Rayos x



Fuente: -Historia de la radiología en Colombia [imagen] (Acr, 2022)

Nota: Laboratorio de rayos X del Hospital San Juan de Dios en 1936 dirigido por un radiólogo de Dinamarca llamado Peer Martin Lund

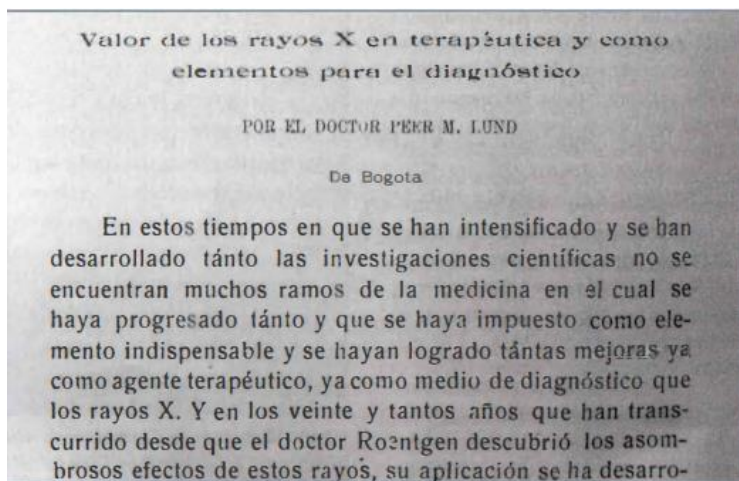
Figura 28*Peer Martin Lund*

Fuente: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/57138/58422>.

Nota: El Radiólogo Peer en la apertura del primer laboratorio de rayos x en Colombia.

El radiólogo danés estuvo muy poco en Colombia pero en ese periodo hizo la publicación de 3 artículos muy importantes:

Valor de los Rayos X en terapéutica y como elementos para el diagnóstico

Figura 29*Primer artículo de Peer Martin Lund en Colombia.*

Fuente: <https://revistas.fucsalud.edu.co/index.php/repertorio/issue/view/54/2010-19-3.PDF>.

Nota: Primer artículo científico que trataba de los rayos x, publicado en Colombia

Rayos X en diagnóstico y tratamiento

Diagnóstico de las enfermedades de los huesos por medio de los Rayos X.

El segundo artículo del doctor P. Lund "Rayos X en Diagnóstico y tratamiento" fue publicado en Repertorio en junio de 1917. Un tercer artículo de este autor se refiere al "Diagnóstico de las enfermedades de los huesos por medio de los rayos X". Es infortunado que ninguno está ilustrado. (Borrero Borrero, 2010. P. 228).

Pero finalmente el motivo de su corta estancia fue que el manejo del equipo no fue tan fácil, y finalmente el radiólogo Peer hizo saber que él no podía solucionar el problema y su contrato fue finalizado, situación que desencadenó el cierre del laboratorio de radiología ese mismo año en el que había sido aperturado.

Aproximadamente 2 años estuvo cerrado el laboratorio de radiología, pese a que no encontraban un radiólogo que asumiera el reto. Fue hasta 1919, que la facultad de medicina encontró al radiólogo francés André J. Richard quien se haría cargo de este laboratorio de radiología, André Richard, hablaba muy poco español, por lo que fue necesario conseguir un traductor, el cual fue un joven recién graduado de bachiller, llamado Gonzalo Esguerra, quien más adelante, estudió Medicina en la Universidad Nacional de Colombia.

Gonzalo Esguerra estuvo entrenándose en Francia en el Hospital Vaugirard con Claude Béclère, sobrino del padre de la radiología francesa, Antoine Béclère, donde después realizó la compra de un equipo de rayos X el cual instaló en Junio de 1923 en Bogotá.

Sociedad Colombiana de radiología y Asociación Colombiana de radiología

El doctor Gonzalo Esguerra, en 1945 tuvo la idea de crear la Sociedad Colombiana de Radiología más conocida como la (SCR). Gonzalo se dio a la tarea de invitar a algunos colegas médicos con los cuáles planeaba la construcción de la Sociedad.

Figura 30*Reunión de médicos radiólogos*

Nota: primeros miembros de la ACR.

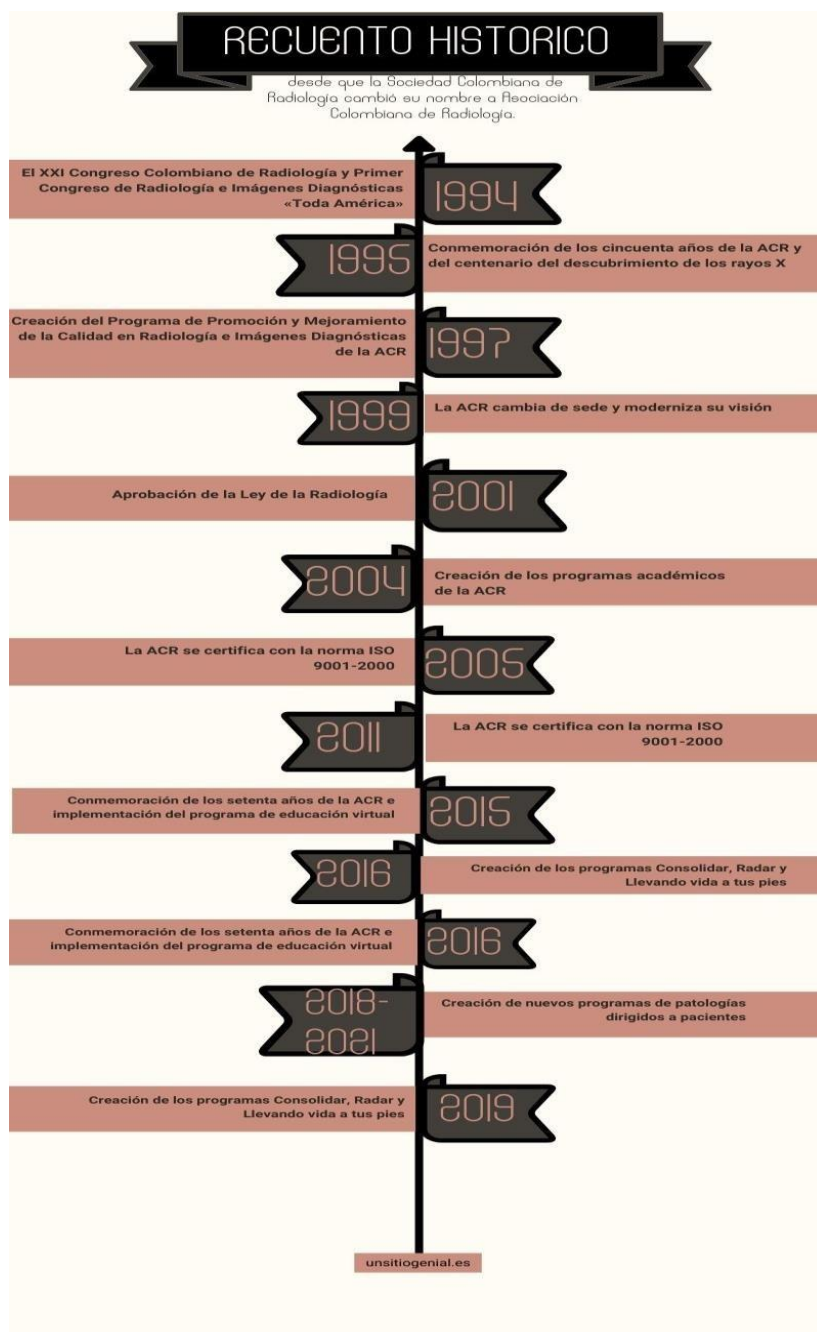
Fuente: -Historia de la radiología en Colombia [imagen] (Acr, 2022)

Como socios fundadores quedaron inscritos: de Bogotá, Marino Barona, Francisco Convers, Alfonso Esguerra, Gonzalo Esguerra, Pablo Emilio Falla, Pablo Hane, Julio Medina, Alberto Novoa, Enrique Otero, Campo Elías Pedraza, Roberto Restrepo, Eduardo Ricaurte, Aquilino Soto y Carlos Trujillo. De Armenia, Emilio Acosta; de Medellín, Daniel Correa, Martiniano Echeverri y Roberto Uribe; de Barranquilla, Jorge Rosas; de Cali, Miguel Ángel Escobar, Alejandro Isaza y Carlos Borrero; de Manizales, Carlos Arturo Jaramillo; y de Ibagué, Guillermo Sierra. (Acr, 2022. P. 40)

Normalmente se reunían para debatir temas sobre casos clínicos, y cómo apenas estaba en su auge la radiología era un espacio para compartir las experiencias y sus vivencias durante la práctica. Entre los casos clínicos que debatían, fueron sobre:

El quiste aéreo del pulmón (quiste balón), hiperostosis frontal interna, úlcera péptica antes y después de tratamiento con Aldrox, hernia hiatal del esófago, cuerpos extraños de esófago, lepra en huesos del pie, bario en tráquea por fístula GE, osteomalacia y tomografía lineal del pulmón para el diagnóstico de masas. (Acr, 2022. P.40)

Figura 31
Infografía recuento histórico



Fuente: Autoría propia

Nota: Recuento histórico de acontecimientos relevantes de la SCR ahora llamada ACR.

Primeros tecnólogos en imágenes diagnosticas en Colombia

Cuando empezaron a llegar los equipos de radiología a varias ciudades de Colombia, eran los radiólogos quienes hacían todo el trabajo, operar los equipos, la lectura entre otras funciones, hasta este instante en su gran mayoría de los profesionales se sentían cómodos realizando todo el trabajo, pero cómo poco a poco la radiología empezó a coger fama y así mismo la afluencia de paciente fue creciendo, fue más que necesario buscar un apoyo o mejor dicho una solución para poder cumplir al crecimiento de esta especialidad, fue así cómo se empezó a requerir el apoyo del personal capacitado para cada área de los servicios de radiología.

En la ciudad de Bogotá al ser la Capital del país fue un lugar donde a medida que pasaba el tiempo y el negocio iba creciendo, los hospitales más grandes fueron los pioneros en capacitar personal que tendría la denominación de «ayudante del laboratorio de rayos X». En 1956 En el Hospital San Juan de Dios en Bogotá se fundó la primera escuela para técnicos radiólogos en donde el tiempo de preparación era de 3 años, 2 prácticos y 1 in situ bien fuera en un hospital o en algún consultorio privado. Fueron 25 las promociones de los técnicos graduados, pero debido a la crisis que sufrió el Hospital San Juan de Dios por esa época, fue cerrado el programa.

Tuvieron que pasar varios años, hasta 1977 que el Hospital de San José se apertura un programa para formar técnicos en radiología. Este programa duro 5 años desde el 78 y hasta el 83 y se graduaron aproximadamente 80 alumnos. El programa era intensivo y duraba un año; había clases teóricas y prácticas realizadas durante los turnos. Así se garantizaba que los estudiantes adquirieran los conocimientos suficientes en relativamente poco tiempo, dado que muchos de ellos no vivían en Bogotá y debían retornar a sus regiones para suplir la necesidad de tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas.

En esa época en Colombia la radiología estaba consolidándose cada día más, y la demanda de técnicos en radiología iba en aumento. es por eso que a raíz del cierre del programa en el Hospital San Juan de Dios, el SENA en la ciudad de Medellín, la universidad de Santander, y la Fundación Autónoma de Bogotá, se perfilaban cómo esos lugares en donde los aspirantes a ser tecnólogos en radiología se podían preparar. Fue hasta 1977, se gestó una petición por parte de algunos radiólogos pertenecientes a la ACR en la cual solicitaban al SENA que se abriera un programa de estudio que formara a técnicos en radiología. Solo fue hasta comienzos de 1978 que se dio apertura a este programa, las prácticas se realizaban en dos hospitales, el Universitario San Vicente de Paúl y en el de la Congregación Mariana.

A medida de que pasaban los años, la radiología y las imágenes diagnosticas fueron evolucionando gracias a la llegada de la tomografía y de la resonancia magnética, debido a que esto 2 grupos de estudiantes se demoraron más de lo normal, aproximadamente 2 años y medio ya que tenían que ver materias y prácticas en esas nuevas tecnologías. El auge de la tecnología en radiología era tanto que, personas de las regiones más alejadas del país, viajaban hasta Medellín para poder prepararse. Al ser una carrera de alta demanda en su momento, generó un proceso de selección más difícil que se basaba en un examen donde se realizaban preguntas sobre materias que se enfocaban en las bases de la radiología. Una vez pasaban ese examen los aspirantes eran entrevistados y aquí se buscaba la vocación y ya con base a estos dos pasos se escogían a los estudiantes. En su momento la entrevista la realizaba una trabajadora social y una de las docentes. –Más adelante, para lograr que el proceso de selección fuera reconocido por el Ministerio de Educación, se comenzó a usar el puntaje de la prueba ICFES como primer filtro y se mantuvo la entrevista.‖ (Acr, 2022, p. 415).

En 1994 se abrió un programa que buscaba capacitar a un grupo de personas que habían aprendido a realizar estudios radiológicos pero de una manera empírica, este curso tenía una duración de 12 meses y la entidad académica responsable de esta capacitación era la Fundación Autónoma de Bogotá, la cual a la fecha se encuentra vigente. A través de los años, se han creado asociaciones u organizaciones que lo que buscan es poder formalizar el ejercicio del tecnólogo en radiología, defender los derechos laborales entre otros, estas asociaciones son:

Asociación Colombiana de Técnicos en Radiología Médica (Ascolter):

El 8 de noviembre de 1980, de la mano de Clara Inés Díaz y otras tecnólogas en radiología, en su gran mayoría egresadas del Hospital San Juan de Dios, tuvieron la idea de crear la Asociación Colombiana de Técnicos en Radiología Médica (Ascolter) en la ciudad de Bogotá. La llegada de esta asociación fue de gran ayuda para los aspirantes, los tecnólogos de ese momento e incluso los de hoy en día, ya que buscaban más lugares para la formación académica de tecnólogos y a su vez los derechos laborales de los tecnólogos en ejercicio. Más adelante la Asociación Latinoamericana de Tecnólogos Radiólogos (Alatra), formalizaría enlaces académicos, intercambio cultural y experiencias laborales con Ascolter.

Con la fundación de Ascolter y el apoyo de Alatra se habían creado eventos importantes de intercambio académico, pero Colombia seguía sin contar con una escuela de formación para tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas; los avances tecnológicos continuaban y más y más tecnólogos se formaban empíricamente, lo que ponía en riesgo tanto la salud del paciente, como la del personal médico, por el manejo inadecuado de la radiación. (Acr, 2022, p. 417).

Ascolter tenía gran interés en que la carrera tecnológica de radiología e imágenes diagnósticas estuviera radicada en una institución académica es por eso que ellos ya habían estado trabajando en una malla académica que buscaba preparar al personal adecuado para ejercer y también buscaban ofrecer un programa de homologación para aquellos que hasta la fecha eran empíricos, todo esto gracias a su arduo trabajo y a la asesoría del radiólogo Hernando Morales y del intercambio de conocimiento con las personas de Alatra.

Todo lo pensado y plasmado por Ascolter fue presentado cómo una propuesta al Colegio Mayor de Cundinamarca y la Javeriana. Pero estas no aceptaron la propuesta por el hecho de tratarse de una carrera tecnológica. Después de esto los ánimos estaban abajo y Ascolter tenía el vago pensamiento de acabar con lo que un día plantearon, pero apareció una luz al final del túnel, una luz llamada al día de hoy Fundación Universitaria del Área Andina, la cual creyó en el proyecto y posteriormente aceptó. El 21 de agosto de 1993 empezó a rodar el sueño de Ascolter y dos años después se estaría graduando lo que sería la primera promoción de tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas.

Colegio Colombiano de Tecnólogos en Radiología e Imágenes Diagnósticas:

La ley 1164 de 2007 decía que todas las profesiones del área de la salud tenían que agruparse en colegios, con el fin de tener controlado los procesos de formación, la vigilancia y el control del ejercicio, a su vez que la ética y el desempeño de los profesionales, es por esto que de la mano de Juan Carlos Orjuela, y otros tecnólogos se enfocaron a realizar todo el proceso legal para crear una agremiación bien estructurada ante la ley, que después de un arduo trabajo fue fundado el Colegio Colombiano de Tecnólogos en Radiología e Imágenes Diagnósticas el 19 de junio de 2008.

Los tecnólogos en radiología hoy en día

En el 2022, tal cual cómo se menciona al inicio, la tecnología en radiología e imágenes diagnosticas sigue en el auge. Actualmente son varios los centros educativos donde ofertan la carrera, estas son, la Areandina en Bogotá y en Pereira, la FABA en Bogotá, el SENA en Bucaramanga, Corsalud en Barranquilla, Uninavarra en Neiva, La Unimariana en Pasto y la más actual y única en ofrecer la carrera de manera virtual y a distancia la UNAD, quien llega a todos los rincones del País; siendo estas universidades donde los interesados de todo el País, semestralmente se están inscribiendo. El tecnólogo en radiología se está formando en 6 periodos académicos es decir 3 años, donde se ven aproximadamente 36 materias que, junto con las prácticas clínicas, se puede desempeñar en varias funciones, empezando por las más básicas hasta las más avanzadas, que en ocasiones necesitara de más capacitación.

El tecnólogo en imágenes diagnosticas puede desempeñarse en: densitometría ósea, radiología oral, radiología convencional, radiología forense, mamografía, radiología veterinaria, Tc, hemodinamia, fluoroscopia, radiología intervencionista, Arco en c en cirugía, UCI y resonancia magnética, medicina nuclear, pet scan, radioterapia y por último en el campo asistencial la radiología industrial, aparte de todo esto el tecnólogo en imágenes diagnosticas puede llegar a ser aplicacionista docente, entre otras funciones académicas y administrativas.

Oportunidades

La Radiología en el Futuro.

El futuro y hacia dónde va la radiología, está estrechamente ligado a la manera de que vaya evolucionando la tecnología. Cómo sabemos en los años 70 nació la tomografía, en la década del 80 llegó la resonancia, todo esto aproximadamente unos 80 años después del descubrimiento de los rayos x, esto da mucho que decir, ya que la radiología siempre ha estado de la mano con la tecnología, y hemos visto a través del tiempo cómo nacen nuevas tecnologías radiológicas, nuevos equipos, entonces eso lleva a la conclusión de que con el avance tecnológico que hay hoy en día, se va posicionando poco a poco más tecnologías mejoradas, las cuales llegarán a ser parte de la radiología y las imágenes diagnósticas. Otro punto clave para tener en cuenta y observar el crecimiento de la radiología y hacia dónde va, es que en el siglo pasado, la radiología no tenía gran relevancia, pero en la actualidad se ha convertido en una herramienta fundamental para cualquier servicio de salud. Otro gran ejemplo del avance de la radiología, es la tomografía.

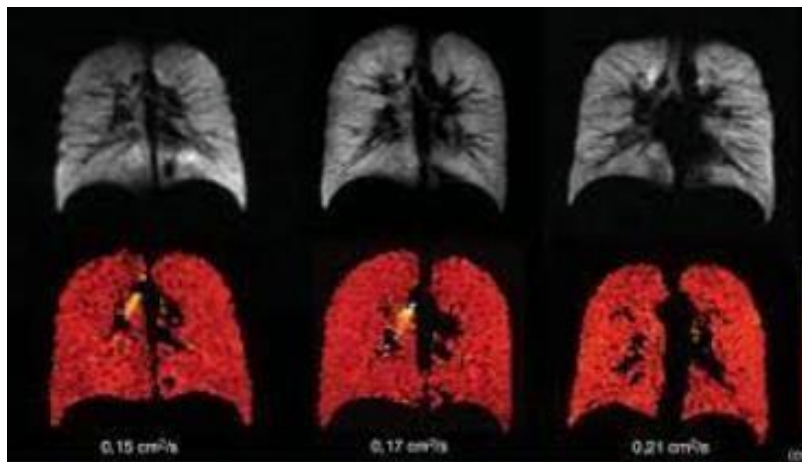
Cuando Godfrey Hounsfield construyó su primer escanógrafo —un aparato que requería de nueve días para realizar 28000 mediciones, y unas dos horas y media para reconstruir una sola imagen—. Una década más tarde, una imagen escanográfica podía adquirirse en siete segundos y reconstruirse en cuatro minutos. La introducción de la tecnología helicoidal permitiría, en el transcurso de solo diez años, obtener cortes en un segundo y reconstrucciones en menos de un minuto; un avance impresionante, pero no tan significativo como la implementación de los detectores múltiples de rotación rápida, que se desarrolló poco después. En pocos años, los primeros equipos de 4 canales dieron paso a los de 16 y 64 canales, con lo cual fue posible la adquisición y la reconstrucción de los

cortes de menos de un milímetro de espesor. El tiempo de rotación se redujo a menos de medio segundo: así fue posible escanear órganos enteros con una sola inspiración del paciente. La evolución de la tecnología no se detuvo allí: los equipos de 320 canales ahora permiten visualización en tiempo real y de manera funcional. (Acr, 2022, p. 483). Existen tecnologías que pueden llegar a ser de gran utilidad en el futuro cómo la RM hiperpolarizada, la fotoacústica y la TC optoacústica multiespectral.

La RM hiperpolarizada, se basa en el uso de gases hiperpolarizados que son otra clase de contraste que junto con la resonancia magnética, permite visualizar con más exactitud, diversas enfermedades pulmonares.

Figura 32

Imágenes por resonancia magnética



Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833815000120>

Nota: Imágenes pulmonares por resonancia magnética con gases hiperpolarizados.

La TC optoacústica multiespectral

La tomografía optoacústica multiespectral (MSOT) es una técnica de imagen biomédica que posee sensibilidad molecular, profundidad de penetración y resolución en grados inalcanzables con las demás modalidades de imagen existentes. Sin embargo, esta

variedad de tomografía precisa un tiempo de adquisición prolongado y también presenta limitaciones a la hora de cuantificar las imágenes que genera. (CORDIS, 2022).

Al paso que va el avance tecnológico, veremos muy pronto cómo nuevas tecnologías llegarán a complementar las ya existentes, creando así diagnósticos más claros y efectivos. Con la inclusión de la inteligencia artificial dentro de la radiología, veremos cómo día tras día irá mejorando y optimizando la productividad de los servicios de imágenes diagnósticas. Algo que causa un poco de inconformidad es que en muchas circunstancias la inteligencia artificial ha mostrado ser mucho más eficiente que los mismos radiólogos, la inconformidad va dirigida a que en un futuro puede que se eliminen estos puestos de trabajo porque gracias a la inteligencia artificial estos puestos al igual que muchos hoy en día en muchas áreas, son reemplazados por la misma. Y no es para más la inteligencia artificial, aunque en la actualidad si es de gran apoyo para la radiología, en el futuro claramente si estaría atentando contra la misma carrera, ya que esta inteligencia hace cosas que las personas no puede llegar a hacer. Pero la otra cara de la moneda es que la IA, puede llegar a ser un gran aliado para la profesión ya que optimizaría los tiempos y en conjunto con los radiólogos se podría llegar a consolidar un gran equipo.

Durante la contingencia medica que se vivió por el Covid 19, la inteligencia artificial salió a flote buscando la detección del Covid 19 solamente con radiografías de tórax, fue en España donde en el hospital san Cecilio de la ciudad de granada y junto al experto en inteligencia artificial Francisco Herrera crearon una base de datos que incluyera pacientes con Covid y pacientes sin Covid, la base de datos y todo lo organizado para detectar el Covid, arrojaba en un aproximadamente un 80% si el paciente estaba contagiado o no, y esto resulto muy útil puesto que en ese momento era mucho el volumen de pacientes y gracias a esta modalidad aplicada por

la IA se lograba diagnosticar con mayor rapidez y fluidez a quienes si tenían Covid y quienes no, y así mismo podrían focalizar las fuerzas en quienes realmente si lo necesitaran.

El uso de metodologías de IA también puede facilitar la toma de decisiones en cuanto a la manera más eficiente de utilizar las diferentes opciones terapéuticas disponibles, la selección de la mejor opción en cada caso o el manejo de información de grandes bases de datos, cuyo análisis puede establecer mejores algoritmos de tratamiento. Como dice el radiólogo Curtis Langlotz de Stanford, la IA no reemplazará a los radiólogos, pero los radiólogos que usen la IA reemplazarán a los radiólogos que no la usen. (Acr, 2022, p. 486)

La radiología intervencionista también ha tenido un gran avance con el pasar de los años, tanto así que según (Redacción Médica, 2021) -Hoy en día no se entiende la actividad médica de un hospital sin el papel de la Radiología Intervencionista. Día tras día se crean equipos y dispositivos que resultan mucho más eficaces, donde lo que buscan es realizar procesos cada vez menos invasivos y dolorosos para los pacientes.

Otro de los puntos importantes en la evolución de la radiología intervencionista es que junto a la robótica se aumentara la precisión a la hora de realizar procedimientos y con una gran ventaja y es que ya los radiólogos no estarán expuestos a tanta radiación cómo a la que normalmente están expuestos, esto debido a que podrán realizar los procedimientos intervencionista sin necesidad de estar dentro del quirófano.

Radiología convencional vs la Radiología digital

Para tener una idea más clara sobre estas dos definiciones debemos entender los principios de ellas, la radiología convencional se basa en utilizar emisión de fotones de radiación

que al chocarse con el cuerpo, genera las imágenes, en ese caso para luego ver la imagen es necesario revelarla, este proceso de revelado era de la siguiente manera.

Las películas expuestas eran sumergidas en un tanque con revelador a 20 grados centígrados, durante unos 5 minutos, luego eran sumergidas en un baño de paro seguido por una inmersión de una solución fijadora y después se lavaban con agua normal, y se dejaban secar por aproximadamente una hora. Era importante buscando la seguridad del técnico que se usara protección como guantes de caucho, delantal, gafas, pinzas y mascarilla, todo con el fin de evitar el contacto directo con los químicos, los cuáles son reveladores y fijadores. El proceso de preparar estos químicos y a la hora de usarlos debía hacerse al pie de la letra, ya que un mal paso podría generar que la imagen obtenida no se visualizara de la forma adecuada. (Giron, 2009)

Tabla 1*Secuencia de procedimientos en el revelado de una radiografía.*

Etapa	Finalidad	Manual	Automático
Humectación	Hinchado de la emulsión para permitir que penetren los líquidos de revelado	15 s	----
Revelado	Formación de la imagen visible a partir de la imagen latente	5 min	22 s
Baño de paro	Final del revelado y eliminación de los compuestos que hayan quedado en la emulsión	30 s	---
Fijado	Eliminación del resto de cristales de halogenuros de plata de la emulsión y endurecimiento de la gelatina	15 min	22 s
Lavado	Eliminación de restos químicos	20 min	20 s
Secado	Secado de la radiografía y preparación para que pueda ser utilizada	30 min > 1 hr	26 s 90 s

Fuente: (Giron, 2009)

Tabla 2 Componentes del revelado y sus funciones

Componente	Compuesto químico	Función
Revelador	Fenidona	Reductor; produce rápidamente los tonos grises
Revelador	Hidroquinona	Reductor; produce lentamente los tonos de negro
Activador	Carbonato de sodio	Ayuda a hinchar la gelatina, produce alcalinidad
Restringente	Bromuro de sodio	Antivelo; evita que los cristales no expuestos sean atacados químicamente
Preservador	Sulfito de sodio	Controla la oxidación, mantiene el equilibrio entre los distintos componentes del revelador
Endurecedor	Glutaraldehido	Controla el hinchado de la emulsión y proporciona calidad de archivo
Disolvente	Agua	Disuelve los componentes químicos para que puedan ser utilizados.

Fuente: (Giron, 2009)

Tabla 3

Componentes del fijador y sus funciones

Componentes	Compuestos químicos	Función
--------------------	----------------------------	----------------

Activador	Ácido acético	Neutraliza el revelador y detiene su acción
Agente Limpiador	Tiosulfato de amonio	Elimina de la emulsión, el bromuro de plata que no ha sido revelado
Endurecedor	Aluminato de potasio	Endurece y contrae la emulsión
Preservador	Sulfito de sodio	Mantiene el balance químico
Disolvente	Agua	Disuelve los otros compuestos

Fuente: (Giron, 2009)

La radiología digital, funciona de una manera muy diferente, para eso es importante conocer y comparar tanto la radiología convencional, la radiología digital indirecta y la radiología digital directa.

El equipamiento siempre será el mismo, un puesto de comando, una mesa, un Bucky de pared, un tubo de Rx etc. Lo que se debe tener en cuenta es que en la radiología convencional y en la radiología digital indirecta, se deben si o si usar chasis y una maquina reveladora, muy por el contrario, la radiología digital directa, no se utiliza chasis sino flat panel que es un detector de rayos X que capta automáticamente la exposición y envía la imagen al computador para su edición.

Ahora cuando hablamos del RI o receptor de imagen, es importante mencionar que en radiología convencional y en radiología digital indirecta se usa una película sensible a la luz que se encuentra dentro del chasis, estas películas llevan el nombre de folios. Por el contrario, en la radiología digital directa, no se requiere lo mencionado ya que se maneja el flat panel. Estos RI, se encuentra formados por diferentes materiales químicos.

En radiología convencional se utilizan placas radiográficas compuestas de gelatina, cristales de haluros de plata y partículas sensibles (AgS). En radiología digital indirecta se usa un plate con detectores de fosforo fotoestimulable compuesto de fluorohaluros de bario activado con impurezas de europio. En radiología digital directa existen receptores basados en dispositivos de carga acoplada o basados en flat panel detector. (desskrga, 2013)

El revelado y el escaneado, cambian mucho en RC, RDI y RDD, por ejemplo, en la radiología convencional tiene que existir un cuarto oscuro que cuenta con todo lo mencionado anteriormente para así lograr un revelado correcto. En radiología digital indirecta, no hay necesidad de un cuarto oscuro, pero si es necesario un revelador en el cual se ingresa el chasis y posterior a eso se ve la imagen en digital. Muy por el contrario, en radiología digital directa no es necesario cuarto oscuro ni reveladora, solo es tomar la placa y al instante ya está en digital.

Cuando hablamos de las dosis, decimos que la radiología digital reduce esas dosis, ya que se necesita de menos radiación para obtener una buena toma pero es importante que exista una buena optimización de los valores técnicos para no repetir tomas ya que cómo se cuenta con la ventaja de poder organizar la imagen, entonces es más probable que cuando ocurra la subexposición tapemos el error con ese post proceso, esto no sucede en radiología convencional ya que ahí si la imagen queda subexpuesta se va a ver lo que nos lleva a ser más exactos en cada exposición ya que no contamos con esa ventaja de procesar la imagen. Hablando del postproceso en radiología convencional el procesamiento de la imagen es una buena técnica, ya que cuando hacemos la adquisición ya no se puede modificar nada en ella, pero en cambio en la radiología digital, sea directa o indirecta si se pueden manejar el brillo el contraste, la orientación entre otras funciones.

El último punto a tocar sería la manera en la que se entrega la imagen, en la radiología convencional, al paciente se le pasaba una placa donde estaba la radiografía impresa en un acetato, pero en cambio en radiología digital directa e indirecta comúnmente se usan Cds o se envían al correo. Al ser una imagen digital es posible enviar estas imágenes a los médicos en tan solo segundos, favoreciendo un diagnóstico oportuno, es decir el médico puede leer el estudio desde una ciudad diferente a donde se realizó la toma.

En conclusión son más las desventajas de la radiología convencional que las desventajas encontradas en la radiología digital, por ejemplo cuando hablamos de radiología digital directa hay un ahorro de espacio, ya que solo es la máquina de rayos x y no más a diferencia de la convencional que cómo se mencionó anteriormente, se requería de una sala especial de revelado, aunque en radiología convencional se gasta dinero comprando las placas ya que al exponerlas a los rayos x se deben entregar al paciente porque ya no funcionan más, en la radiología digital indirecta, pasa algo similar, ya que aunque no hay que gastar dinero en cada placa, porque al ser digital puede enviarse y borrarse sin ningún problema, si hay que invertir en la limpieza tanto de folios como de chasis, y esto se realiza con paños especiales que cuidan el fosforo de los folios ya que con el uso estos van perdiendo su vida útil, finalmente en radiología digital directa pensaríamos que no hay gasto, pero efectivamente el mantenimiento del flat panel tiene un costo elevado que al final casi que termina igualando el gasto de las anteriores tecnologías, pero un punto a favor o un punto a tener en cuenta es el impacto ambiental que causa la radiología convencional; y es que el impacto ambiental causado por los elementos del procesado y demás, resultan ser perjudiciales para los técnicos y para aquellos que están expuestos indirectamente El daño en el ser humano se centra en varios sistemas, siendo los más importantes los siguientes:

nervioso, hematopoyético, urinario, gastrointestinal, renal, reproductivo y endocrino.

Generalmente el plomo se elimina por completo pero una exposición excesiva puede provocar intoxicación. Los síntomas incluyen: anemia, fatiga, dolor de cabeza, insomnio, hipotensión, pérdida de peso. También pueden presentarse: disturbios gastrointestinales, daño al sistema nervioso, problemas en los riñones: físicamente se observa: palidez, desnutrición, inflamación estomacal, una línea oscura en las encías (solo en el caso de higiene dental deficiente). (desskriga, 2013)

Es por eso que resulta muy importante que en donde se manejen estos líquidos y elementos utilizados en la radiología convencional, haya un buen manejo de estos elementos, resultando importante el reciclar el plomo ya que haciendo esto se evitará en gran parte que este elemento sea esparcido en el medio ambiente.

Otro punto importante hablando de las conclusiones es que en la radiología convencional hay que ser muy exactos con los valores que usemos ya que, en caso de fallar, se debería en su mayoría de veces repetir la imagen, y exponer al paciente nuevamente a más dosis de radiación, ya que cómo mencionamos anteriormente en radiología convencional no hay post proceso de la imagen. Muy por el contrario sucede en la radiología digital, dado que en ella si podemos modificar la imagen, aquí resulta casi imposible equivocarse en la toma de una imagen, a no ser por factores cómo movimiento del paciente o un error humano y por último, concluimos que un punto a favor de la radiología digital es que las imágenes se pueden conservar en digital, es decir en correo, USB, en la nube lo que hace que la imagen sea muy difícil de perderse al contrario de la radiología convencional que no existen las copias, siendo la radiografía original la única que existe y en caso de perderse no habrá cómo remediarlo.

Retos nacionales sobre el ejercicio de la práctica en la radiología

Uno de los retos nacionales siempre ha sido la radioprotección ya que al exponerse a las radiaciones ionizante, estas resultan en un factor de riesgo para la salud de las personas, pero claramente esto va a depender de muchos factores, como por ejemplo la cantidad, el tipo y la distribución de las dosis de la radiación, es por eso que el ministerio de salud, a través de la resolución 428 de 2018, hacen una actualización de la ley 9 de 1979 la cual decía en el artículo 151 –que toda persona que posea o use equipos de materiales productores de radiación ionizante, deberá tener licencia expedida por el ministerio de saludl. (Ministerio de salud y protección social, 2018).

Esta resolución busca que las entidades que hacen uso de las radiaciones ionizantes realicen sus procedimientos acorde a la norma y que cumplan con cada una de las regulaciones establecidas, cómo por ejemplo; que el lugar donde se toman rayos X y se realicen estudios con equipos de TC, y/o otros estudios que utilicen radiaciones ionizantes, cuenten con paredes y puertas plomadas que protejan tanto al personal cómo a las personas que pasen cerca, de igual manera contar con un oficial de protección radiológica cómo lo son Sievert S.A.S, Commedics SAS, Radprocts SAS, entre otras. Según la resolución 13382 de 1984 Art 13, Resolución 2400 de 1979 Art 101 dice que quienes trabajen directamente con radiaciones ionizantes deben portar su dosímetro proporcionado por este ente de protección radiológica, el cual servirá para medir la radiación a la que están expuestos del trabajadores y así mismo en caso de ser muy alta poder controlarla a tiempo.

De igual manera en cuanto a protección radiológica hay una regla gold de la cual es conocida cómo ALARA, siglas en ingles significan As Low As Reasonably Achievable (tan bajo

cómo sea posible) y es un término que desde 1991 ha venido cogiendo mucha fuerza y el cual busca optimizar el uso de las radiaciones ionizantes, ya que estas no se ven no se sienten, no se huelen, pero son reales y peligrosas para la salud.

Por otro lado en cuanto a las vacaciones para el personal que labora con radiaciones ionizantes, según el concepto 193571 de 2020 y el numeral 2 del artículo 186 del código sustantivo del trabajo dice que:

De acuerdo con lo señalado, los servidores que laboren en el manejo y aplicación de rayos X, tendrían derecho a 15 días hábiles de vacaciones por cada seis meses de servicio; así las cosas, siempre que el empleado labore durante seis meses prestando el servicio de aplicación de rayos x tendrían derecho a la prerrogativa establecida. (Lopez Cortes,2020)

Otro de los retos nacionales es la formación de los tecnólogos en radiología, ya que muchos de los estudios que han venido surgiendo a lo largo de los años suenan desconocidos e inalcanzables para los tecnólogos en radiología, puesto que nunca les fueron mencionados este tipo de estudios o en sus prácticas no llevaron a cabo el aprendizaje de estudios más avanzados como la tomografía por emisión de positrones, estudios de medicina nuclear, ahora la inteligencia artificial aplicada en resonancia magnética y tomografía, además resultan escasas las prácticas tanto así que el tecnólogo en radiología recién graduado hoy en día en Colombia, llega a su lugar de trabajo donde va a empezar su vida laboral, y lo que el empleador piensa que él ya debe de saber es algo desconocido para el tecnólogo en imágenes diagnósticas, siendo una minoría el grupo de tecnólogos que actualmente en el país realizan estudios Imagenológicos más avanzados, no porque fueron preparados en su formación académica, sino porque se ganaron un

puesto a pulso y tuvieron la oportunidad de seguir aprendiendo, es por eso incluso que en Colombia muchos de los estudios avanzados en cuanto a radiología, no han sido implementados puesto que no hay el personal idóneo y preparado para el desarrollo de ellos, siendo un reto nacional preparar el personal idóneo para estas funciones, tanto así que en el futuro se puedan hablar no de tecnólogos en imágenes diagnósticas, sino en profesionales en imágenes diagnósticas, convirtiéndose así en una carrera profesional, que aunque dure un poco más que la tecnología, garantiza la excelente formación de personal idóneo para lo que es el futuro dentro del campo de la radiología.

La inteligencia artificial cada día ha ido ganando más campo en la radiología, (Gálvez Moya, 2017) -Pero ¿seremos los radiólogos reemplazados por las computadoras algún día? -La inteligencia artificial no reemplazará a los radiólogos, pero los radiólogos, que usan inteligencia artificial reemplazarán a los que no la usan. Y ahí también entran no solo los radiólogos, sino los tecnólogos en imágenes diagnósticas ya que a medida que pasen los años se irán incorporando estas nuevas tecnologías, nuevas máquinas que como dice el artículo no van a reemplazar del todo al personal humano, pero si es 100% seguro que va a reemplazar a los tecnólogos o radiólogos que no usen la IA, pero como mencionamos anteriormente esto en cuanto a los tecnólogos debe ir de la mano con las universidades ya que con el pensum que ofertan no resulta suficiente para formar el personal idóneo para este tipo de prácticas.

Ahora bien, la IA no es la solución del todo ya que:

Como se ha descrito, cuando los humanos y la inteligencia artificial trabajan juntos, el rendimiento diagnóstico mejora, aunque esto no significa necesariamente mejores resultados para el paciente. Se debe buscar un diagnóstico integrado, con el potencial de

personalizar aún más la atención médica, mucho más allá de lo que sería posible solo con aplicaciones de imágenes, estableciendo factores de enfermedad individualizados y decisiones personalizadas de tratamiento. (Corbacho Abelaira, 2021).

Un ejemplo de cómo funciona la IA en radiología es el siguiente, **Carestream** la cual es una empresa que se encarga de proveer mundialmente todo lo que son sistemas de radiología y soluciones informáticas para medicina; y sistemas de rayos X, esta empresa lanzo un software de IA que busca optimizar el trabajo, mejorar la calidad de los estudios entre otros aspectos importantes, todo esto gracias a tres componentes básicos pero importantes, hablando de los rayos X. estos componentes son una colocación inteligente, una técnica inteligente y adecuada y una colimación inteligente.

La empresa explica cómo sería la implementación del software de inteligencia artificial creado por ellos, aplicado a la radiografía posteroanterior de tórax.

Los tecnólogos expertos tienen claro que hablando de la radiografía de tórax por ejemplo, es importante para un buen diagnóstico el buen posicionamiento del paciente a la hora de la adquisición de las imágenes, pero en diversas ocasiones aquellos que llevan mucho tiempo haciendo este estudio, pueden fallar, y no solo en el posicionamiento sino en la técnica que se pueda utilizar o incluso en la colimación, siendo estos, eventos que pueden suceder.

Nuestros nuevos Flujos de DR inteligentes basados en inteligencia artificial ayudan al técnico radiólogo a capturar imágenes de manera uniforme de un paciente a otro, lo que permite tener calidad de imagen y presentación más uniformes, así como reducir las repeticiones. Hace que los sistemas DR sean más –inteligentes y conscientes‖ del medio ambiente y del

paciente, mediante la integración de sensores, cámaras y software de inteligencia artificial. Simplifica el flujo de trabajo de la adquisición de una vista posteroanterior del tórax gracias a que ofrece una guía de audio y video, así como asistencia para ajustar la altura del bucky, posicionar al paciente y configurar la técnica y el tamaño de colimación. Veamos más a fondo cómo Carestream está aplicando inteligencia artificial en radiología a través de los tres componentes del Flujo de DR inteligente. (Sunes, 2022)

Figura 33

IA aplicada en radiografía de tórax



Fuente: <https://www.carestream.com/blog/2022/03/08/como-aplicar-la-inteligencia-artificial-en-radiologia-para-optimizar-el-flujo-de-trabajo/>

Nota: representación de la inteligencia artificial aplicada a un estudio PA de tórax

En conclusión la inteligencia artificial tiene grandes ventajas, en este caso aplicado a la radiografía de tórax, lo que busca principalmente es reducir radicalmente las repeticiones, esto quiere decir menos radiación para los pacientes, además busca obtener mejor calidad en la imagen, imágenes totalmente diagnosticas sin importar el paciente, ya que el programa se encarga de organizar las dosis y colimación estricta dependiendo el paciente.

Figura 34

Posicionamiento correcto



Fuente: <https://www.carestream.com/blog/2022/03/08/como-aplicar-la-inteligencia-artificial-en-radiologia-para-optimizar-el-flujo-de-trabajo/>

Nota: explicación de colocación inteligente al paciente a través de un video.

Figura 35

Técnica adecuada en PA de tórax



Fuente: <https://www.carestream.com/blog/2022/03/08/como-aplicar-la-inteligencia-artificial-en-radiologia-para-optimizar-el-flujo-de-trabajo/>

Nota: Imagen del software mostrando la técnica adecuada dependiendo del paciente.

El software cuenta con diversos medios como cámaras, dispositivos de audio, medidores y pantallas que lo que buscan es lo anteriormente mencionado, que los pacientes puedan tener una mejor orientación a la hora del posicionamiento, una colimación inteligente y automática que evita radiación dispersa y a su vez mejora la calidad de la imagen, sistemas de audio que interactúan con los pacientes para dar indicaciones de respiración o movimiento y finalmente el uso de la técnica adecuada.

Y así como con la radiografía anteroposterior de tórax, la IA puede ser aplicada en otros tipos de estudios de rayos X convencional y de igual manera puede ser utilizada en otros estudios radiológicos, como por ejemplo la IA aplicada en la TC gracias a la IA podemos ver cómo hoy en día estudios que antes duraban minutos, ahora solo duran pocos segundos, proporcionando grandes beneficios a los pacientes como por ejemplo:

Menos dosis de radiación a los pacientes.

Mucha más precisión a la hora de un diagnóstico.

Reconstrucciones multiplanares y tridimensionales que ayudan a mejorar los diagnósticos.

Mediciones más precisas.

Figura 36*Tomografía computada con IA*

Fuente: <https://www.nytimes.com/es/2019/05/22/espanol/inteligencia-artificial-cancer-pulmon.html>

Nota: TC de tórax en la cual se aplicó IA para detectar un tumor en el pulmón derecho.

Y así sucesivamente, la IA ha venido siendo aplicada en los estudios radiológicos, al ver estos datos podemos pensar cómo se mencionó anteriormente sobre el trabajo del radiólogo en un futuro, ahora se pensaría donde quedará el trabajo del tecnólogo en radiología en unos años, y la respuesta es sencilla, la IA no puede ser aplicada si no hay quien la operen, es decir los tecnólogos, siguen atendiendo al paciente orientando al paciente y realizando cómo tal los estudios, lo que cambia es que el sistema es diferente y los estudios resultan más rápidos. La conclusión final en cuanto a la IA en radiología y los tecnólogos en radiología es que los únicos tecnólogos que serán reemplazados por la IA serán aquellos que no hagan uso de ella.

Otro reto nacional importante es que en esa misma formación del tecnólogo, se le puedan dar bases para la comunicación con los pacientes por ejemplo algo común en los servicios de radiología pero que muchas veces no se sabe cómo manejar, es la comunicación asertiva con personas sordas.

Dentro del contexto de los servicios de imágenes diagnósticas, una de las barreras que se presentan durante la atención entre la persona sorda y el tecnólogo de radiología a la hora de prestar el servicio de la toma de imágenes diagnósticas es comunicación no satisfactoria, así que para reducir este tipo de barrera, se han venido presentando dentro de la comunidad científica diferentes soluciones brindadas mediante sistemas aumentativos y alternativos de la comunicación que apoyan este proceso de intercambio de ideas de forma directa con el paciente, dando un trato humanizado en los servicios de radiología. (Posada Ortegón, 2022)

En lo anterior podemos observar cómo es de importante la inclusión dentro de los servicios de radiología ya que una comunicación asertiva, con cualquier tipo de paciente, optimiza y humaniza los servicios en la salud, resultando importante que para las nuevas generaciones de tecnólogos pudieran salir con bases para este tipo de comunicación, y que en los sitios de trabajo, para quienes ya estén ejerciendo les sean brindadas capacitaciones para aprender lo básico en la comunicación con este tipo de pacientes.

Un reto importante nacionalmente hablando y de gran relevancia es la Teleradiología, la llegada de la telemedicina al país viene de la mano con la Teleradiología convirtiéndose en una opción que a la vez que es muy efectiva, resulta ser más económica para las entidades de salud, en especial para esos hospitales de las regiones más lejanas de las zonas urbanas, donde tal vez difícil la llegada de médicos radiólogos.

Existen diferentes formas de atención en salud mediante el modelo de telemedicina, con una combinación entre las TIC y el manejo médico, esta modalidad se usa para la atención médica o educación. Dentro de la telemedicina existen varias ramas del modelo en atención

como las aplicaciones o modalidad de teleradiología, telepatología, teledermatología, telepsiquiatría, teleradiología, consultas médicas, seguimiento educación médica, y otros, siendo la teleradiología la modalidad que se ha venido practicando décadas atrás, siempre enfocados en la investigación dándole aplicabilidad a las tecnologías digitales, permitiendo la visualización y gestión de imágenes médicas.

Los diferentes estudios o investigaciones han sido enfocadas en la necesidad de administrar imágenes dentro de las diferentes áreas asistenciales y no asistenciales como por ejemplo el (Picture Sistemas de Archivo y Comunicación o PACS), al igual se buscaba la manera de poder transmitir las imágenes diagnósticas entre instituciones con el fin de que se pudiese dar lectura a la imagen desde un lugar diferente a la institución donde se adquirió la imagen.

La Teleradiología requiere de ciertos principios técnicos y logísticos para su implementación operativa dentro de los servicios de salud, la cual debe contar con un registro de habilitación ante el ministerio de salud para su funcionamiento.

La American College of Radiology (ACR) revisa el estándar para la Teleradiología. Imparte las consideraciones que tienen un impacto y dispone los estándares, requisitos físicos como de talento humano para su operatividad, donde se tiene en cuenta el diseño de redes de Teleradiología en las cuales están transmisión de datos, datos, los tipos de quipos, el tipo de software, requerimientos de compresión y ancho de banda, información de imágenes y calidad de las mismas DICOM, licencia y de dispositivos TIC, aspectos regulatorios relacionados con la entrega de Teleradiología y otros servicios de telemedicina, legalidad para almacenar y reservar los datos personales de los pacientes; el consentimiento informado quedará en la historia clínica y con su firma o huella dactilar aceptará ser atendido.

La prestación responsable del servicio de Teleradiología exige contar con equipos de captura, transmisión y almacenamiento de datos e imágenes que garanticen que la información obtenida es equivalente a la original, de manera que al ser reproducida garanticen calidad y confiabilidad, estos equipos deberán contar con un estricto servicio de mantenimiento y calibración; el tele-experto es responsable de la calidad y de la opinión que entrega, de igual manera tiene la obligación de observar las disposiciones normativas y ético-disciplinarias consagradas en el código de ética médica en cuanto a brindar servicios profesionales de calidad y de forma oportuna.

Es importante tener en cuenta que la Teleradiología no es un tipo de servicio sino una herramienta de trabajo para la prestación del servicio de Imágenes Diagnósticas bajo estándares de óptima calidad en beneficio del paciente, este debe cumplir con los parámetros establecidos por la legislación vigente en lo referente a cumplir con las condiciones de habilitación exigidas tanto a la entidad remitora como al centro de referencia.

De igual manera la Teleradiología funciona como apoyo especializado en atención en salud, en la ausencia de los especialistas ya que por diferentes circunstancias estos profesionales no pueden revisar los estudios de forma presencial, donde suelen presentarse situaciones de limitación de acceso a la oferta donde se prestan los servicios de salud.

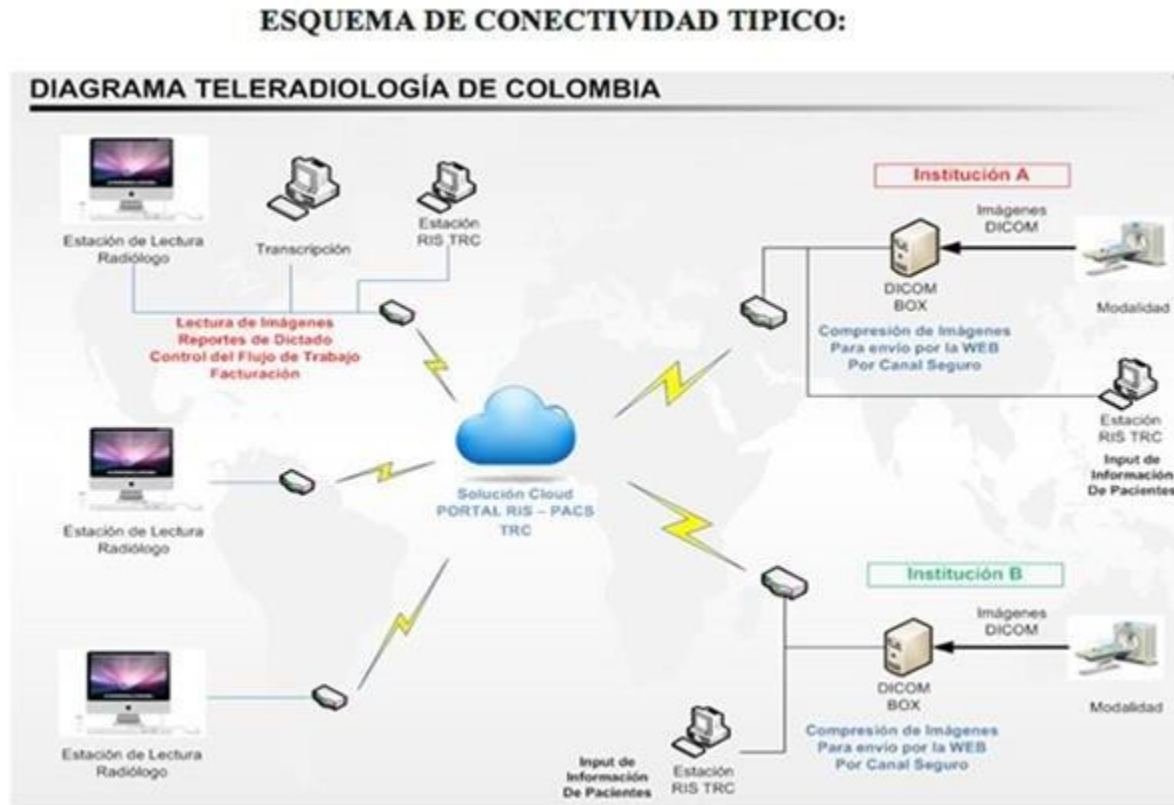
La atención en salud mediante el modelo de Teleradiología debe tener implementado documentos de consentimiento informado, donde se le dan a conocer los riesgos y beneficios a los que se expone al recibir atención en salud mediante la modalidad de Teleradiología.

La Teleradiología como parte de la telemedicina cuenta con una normatividad completa que soporta y regula esta actividad en todo el territorio colombiano. Se fundamenta inicialmente con la Ley 112 de enero de 2007, reglamentada en la Ley

1419 de 2010 y con la resolución 2003 de 2014. En estas se define a la telesalud como el conjunto de actividades relacionadas con la salud, los servicios y sus métodos, los cuales se llevan a cabo a distancia con la ayuda de las tecnologías de la información y telecomunicaciones. Aquí mismo se denomina a la telemedicina como la provisión de servicios de salud a distancia en los componentes de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, por profesionales de la salud que utilizan tecnologías de la información y la comunicación, que les permiten intercambiar datos con el propósito de facilitar el acceso y la oportunidad en la prestación de servicios a la población que presenta limitaciones de oferta, de acceso a los servicios o de ambos en su área geográfica. (Telesalud Y Telemedicina Para La Prestación De Servicios De Salud 2020)

Los beneficios de la telemedicina se dan en todos los niveles de la atención para el paciente; le evita el desplazamiento innecesario y obtiene un diagnóstico y tratamiento oportuno; para el médico, le mejora la toma de decisiones y remisiones, disminuye la variabilidad diagnóstica, incrementa la seguridad y confianza, y le permite una educación continua; y para las instituciones, una mayor cobertura y oportunidad con disminución de costos. (Ministerio de Salud y la Protección Social, 2019)

Figura 37
Esquema de la teleradiología



Fuente: (Axioma B2B Marketing, una empresa del grupo Axioma Group S.A.S., 2022)

Nota. Diagrama del funcionamiento de la Teleradiología en Colombia.

Aunque la Teleradiología sea muy productiva, muchos radiólogos en Colombia han manifestado su preocupación en cuanto al futuro de la Teleradiología ya que temen por que se pierda esa conexión e interacción médico paciente, diagnósticos muy planos y de más ya que de no ser manejada con el debido cuidado, en un futuro la atención asistencial, pero no todo es malo ya que de darle un adecuado manejo la atención médica y del ejercicio adecuado de la especialidad. Sin embargo, en cuanto haya entes reguladores de este modelo de atención en salud, se puede lograr que la Teleradiología cumpla con lo esperado. Donde lo esperado desde el principio era poder llegar a esas zonas de difícil acceso.

Finalmente un reto nacional importante es que así como la radiología ha venido avanzando, así deben ir avanzando los que desempeñan el cargo de manejo de equipos biomédicos, hoy llamados tecnólogos en radiología. Antiguamente los que desempeñaban el manejo de equipos radiológicos eran en su mayoría empíricos y gracias al avance y a la demanda pasaron a ser técnicos en rayos X, más adelante a medida que la radiología siguió avanzando fue necesario formar tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas, y ahora unos años después resulta importante que la carrera se pueda volver profesional y que ya no hayan tecnólogos en imágenes diagnósticas sino profesionales en imágenes diagnósticas, los cuáles puedan aplicar en su desempeño laboral todas las nuevas tecnologías que con el paso del tiempo han ido surgiendo y seguirán en avance. Retos y oportunidades de la transición de la radiología convencional a la radiología digital.

Panel de expertos

Participación de expertos en radiología e imágenes diagnósticas sobre temas de interés para el desarrollo de esta monografía donde cada uno de los entrevistados plasma su punto de vista con respecto a las preguntas planteadas por Alejandro López y Styth Cruz- desarrolladores del tema de investigación.

La entrevista fue desarrollada con la participación de grandes exponentes de la materia, cuya trayectoria en el campo de la radiología e imágenes diagnosticas hacen de ellos personas con alto conocimiento y experiencia en el tema a abordar.

A continuación, se nombran las personas que participaron como expositores en el panel de expertos; Jaime Andrés Montero Charry, tecnólogo en radiología e imágenes diagnósticas, Docente universitario de práctica clínica in situ de la Universidad Abierta y a Distancia UNAD, ex docente SENA y con gran trayectoria en el campo de hemodinamia; Juan Carlos Orjuela

Moncada, tecnólogo en radiología e imágenes diagnósticas, vicepresidente del Colegio Colombiano de Tecnólogos y Profesionales en Radiología e Imágenes Diagnósticas; Carlos Alberto Molina López, tecnólogo en radiología e imágenes diagnósticas, docente universitario de práctica clínica in situ de la Universidad Abierta y a Distancia UNAD y con gran recorrido en el área de resonancia magnética.

El desarrollo de las entrevistas se dio de forma individual con cada uno de los expertos, usando diferentes medios de comunicación como lo es Microsoft teams y video llamada de WhatsApp, en unas de las reuniones participo el docente y tutor de la monografía Steve Rodríguez Guerrero, adscrito a la Universidad Abierta y a Distancia UNAD como docente de la investigación.

Las preguntas orientadoras de la entrevista fueron las siguientes.

-¿Qué concepto tiene usted sobre la lectura de estudios diagnósticos por parte de los médicos radiólogos que residen en otro país?

Responde el docente Jaime Andrés Montero Charry.

“No conozco personal radiólogo que lean estudio desde el exterior, generalmente en Colombia tienen sus propios radiólogos, hay radiólogos que leen los estudios alrededor de los pueblos”.

Responde el Dr. Juan Carlos Orjuela Moncada

“Bueno, esta pregunta realmente la veo más enfocada para el médico radiólogo, si bien yo, que les puedo decir, digamos que gracias a mi experiencia soy cómo se diría un amigo especial de la asociación colombiana de médicos radiólogos, tengo entendido que la lectura que

se realiza en otros países, pues es un poco diferente dependiendo las condiciones de cada país, que hay países más desarrollados, que tienen lectura radiológicas muchísimo más esquematizadas y estandarizadas, aquí en Colombia también, pues se define realmente de la institución donde se trabaja, hay instituciones que realmente ni siquiera cuentan con un médico radiólogo, la atención se brinda por teleradiología o por telemedicina y, realmente está lectura pues, digamos no cumplen con los requerimientos que necesitaría el paciente o el médico tratante; De hecho, la asociación colombiana de radiología está trabajando en estos momentos con la estandarización de una lectura radiológica para todos los estudios, tanto de radiología convencional, tomografía, resonancia magnética y absolutamente todo para que sea una lectura de mucho más ayuda y más a lo que busca el médico tratante que ordenó el estudio, por ejemplo, algunas regiones en las que ya hemos trabajado siempre se dice correlacionar con la historia clínica del paciente, todo realmente a lo que se piensa, checar o quitar estos renglones, porque pues si todos conocemos la ley 2015 de 2020 que habla sobre la interoperabilidad, la historia clínica, pues casi que todos los médicos, incluso nosotros, como los tecnólogos, podríamos abrir la historia clínica del paciente, estarla revisando porqué le pidieron el estudio, y a está donde lo quieren llevar y no preguntar al paciente porque te ordenaron el estudio, pues es una salida muy fácil y muy rápida; de hecho, sirve para hacer empatía con el paciente, pero realmente esas notas a veces quedan en el aire o en un papelito que se le escribió al médico radiólogo y se la adjunta al paciente como una nota editable, pero pues realmente, de eso se trata, la estandarización de las lecturas radiológicas y, sobre todo, la interoperabilidad electrónica, que debe tener la historia clínica asociada a los exámenes diagnósticos. Tuve la oportunidad hace 15 o 20 días larguito ya, de asistir al cuarto congreso de inteligencia artificial aquí en Medellín, de la asociación colombiana de radiología, con grandes expertos realmente y aprendimos

muchísimo, nos dimos cuenta de que definitivamente, una de las especializaciones de la medicina más avanzada es la inteligencia artificial, pues es nuestra radiología y las imágenes diagnósticas; entonces se llegó a varias conclusiones, y una de ellas es, y la anticipo. Que próximamente la asociación colombiana de radiología va a estandarizar también y va a definir los criterios en que el estudio radiológico interpretado por los médicos debe decir que componente tuvo la inteligencia artificial en esta interpretación diagnóstica, entonces en la parte final dirá su estudio, diagnóstico de tomografía computarizada de columna o de un brazo tuvo una participación de inteligencia artificial de 70, 75 o 80 % y así evaluado por un médico radiólogo. Entonces, digamos, son conclusiones que los hace ya una apuesta más internacional de lo que se está haciendo en otros países, este sería mi comentario”.

Responde el docente, Carlos Alberto Molina López

“Evidentemente en cuanto a mi experiencia en ser profesional en el área de la radiología, ya son 22 años de poder ver todo ese trasegar de las diferentes tecnologías que han venido apareciendo y desde el punto de vista radiológico la lectura como tal, de acuerdo a lo que los radiólogos pudieron experimentar donde la radiología iba avanzando, la calidad de imagen tiene más información, más tonalidades, más grises, mucho mayores contrastes, con valores radiológicos similares, técnicas radiológicas similares; en realidad el mayor beneficiado es el paciente, es la persona que en últimas, es el más interesado en que sus estudios salgan de acuerdo a los mayores estándares de calidad, la radiología digital marca un punto muy alto en cuanto a la calidad radiológica, obviamente el tecnólogo tiene que hacer su valioso aporte en la técnica radiológica que utiliza y pues esto varía debido a la calidad de los equipos y al mantenimiento que se le hace a los procesadores, entonces la calidad de la lectura si se ve

influenciada de acuerdo a estos tiempos, en estos 20 años de cambios en cuanto a la radiología.”

-¿Qué impacto medioambiental cree usted que se ha presentado en el planeta a raíz de la llegada de los rayos X por medio de la radiología convencional hasta la actual radiología digital?

Responde el docente Jaime Andrés Montero Charry.

“El impacto medio ambiental, desde un principio y, estamos hablando de 1899 a raíz del descubierto de los rayos X, existía contaminación, a medida que fue transcurriendo el tema, fue avanzando, ya donde se inicia con el revelado manual sobre máquinas y después ya pasamos a lo digital; cuando estábamos en el proceso revelado manual, el impacto también era ambiental porque había presencia de químicos, había fijadores, secadores, había agua, esta agua quedaba contaminada y se iba para el depósito de agua negras de los hospitales, eso es contaminación para el medio ambiente, pero cuando ya cambiamos totalmente a la tecnología digital, es decir, tomas una placa y de inmediato aparece en el computador, está la puedes manipular, la puedes oscurecer le puedes dar calidad de imagen, en sí, el cambio medioambiental ha sido muy bueno, dado que los nuevos equipos están diseñados para reducir la dosis de radiación, es decir si un paciente se toma 2 o 4 radiografías o TAC al mes, no va a tener un daño por radiación como tampoco se presentara un daño medioambiental”.

Responde el Dr. Juan Carlos Orjuela Moncada

“Bueno, Realmente desde el descubrimiento de los rayos X, se pensó en una novedad médica científica realmente de alto impacto que iba a ayudar muchísimo a la humanidad, pero

no se pensó en los impactos ecológicos que se podía causar y en los impactos que podría causar tanto al ambiente como al mismo ser humano.

Pero si nos damos cuenta, pues María Curie, que fue una de las pioneras y que finalmente murió por los impactos de la radiación y, lamentablemente todas las personas que inicialmente arrancaron con esto fallecieron incluso al cuidado, yo me atrevería a decir que tengo compañeros o tenemos compañeros, colegas, tecnólogos que han fallecidos por cáncer, desafortunadamente el sistema colombiano nos tiene algo olvidados y nunca se llegó a hacer un seguimiento.

Sí, tal tecnólogo que falleció por cáncer, fue asociado o no a la radiación, entonces realmente el impacto que causaron los rayos X fue descubierto después del fenómeno. Es algo así como lo que está ocurriendo ahorita, pues realmente lo traigo a colación porque es muy igual a los carros eléctricos, por ejemplo, pues acá en Medellín, hay un decreto que en 10 años no van a poder existir carros de combustión, o sea, de gasolina, entonces, pues todo el mundo tendrá que tener un carro eléctrico, nadie podrá ingresar a Medellín en su carrito de gasolina porque va a estar prohibido en Bogotá, creo que también están, pues con el mismo tema, pero no se está pensando en el más allá, porque realmente si es consciente, si uno mira los componentes de una batería eléctrica que son baterías básicamente como las de los celulares de litio, pues esto tiene unos componentes muy contaminantes, no tiene cobalto, tiene níquel de magnesio, tiene hierro, tiene aluminio, tiene cobre, pues entre otros muchos componentes que tiene una batería; realmente estos nunca se van a volver líquidos conductores a través de una sal de litio y esta sal es realmente materiales pesados, pues a futuro van a ser más contaminantes que incluso los combustibles fósiles, entonces pues realmente, como siempre, es una moda tener un carro eléctrico, todos quisiéramos tener, ojalá una camioneta Volvo Para estar pues a la moda o estar

muy bien montados, pero pues realmente el daño que se le puede hacer al medio ambiente puede ser grande a futuro.

Y eso mismo ocurrió con los rayos X, fue un descubrimiento espectacular, fue un descubrimiento de moda. De pronto, las personas que han leído un poquito o han asistido a conferencias de la historia de los rayos X, empezaron a crear productos novedosos con el nombre de rayos X, entonces había jabón para el cuerpo humano rayos X, que le quitaba usted absolutamente todo y lo desinfectaba, la marca era rayos X, nos damos cuenta que al día de hoy Incluso en la televisión colombiana hay unas pastillitas que se llaman rayos X, las famosísimas x ray dol con sus componentes de ibuprofeno, porque los creen que todavía es milagroso y hay personas que creen en eso. Entonces yo consideraría que estos impactos de ese descubrimiento sí afectaron definitivamente el trasegar y los riesgos de nosotros los humanos. De hecho, es que las placas de radiología convencional de hace algunos años, pues estaban soportadas en un acetato con haluros de plata, esos haluros de plata para poder revelar la imagen latente que tomaba el tecnólogo en rayos X, pues tenía que someterse a un proceso químico que era realmente pesado, se pasaba por un revelador un proceso, un blanqueador, un agua. Se separaban los componentes y esto realmente era contaminante, tanto es así que los desechos químicos que dejaba el revelador, el blanqueador y el fijador, iban a dar a la cañería del consultorio del hospital o de la clínica, sin ningún riesgo el único que recuperaban era el fijador, que lo pasaban por otro proceso, les retiraban los haluros de plata y esos haluros de plata eran vendidos a platerías básicamente para sacar cubiertos, vajillas, bandejas de plata, entonces, realmente la modernización del impacto ambiental con la tecnología que se está manejando hoy en día sí, digamos que hay a menudo en costos en gestión ambiental y en rapidez; considero que es eso”.

Responde el docente, Carlos Alberto Molina López

“Pues el principal impacto, obviamente es la calidad de la imagen, ¿es cierto! Esta es lo más palpable que podemos tener y sin embargo, hay otras circunstancias que están ahí involucradas, no que tienen que ver con la radio protección, en ese momento en el que el tecnólogo hace su trabajo como el acomodar al paciente, utilizar una buena técnica radiológica y que posteriormente cuando tomabas una radiografía y la radiografía no cumplía con ciertos parámetros de calidad, pues esa radiografía se repite y eso va directamente relacionado con la dosis de radiación que el paciente está absorbiendo y nosotros mismos como tecnólogos, pues al tener que dar más exposiciones de las que uno considera necesarias, teniendo en cuenta que 2 proyecciones es lo convencional.

Desde el punto de vista protección radiológica, se ve elevado ese parámetro de radiación absorbida. por otro lado, nosotros, pues que somos las personas que diariamente estamos en el grupo del personal ocupacionalmente expuesto, siempre va a estar ese punto ahí en que entre más irradiamos, pues nosotros también vamos a estar comprometidos, por decirlo de alguna manera. En este número de exposiciones que hagamos”.

-¿Considera usted que el nivel educativo de los tecnólogos en Colombia va a lavanguardia con las diferentes nuevas tecnologías para la toma de los estudios radiológicos?

Responde el docente Jaime Andrés Montero Charry.

“En el momento estamos a la vanguardia, pero viene un bum de tecnología muy grande y tenemos que seguir capacitándonos cada día más, de echo los tecnólogos no deberíamos de estar como tecnólogos sino como profesionales de producción de imágenes diagnósticas, en

cuanto a esto debemos proyectarnos y mirar como la norma nos puede ayudar junto con el asociación colombiana de radiología, y el estudio que tenemos, en unos años podamos validar y tener el título de profesionales como licenciados en producción de imágenes diagnósticas”

Responde el Dr. Juan Carlos Orjuela Moncada

“Bueno, realmente esa pregunta tiene mucho, tanto de largo como de ancho; me puse en la tarea de buscar la profesionalización, o sea, de la tecnología para ser profesionales consultar muchísimos planes académicos de todo el mundo, sí de todo el mundo y realmente nosotros en Colombia nos falta muchísimo, la verdad menciono que soy miembro del colegio como Vicepresidente, porque ahorita estamos viviendo un fenómeno bueno desde hace algunos años para acá que es el tema exportación de egresados, entonces resulta que estamos tratando de exportar tecnólogos al exterior a diferentes países, pero en estos países que las exigencias y el nivel de formación del tecnólogo son muchísimo más alta, tanto es así que en Australia, por ejemplo, una de las competencias que debe tener el tecnólogo en imágenes diagnósticas es que debe hacer ultrasonido, ecografía; ustedes saben que aquí por ley, la ley 75 de del médico radiólogo, no se puede hacer, entonces ninguna institución educativa se le ha medido al reto también de formar tecnólogos, digamos que con este conocimiento, independientemente que vayan a ejercer o no en Colombia, sino con una mirada de más allá, entonces el nivel educativo realmente de nosotros, no quiero decir que sea bajo ni que sea mal, pero sí definitivamente nos falta, nos falta muchísimo; tanto es así que en este momento hay 20 programas académicos de tecnología en radiología e imágenes diagnósticas, acá en Colombia hay 8 instituciones de educación superior, tanto el Sena, fundación universitaria del área andina, pues tiene 2, una en Pereira y otre en Bogotá, la UNAD creo que tiene 8, si mal no recuerdo en 8 sedes diferentes. El

Sena también tiene en Medellín, tiene en Bogotá; yo me atrevo a decir que ningún programa académico tienen las condiciones internacionales de formar un tecnólogo en imágenes diagnósticas para ejercer en el exterior, entonces realmente el nivel educativo de nuestro tecnólogo es bajo, pero es muy superior comparado con otros países y otros países que tienen titulación de técnico superior o de técnico, pero realmente la diferencia de ser técnico, tecnólogo o licenciado más que en la formación, está es en la denominación, entonces yo conozco que técnicos realmente técnicos superiores, que tienen muchísima mejor formación que nosotros aquí en Colombia y son técnicos de rayos X, si su denominación en su país es esa, y realmente si están por encima de nosotros desafortunadamente, las leyes colombianas por tratar de hacer algo, desafortunadamente no hemos tenido participación en la creación de esas leyes, lo que han tratado de reducir las horas y sobre todo las horas de formación de los tecnólogos; tanto es así que hay programas académicos aquí en Colombia que están únicamente con 81 o 91 créditos académicos, que comparados con programas internacionales realmente es muy baja esa formación y el que más tiene, si mal no recuerdo. Son 120 créditos académicos, pero, sin embargo, con esa formación no alcanza a ser un programa de carácter internacional, entonces ese nivel educativo de nosotros está muy por debajo, se lo he dicho a muchísimos docentes, también está en nosotros como profesores de tratar de exigirle muchísimo más al estudiante, que sea más participativo de sus propios procesos académicos y que no se limite solo a realizar la labor, cuál era el artículo que le dejó el profesor, sino que tiene que leer tiene que formarse más; Hay un país aquí en Latinoamérica que la formación del tecnólogo es tiempo completo. ¿A qué me refiero? Que es tiempo completo que de 7 de la mañana a 6 de la tarde si son casi que 11 horas de formación y ellos se forman como tecnólogos médicos en cuatro años y tienen casi que una especialización en lo que ellos más les guste puede ser tomografía computarizada.

Resonancia de un año, casi que con esas intensidades. ¿Entonces, cómo pretendemos formar un tecnólogo en imágenes diagnósticas, con un nivel educativo superior, con prácticas de 8 o 15 días o incluso un mes? Es insuficiente, sí, para aprender resonancia magnética es insuficiente para aprender tomografía computarizada si hay algo con lo cual yo tampoco casi no voy es con la formación virtual o la formación a distancia y me perdonan, lo digo con mucho cariño, con mucho respeto, pero las carreras de salud casi que tienen que ser carreras presenciales; El anesthesiólogo, por ejemplo, no se puede formar presencial y virtualmente, nosotros no podemos aprender a manejar medios de contraste, a veces a manejar la reacción de un paciente de forma virtual obviamente, el conocimiento teórico se podría hacer, pero las prácticas tienen que ser reales, un anesthesiólogo y a pesar y digamos que siendo conocedor de una maquina anestesia que ahora son espectaculares, tanto así como las de imágenes diagnósticas de nosotros, el anesthesiólogo, que como muchos dicen casi que se la gana muy fácil, porque el programa su máquina, programa la cantidad del medicamento que le va a suministrar al paciente, programa la cantidad del flujo en la concentración, programa absolutamente todo y la máquina es casi la que hace todo, pero si hay una alerta o llega a fallar algo, el primero que tiene que estar ahí es el anesthesiólogo atendiendo y actuando para poder salvar a su paciente, tanto así como el piloto de un avión, afortunadamente los aviones ahora son totalmente autónomos, pueden despegar y pueden aterrizar solo con el piloto automático, todo el mundo pensaría que los pilotos van a perder sus empleos y gracias digamos que a estos mecanismos de inteligencia artificial están totalmente coordinado para el despegue, el peso del avión, su aterrizaje, pero en caso de que llega a fallar algo, el que debe tomar la decisión, si es el piloto y el piloto del avión de nosotros en los departamentos de Radiología somos nosotros, entonces realmente nosotros tenemos que apuntar a un nivel educativo muchísimo más alto, exigible a nuestras instituciones, que

tengamos planes académicos muchísimo más robustos, muchas más horas de práctica, ojala semestres completos de práctica, yo veía que hay unas universidades que casi que ven tomografía computarizada en un semestre anterior, la teoría en el siguiente semestre, todo el semestre es práctica de tomografía y en ese mes en la parte teórica están viendo resonancia magnética, haciendo en el siguiente semestre y es casi que todo un semestre de resonancia magnética y sin embargo quedan cortos, porque es que son tecnologías que hay muchísimas cosas que aprender día a día muchísimos protocolos a pesar de que los equipos de ahora son muy fáciles de manejar gracias a la inteligencia artificial, pero sí nos falta muchísimo realmente en nivel educativo nos faltan las asignaturas tan importantes como la semiología médica. Yo estuve revisando los planes académicos, pues digamos que ese es uno de mis trabajos como par académico del ministerio, estar muy al día con los planes académicos de las 8 instituciones, ninguna institución educativa aquí en Colombia tienen materias como semiología médica y realmente nosotros sí necesitamos conocer muchísimas semiología médica, ninguna institución tiene embriología; donde embriología básicamente sería el primer paso para poder lograr hacer ultrasonido o ecografía, si no conozco embriología, no la voy a poder hacer entonces, definitivamente son falencias que tiene nuestro nivel educativo, pero tratando de que mejoren nuestros profesores y nuestras instituciones, podríamos llegar a tener un nivel educativo más competitivo y más internacional para ser aceptados de mejor manera en otro país, muchas gracias”.

Responde el docente, Carlos Alberto Molina López

“Cuando hace cuatro años que iniciamos en esta labor de docencia siempre pensé que lo más importante era obviamente enseñar, Sin descuidar obviamente la técnica radiológica, valores, radio protección, bioseguridad, etc.

Pero al ver que el avance, se va haciendo más cercana y más palpable en las instituciones de Colombia, contamos con instituciones de primera calidad donde se encuentran en el ranking latinoamericano, donde estamos segundos por detrás del Albert Einstein de Brasil, la fundación Valle de Lili, algo así como en el número 7 de Suramérica, Centro Médico Imbanaco de 9, es decir, la tecnología está de la mano con nosotros, no hay una institución en la que las ayudas diagnósticas no sean factor primordial para el de paciente. Entonces, el adelanto tecnológico en nuestras instituciones va a una gama tan alta que la docencia tenía que ligar con lo tecnologías que se vienen. O sea, no podíamos quedarnos con enseñar a revelar manualmente, revelar en procesadora, el equipo de pronto muy análogo todavía de tubos o el equipo sin estabilizadores de voltaje, o sea, que dependían de una red externa y que a las 7:00 de la mañana, donde todas las instituciones prenden sus equipos, entonces esos 80 o 70 kilovoltios iban a ver el resto como fluctuando¿Cierto? Los equipos digitales actuales tienen estabilizadores que hacen que sea más estable, para esos factores radiológicos que nosotros utilizamos; con el transcurrir del tiempo, si ha variado y la docencia tenía que verse ahí y, en este momento se está trabajando sin parar, pues la educación está trabajando bien y avances están ocurriendo en este momento para que los alumnos que van a graduarse en 2, 3 o 4 años o que en este momento están ingresando a la carrera, pues puedan ir sirviendo como parte del avance. ¿Qué es lo que ellos se van a encontrar al momento de su grado? Porque no nos podemos quedar en lo que está ahora y enseñarle lo que está ahora. Sí, lo que ellos en 2 o 3 años van a ver es algo totalmente distinto.

Entonces aprendimos con el cuerpo docente, que lo que tienes que hacer es dar unas instrucciones de lo que ocurrió, lo que está actual con lo que se va a enfrentar en el campo laboral, pero también que se puede encontrar más adelante, esa es la parte que la docencia tiene que ir haciendo desde el punto que espera uno, pues que todos los docentes vayan como relacionando. Es la idea”.

-¿Cómo visualiza usted la radiología para el año 2050 a nivel Mundial?

Responde el docente Jaime Andrés Montero Charry.

“A nivel mundial, la radiología para el 2050 debe de estar muy avanzada, pudiendo llegar a los rincones más oscuros del planeta, donde me imagino que los estudios radiológicos se puedan dar en un segundo, y donde se tomen los estudios se deben dar los diagnósticos lo más pronto posible y, eso es la proyección, ¡¡así debe de ser!! Debemos estar capacitado cada día para la tecnología que llega”.

Responde el Dr. Juan Carlos Orjuela Moncada

“Bueno, realmente si nos damos cuenta uno de los más grandes avances científicos que ha ayudado la humanidad realmente son las imágenes diagnósticas, desde el tiempo de su descubrimiento, es algo que se viene desarrollando cada día más rápido, gracias a la misma tecnología, realmente en año 2050 yo creo que ya yo por lo menos no estaré, no podré vivir esos desarrollos, pero sí pienso que esto va a tener grandes cambios para tener desde la misma concepción de producir radiación que sea muchísimo más efectiva, sin tantos riesgos para la humanidad, que esos protocolos que cada día van a ser mejor definidos y más estandarizados con lo que se está tratando de buscar. Lee al paciente y obviamente, pues ahí tiene que intervenir muchísimo la formación, incluso al médico general porque la mayoría de los estudios no nos digamos mentiras, aquí en Colombia básicamente son ordenados por el médico general o

por un especialista Sí, y desafortunadamente si nosotros estamos, digamos que un poco bajos en el nivel educativo, en la tecnología en radiología e imágenes tecnológicas, las carreras de salud como medicina también lo sufren, yo tengo conocidos que son médicos generales y ellos tampoco y desafortunadamente, nunca rotaron por radiología. Entonces uno dice como un médico de formación. ¿No pudo rotar por radiología? No saben ni solicitar un estudio Imagenológico y de pronto, a veces llega unas ordenes de médicos y uno dice Guau, quién le ordenó esto, X persona, el señor de la droguería, que le paso al médico, y dices absurdo que realmente ellos no lo sepan ordenar, entonces yo considero que para el año 2050, gracias a todos estos avances tecnológicos y científicos, la radiología tendrá muchísimos grandes cambios, principalmente para el beneficio de la humanidad definitivamente en cuanto a beneficios, en cuanto a más bajas dosis de radiación, en cuanto a efectividad de diagnóstico, porque ya se van a poder comparar con algoritmos de inteligencia artificial con muchísima mejor data definitivamente.

¿Qué es lo que está haciendo ahora la industria de equipos de imágenes diagnósticas? Si no vamos muy atrás, La compañía Huawei es conocida aquí en Colombia por los teléfonos celulares y computadores, portátiles, laptop, en el año de pandemia, en el 2020 donaron un software de inteligencia artificial al hospital militar central en Bogotá para diagnóstico de COVID 19 a través de tomografía de rayos X, como en tres o cuatro meses lograron obtener una data de más de 100.000 pacientes con VIH. Entonces realmente esas ayudas de tecnología para un futuro van a ser muchísimo más grande y definitivamente nuestra labor de tecnólogo en imágenes diagnósticas cada vez va a ser más importantes, porque a pesar de que ahora, también por inteligencia artificial que en el equipo de rayos X del tomógrafo le diga al paciente, Oiga, usted está mal ubicado en la mesa, no está centrado, está rotado. Nosotros siempre tenemos que

estar ahí presentes como soporte y como pilotos de nuestro equipo de radiología o de nuestro mismo centro de imágenes diagnósticas. Entonces lo que viene es realmente muchísimo, en cuanto a avances científicos y tecnológicos, y para el 2050, en estos 25 años largos que nos quedan vamos a tener grandes cambios”.

Responde el docente, Carlos Alberto Molina López

“Bueno, pues te cuento que hace algo así como unos 2 meses estuve en una reunión que cuando me invitaron las vi como muy futuristas, estamos hablando que iba a ocurrir en 12 años, dije, 12 años, pues uno se imagina al ritmo que va la tecnología.

Uno empieza a pensar cómo va a ser la enfermedad, va a ser la misma cierto, de pronto enfermedades o patologías que se pueden explicar en este momento con la ayuda de un resonador magnético, pues seguramente en ese momento habrá algo que sí haga que ese diagnóstico sea más confiable, sin menos intervención, porque eso es lo que estamos visualizando en los algoritmos, la realidad virtual está metiéndose fuertemente por que de lo que hablábamos era que; por lo menos para el año 2042 o 2045 esta radiología sea de alimentar de información, bases de datos, puede ser una data fuerte con muchas circunstancias que indiquen una misma enfermedad, enseñarle a esa realidad virtual, por decirlo de alguna manera cómo encontrar ese diagnóstico, vamos a montar 400 o 500 radiografías de tórax normales y de pacientes normales o pacientes con patrones radiológicos muy claro, sí, de diferentes edades, de modo que cuando la radiografía que no va a desaparecer la tomemos. La realidad sea la que ella vea, el porcentaje de que esta radiografía tenga este diagnóstico es del 70, 80%. Con eso seguramente el médico radiólogo, va a ir muy a la fija de dar un diagnóstico médico, eso es un adelanto; se supone que allá tenemos que llegar y es enseñarle a esas bases de datos como distinguir, dado que estas bases de datos no tienen el ojo que tiene una

persona, no va a desaparecer la atención, vincular al paciente con la institución, eso no va a desaparecer, cierto! no debe ser, no es lo correcto, porque diariamente hablamos de humanización de los servicios de salud, seguramente eso no va a desaparecer, pero si tenemos que enseñarle a estas bases de datos, como distinguir estas diferentes patologías; yo creo que para allá vamos, a enseñarle a las máquinas a que sean un apoyo.

No solo un mecanismo de adquisición de imágenes, sino un apoyo diagnóstico para el médico radiólogo; yo creo que vamos muy cercanos a eso, creo que por allá más o menos vamos a ir a parar”.

-considera usted que los equipos de imágenes diagnósticas con el principio de radiación ionizante como lo son, Rx convencional, TC, mamografía, fluoroscopia, ¿son lo suficientemente seguro con respecto a la radioprotección de POE como para eliminar el riesgo laboral V a los tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas en Colombia? Justifique su respuesta.

Responde el docente Jaime Andrés Montero Charry.

“¡¡Para nada!! Ese alto riesgo no se puede quitar todavía, mientras usted esté utilizando equipos de fluoroscopia, mamografía, intensificador de imágenes, equipos de hemodinamia e incluso los TC que ahora son multi detectores, usted en TAC tiene alrededor de 64, 128 y 256 detectores, todos estos están generando radiación ionizante, donde está llegando radiación al tecnólogo que está manejando el equipo, constante y diario, en turnos de 6 horas, 8 horas y 12 horas atendiendo pacientes, durante este tiempo se está recibiendo radiación así el área este plomada, con este tipo de seguridad que tiene los equipos de rayos X, no se podrá derogar el decreto donde la ARL debe de proteger y asegurar a sus tecnólogos con el riesgo V,

donde se trata de riesgo de radiación ionizante; hasta que no haya un estudio estadístico que demuestre a nivel mundial que no se irradian las personas, y hasta que no se certifique que los tecnólogos se irradian menos del 1% con radiación ionizante, no se podrá quitar el riesgo”.

Responde el Dr. Juan Carlos Orjuela Moncada

–Si la respuesta es sí y no, yo digo que no, así de corto y nos sobran 5 minutos de la entrevista, pero realmente considero que la radiación ha mejorado muchísimo los equipos de hoy ya son mucho más seguros, de hecho, ya no solo tienen ánodos rotatorios sino ánodos fijos, eso nos ayuda muchísimo a que a que la radiación sea mucho mejor dirigida, pero sin embargo, y eso es una pelea que estamos dando, desde el Colegio, es que la radiación sigue siendo radiación Sí, y eso no cambia tiene las mismas propiedades, tiene la propiedad sobre todo de atravesar la materia de ser invisible. Y a lo que me refiero con atravesar la materia es que la radiación a través de la materia y la altera, entonces, esas alteraciones de la materia siguen siendo una realidad por más baja dosis que se use, sigue siendo un peligro y no nos debemos dejar quitar ese riesgo V verdad. únicamente para los tecnólogos que hacen resonancia magnética, porque científicamente, pues todos sabemos y está comprobado que la resonancia magnética, pues no tiene radiación, sí hay instituciones en Colombia que la han querido quitar nosotros del Colegio, estamos dando la pelea para que realmente no sea así, Porque la radiación sigue siendo radiación, los riesgos son latentes y permanentes, entonces no nos debemos dejar quitar esto debemos seguir en la batalla, porque realmente lo que está en vilo es nuestra vida, de pronto los cambios ahorita, pues ustedes que están jóvenes, no lo van a sentir, pero en algunos años si se van a dar cuenta y van a decir, yo trabajé en tal institución y la protección radiológica realmente era muy mala y eso afectó mi salud. Esa sería mi respuesta”.

Responde el docente, Carlos Alberto Molina López

“Bueno, te cuento que hay varios puntos de vista que son los que abarcan esta pregunta, sí, la interacción fuera con un físico médico pues, dejándose influenciar por muchos otros factores más de tipos administrativo, pues uno pensaría que el tema lo van a terminar con un riesgo 3 o 4 y no en el 5 como está ahora, porque si bien es cierto, los equipos están muy bien calibrados, o sea, la legislación, obliga según la ley 486 que haya un régimen de radio protección, vigilancia y educación de las personas que trabaja en estos equipos; no podemos esperar que una persona que todo el día trabaja atendiendo pacientes no este, obviamente más expuesto a esta radiaciones, hay equipos que irradian muchos más unos que otros. Sí, evidentemente, yo en algún momento pensé que íbamos a llegar a algo muy similar a lo que ocurre con la chatarrización de los vehículos automotores en las grandes ciudades, ciertos vehículos de más de 20, 25 años hay que chatarrizarlo pues uno no sabe a quién afecta, es cierto, pero sería como la mejor manera para no que decir todos los equipos tienen un estándar de radiación y de pronto, viéndolo desde ese punto de vista, uno podría asegurar cierta calidad o cierta estandarización en la radio protección, Si de pronto teniéndolo así hablando de la salud del tecnólogo, uno dice listo, seguramente nos van a bajar el régimen.

Pero, así como estamos en este momento, donde podemos encontrar equipos de modelos tan antiguos, yo creo que de los ochentas y que están trabajando y que están legislados porque fueron registrados anteriormente y fueron registrados ante la secretaría de Salud departamental, pues uno piensa que el riesgo 5 debe mantenerse vigente; si todos los tomógrafos en la ciudad tuvieran un control de mantenimiento anual donde el físico va, vigila que la dosimetría se mantiene y es obligatoria, así la situación sería muy distinta, pero en sitios como

los que encontramos en Cali, Medellín, Bogotá, Barranquilla, donde las cooperativas lo que le importa es contratar al tecnólogo sin tener que pagarle más por tener que cubrir este riesgo, vamos a encontrar equipos de mala calidad, malos blindajes, carcazas en mal estado, colimadores en mal estado, ahí el riesgo 5 debe mantenerse; cierto unas por otras, vamos a manejar equipos de muy buena calidad, muy bien calibrados, ahí sí! vamos a valorar si el riesgo 3 es lo que debía hacerse, pero mientras los equipos en los que trabajemos no ofrezcan una garantía de radio protección, yo pienso que es el riesgo cinco el que debe mantenerse”.

Conclusión a entrevistas.

Después de la opinión de los expertos, en cuanto a las preguntas realizadas que intentan abarcar todo el cuerpo de la monografía cómo tal, podemos concluir pregunta a pregunta lo siguiente:

- ¿Qué concepto tiene usted sobre la lectura de estudios diagnósticos por parte de los médicos radiólogos que residen en otro país?

Esta pregunta se hizo, tratando de incluir un poco el tema de la teleradiología, sabemos que la teleradiología es una herramienta importante, para llegar a esas zonas lejanas donde es difícil que llegue un médico radiólogo para una lectura oportuna de los estudios.

Con las respuestas de los expertos podemos llegar a la conclusión que cómo dijimos al principio, este tipo de lecturas a distancias son de mucha utilidad en pueblos o lugares alejados, que más allá de lo que se piense de los radiólogos que leen desde otras partes del mundo que efectivamente si los hay, lo que se espera es que esas lecturas sean lo más acertadas posible, es decir no solo contar con una lectura bien sea un médico radiólogo presencial o a distancia que

diga correlacionar con historia clínica, sino que pueda ir más allá y pueda dar un panorama más claro sobre las patologías del paciente, de igual manera es algo en lo que se viene trabajando en el ámbito nacional sobre lo de estandarizar las lecturas y es algo que viene acompañado igual de la inteligencia artificial. Igualmente aunque el entrevistado Carlos Orjuela nos haya dicho que la pregunta era más enfocada en los radiólogos, el Profesor Carlos Molina nos da una respuesta que nos da a entender una buena lectura depende exclusivamente del trabajo que realicemos nosotros cómo tecnólogos, dándonos a entender la importancia que tenemos en este campo, siendo real el dicho de que –somos los ojos del radiólogo||

¿Qué impacto medioambiental cree usted que se ha presentado en el planeta a raíz de la llegada de los rayos X por medio de la radiología convencional hasta la actual radiología digital?

Los expertos compartieron pensamientos en cuanto a lo de la radioprotección, dándonos a entender cómo desde la creación de los rayos x, se pasó por alto los efectos adversos que podían ocurrir en el ser humano, y fue gracias a esa falta de conocimiento que incluso hasta el día de hoy, muchos de los técnicos de hace varios años tal vez en la actualidad pueden tener algún tipo de cáncer que de una u otra manera puede estar asociado con la radiación, es por eso que el cambio de RC a RD aporta mejoría en cuanto a la radioprotección ya que los equipos de la actualidad son mejores que los de la época, es por eso que se usa menos radiación, los tiempos son menores a los de los equipos anteriores, y en cuanto al impacto ambiental es claro que la radiología digital ha dado un gran paso hacia la modernidad y hacia ser más amigable con el medio ambiente, ya que no es necesario para el post proceso de las imágenes, revelarlas cómo se hacía anteriormente, haciendo uso de los químicos que se requerían para estos procesos, que cómo nos dijeron los expertos después del revelado de las imágenes, los residuos de estos

químicos, eran desechados por la cañería de la clínica cómo si nada, causando un problema de salud pública.

¿Considera usted que el nivel educativo de los tecnólogos en Colombia va a la vanguardia con las diferentes nuevas tecnologías para la toma de los estudios radiológicos?

Esta fue una pregunta en la cual nosotros enfatizamos a los entrevistados que era muy importante, no es que las otras no lo sean, sino que sentíamos que esta pregunta nos involucra y de una u otra manera nos ayudaría a tener una idea más clara sobre cómo sería todo una vez estemos en el campo laboral. Los expertos respondieron en esta oportunidad estuvieron muy distanciados en sus respuestas, es decir mientras uno de los expertos nos decía que los tecnólogos si vamos a la vanguardia con el progreso de la radiología, otro nos decía que la radiología ha tenido un avance significativo al cual los profesores y las universidades deben estar al tanto para enseñarlo a sus estudiantes para estar a la par, pero una respuesta que llamo mucho la atención fue la del profesor Juan Carlos Orjuela, y decimos que llama la atención porque es una respuesta que de una u otra manera mencionamos en el desarrollo de esta monografía ya que cómo mencionaba el experto, los tecnólogos en radiología actualmente no se encuentran a la vanguardia para el campo laboral, por ejemplo hablando de tomografía, muchos de los graduados salen con conocimientos muy básicos o casi nulos ya que cómo lo mencionaba el 8 o 15 días de práctica en tomografía resultan ineficientes a la hora de salir al campo laboral en esa área, y es que en la actualidad ya a donde se vaya a buscar trabajo te piden que aparte de saber rayos x convencional, también debes saber tomografía, y a no ser por una oportunidad brindada por la entidad que te contrate, resulta casi imposible la vinculación en una entidad de salud, sin experiencia y sin conocimientos sólidos, y esta resulta ser solo la punta del iceberg ya que hay

muchas más tecnologías en las que el tecnólogo no sale preparado, es por eso que en algo que si concuerdan los 3 es en la profesionalización de la carrera, pero esto no solo con el fin de hacernos profesionales, sino con el fin de poder mejorar los pensum académicos, que sean más profundos y minuciosos y una de las propuestas que incluso es algo que nosotros teníamos en mente incluso antes de la entrevista, y era que dentro de la carrera, pudieran brindar el espacio para uno especializarse por así decirlo en un área de preferencia, es decir hemodinamia, Tc, RMN, etc. En conclusión aunque la teoría es muy importante y es la base de toda carrera, sería mucho mejor que pudiera ir acompañada de lo práctico ya que en el caso de los tecnólogos en imágenes, es en el campo práctico donde de verdad nos hacemos.

¿Cómo visualiza usted la radiología para el año 2050 a nivel Mundial?

En resumidas cuentas, los expertos asocian el avance de la radiología para esa época, muy estrechamente con la inteligencia artificial, ya que aunque para este tiempo ya vemos mucho de ella, en el 2050 ya la radiología estará a otro nivel, donde la inteligencia artificial estará como principal protagonista, ¡ojo! No quitándole el trabajo a los tecnólogos porque son ellos los que la pondrán en marcha, pero de una u otra manera si dejará a un lado a aquellos que no la usen.

¿Considera usted que los equipos de imágenes diagnósticas con el principio de radiación ionizante como lo son, Rx convencional, TC, mamografía, fluoroscopia, ¿son lo suficientemente seguro con respecto a la radioprotección de POE como para eliminar el riesgo laboral V a los tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas en Colombia? Justifique su respuesta.

En respuesta a esta pregunta, los expertos fueron enfáticos y precisos, NO están de acuerdo con la eliminación del riesgo laboral V, puesto que las condiciones en muchas instituciones no son óptimas ni seguras para pasar a un riesgo más bajo, es decir en muchos

lugares encontramos equipos muy antiguos, mal calibrados, un plomado deficiente y ese riesgo V es lo único que nos queda después de toda la radiación a la que estamos expuestos durante el día, incluso uno de los expertos se atreve a decir que hasta que no esté totalmente comprobado que gracias al blindaje y a las dosis bajas de radiación, el tecnólogo está expuesto a menos del 1% de radiación no se debe retirar el riesgo V es por eso que aquellos referentes de la tecnología en radiología como el vicepresidente del colegio colombiano de tecnólogos y profesionales en radiología Juan Carlos Orjuela, trabajan arduamente en pos de velar por los derechos de toda una agremiación.

Análisis y cierre del documento

Después de plasmar todo el recorrido de los rayos X a través de la historia, es importante conocer puntos de vista más personales y menos teóricos, ya que en muchas oportunidades lo real o práctico puede que no vaya tan pegado a lo teórico.

A lo largo de la historia, la radiología ha tenido un gran avance, durante 127 años hemos visto cómo ha impactado a la humanidad el descubrimiento de esta ciencia, convirtiéndose en un gran apoyo diagnóstico en el área de la salud. Incluso hemos visto cómo el avance de la radiología se ha ido adaptando a las épocas, en la actualidad la radiología en general está muy avanzada, han ido surgiendo muchos nuevos estudios e incluso los ya existentes, han mejorado notoriamente, y esto influye proporcionalmente a otros puntos importantes como por ejemplo el termino ALARA el cual mencionamos y busca principalmente la optimización del uso de las radiaciones ionizantes, pero cómo se mencionó al principio de este análisis, una cosa es lo teórico otra cosa es lo práctico, y realmente en la universidad o mientras te estas preparando efectivamente te inculcan muchas cosas sobre la protección radiológica, la seguridad nuestra y la seguridad del paciente pero una vez en lo asistencial vemos cómo muchos tecnólogos y técnicos no son responsables con el uso de las radiaciones ionizantes, dejando al lado acciones prácticas cómo el proporcionarle guantes, chaleco, protectores gonadales a los pacientes que lo requieran, o prácticas cómo optimizar los tiempos de exposición o mermar al máximo las repeticiones de estudios entre otros, pero esto no se hace y vemos en los servicios cómo las puertas plomadas se vuelven un adorno, los chalecos y demás son solo adornos de las salas de imagenología, entre otras prácticas poco seguras.

Otro punto no menor es el avance de la radiología el cual no ha sido proporcional al avance del personal operativo, cómo analizamos a lo largo de la monografía cómo en 1936 fueron apareciendo los primeros auxiliares de radiología los cuáles fueron preparados acorde a la época y así poco a poco cuando la radiología fue ganando más amplitud, fue necesario que esos auxiliares pasaran a ser técnicos, los cuáles eran instruidos acorde a lo realizado en esa época, ahora tocando en tema nacional, debido a la falta de oferta educativa en esa época creó un gran número de empíricos los cuáles eran avalados luego por los mismos hospitales donde aprendían, y tal vez ahí empezaron las falencias que al día de hoy se pueden percibir ya que muchos de ellos eran formados en la parte práctica pero en la parte teórica no eran muy claros, ya con el cambio de técnico a tecnología, muchos de ellos se vieron obligados a estudiar para homologar su conocimiento y otros cuantos decidieron hacerse a un lado, el cambio a tecnología anunciaba cómo las cosas iban a cambiar ya que a la fecha el campo de la radiología se ha visto muy impactado por el progreso, lo que crea una necesidad de personal idóneo para operar los distintos equipos que existen y a su vez realizar los estudios pertinentes. Es por eso que pienso en la necesidad de dos cosas, una de ellas enfocarse en que los estudiantes que están haciendo una tecnología puedan formarse con el mejor pensum que les pueda dar las herramientas necesarias para salir al campo laboral, además pienso que sería muy bueno que se enfocaran más en lo práctico o que hubiera un equilibrio entre práctica y teoría y que durante la carrera se pudiera escoger bien sea tomografía, resonancia, hemodinamia etc... cómo línea de profundización para así salir entendiendo bien estos estudios, ya que personalmente pienso que 11 días de práctica por ejemplo para tomografía o resonancia o lo que sea, no es suficiente tiempo y es ahí donde podemos tener dificultades en el campo laboral al graduarnos. La otra idea podría ser profesionalizar la carrera, teniendo en cuenta el avance de la radiología así cómo lo mencioné

anteriormente a través de los años y del avance la carrera ha ido pasando de auxiliar a técnico y de técnico a tecnología y a mi parecer es el momento de que la carrera sea profesional y que aquellos que ya son tecnólogos homologuen y se conviertan en profesionales de igual manera.

A la final después de las entrevistas realizadas a los expertos, pude observar cómo muchas de las respuestas de ellos, me daban un panorama más claro y a la vez re afirmaban los pensamientos plasmados en la monografía, ya que muchas de sus respuestas personalmente las comparto en su totalidad. Resulta ser una parte muy importante en la monografía ya que le da más credibilidad y valor a la misma.

By Alejandro López Martínez

Desde el descubrimiento de los rayos X y su paso por la radiología convencional-análoga, hasta la actualidad donde aparece la radiología digital, se ha evidenciado que estos han sufrido varios cambios de gran importancia tanto en la toma y adquisición de la imagen, como también cambios en la exposición radiológica, donde todos los avances tecnológicos han llevado a la perfección de la imagen diagnóstica.

No obstante, es importante observar el impacto medioambiental que ha tenido la llegada de los rayos X a la humanidad, dado que desde el inicio de los rayos X se desconocían en su totalidad los riesgos o los eventos adversos que ocasionaba al hombre la exposición a este tipo de rayos, donde a lo largo de la historia podemos observar cómo han ido apareciendo diferentes patologías producto de la radiación ionizante, donde los pacientes presentaban desde quemaduras de primer grado hasta quemaduras de tercer grado o inclusive enfermedades severas para la época como lo era el cáncer, todo esto producto a la exposición a la radiación ionizante. Todo lo anterior sin mencionar el impacto medioambiental que produce los químicos reveladores y

fijadores empleados para la impresión de la imagen radiológica en los acetatos de la época, dado que estos líquidos eran usados y eliminados en los canales de agua residuales o aguas negras, las cuales estas mismas eran desembocadas en los vertederos que tenían como fin las aguas de los ríos, quebradas, nacimientos o mares.

Con la llegada de las nuevas tecnologías estos problemas han ido teniendo menos impacto para el medio ambiente, dado que los equipos radiológicos de hoy en día requieren de un método diferente de impresión de la imagen radiológica, donde los químicos reveladores cada vez tienen menos auge y en su reemplazo aparece la radiología con digitalizadores, donde la imagen es post procesada en equipos mediante un software, este digitaliza las imágenes mediante una herramienta DICOM, donde estas imágenes son enviadas a un PACS donde posteriormente son visualizadas mediante un software desde cualquier parte del mundo. Así las cosas, este tipo de tecnología trae consigo algunas bondades en beneficio del POE y no OE ya que la dosis de radiación que emite estos equipos digitales es mínima, comparada con los equipos análogos.

Para mí es muy importante este tipo de tecnología ya que gracias a esta tanto los pacientes como los tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas, están expuestos a menores dosis de radiación.

Por otro lado considero que la tecnología cada vez avanza a buen ritmo y que en un futuro la tecnología traerá consigo nuevas formas de adquisición de imágenes diagnósticas, equipos con más capacidad de post proceso de imágenes, menor dosis de radiación, menor tiempo de adquisición de imágenes entre otras grandes cosas, la cual al día de hoy como tecnólogos en formación de radiología e imágenes diagnósticas contamos con los recursos y herramientas necesarias para adquirir el conocimiento necesario para tener un buen desempeño

laboral. Lo otro es que la universidad contribuye con este proceso, pero a medianos esfuerzos, dado que se requiere que las universidades diseñen y ejecuten planes educativos donde los conocimientos adquiridos de estudiante vayan a la vanguardia de las nuevas tecnologías existentes, para ellos es importante que haya más profundización en el campo práctico universitario, logrando así que sus tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas egresados de universidades acreditadas en alta calidad sean totalmente integrales capaces de desenvolverse en sus labores diarias desde el primer día, diferente a lo que es en la actualidad, donde los tecnólogos recién egresados ingresan a un empleo con el ánimo de aprender y obtener conocimientos básicos que quizás no se consiguieron en el paso por la universidad.

Con esto quiero decir que es muy importante que nosotros como estudiantes nos enfoquemos en ampliar conocimientos, absorber información que nos ilustre, investigar todo tipo de información académico confiable, todo esto para estar actualizados en cuanto a las nuevas tecnologías, es evidente que el campo de estudios diagnósticos es muy dinámico, donde cada vez surgen nuevas tecnologías, es por esto que el nivel académico de los tecnólogos debe ser lo bastante amplio para asimilar e interactuar con las nuevas tecnologías venideras, donde al llegar este nuevo tipo de tecnología por derecha debería de avanzar nuestro grado académico, es decir pasar del grado de tecnólogo en radiología en imágenes diagnósticas a profesionales licenciados en producción de imágenes diagnósticas grado que se puede tramitar ante el Ministerio de Educación y ante el ICFES. Es a este grado donde todos los tecnólogos debemos trazar metas y velar por que los derechos laborales y salariales se mejoren, dando el verdadero reconocimiento a la labor como es la adquisición de imágenes diagnósticas.

En términos generales la investigación y posterior elaboración de esta monografía despeja muchas dudas e informa o ilustra a las nuevas generaciones de estudiantes de tecnologías en radiología e imágenes diagnósticas, pues es una monografía con información actualizada, resumida y verídica; la cual aporta conocimientos en el área de investigación radiológica, además de lo anterior, el poder investigar, indagar, cuestionar, intuir, analizar y comprobar diferentes fuentes de información académica referentes al tema investigado, creó en mí el descubrir lo apasionante que es poder investigar, me enseñó como analizar un texto, como redactarlo, donde y como investigar, como citar y referenciar las diferentes informaciones extraída de los diferentes fuentes de investigación académica; el poder leer un artículo y, ese artículo llevarlo a leer otro ya sea para afianzar o corroborar lo que dicen los anteriores, el poder leer y comprender lo leído, el analizar información y darle forma a una investigación, es realmente gratificante tanto para las personas que escribimos temas de investigación como para las personas que darán lectura a la monografía.

By Styth Cruz

Conclusiones

Finalmente abordamos la conclusión de este trabajo con gran alegría puesto que a través de todo el documento, tratamos de plasmar puntos muy importantes desde el descubrimiento de los rayos X y hasta la actualidad y no solo a nivel global sino que también se tuvo en cuenta lo nacional, mostrando cómo llegaron los rayos X a nuestro país Colombia, y cómo a través de la historia han ido evolucionando.

Mediante la elaboración de este trabajo de investigación se trazaron unos objetivos generales y unos objetivos específicos, partiendo del planteamiento de una pregunta de investigación, la cual se le dio como título la transición de la radiología digital a la radiología convencional, donde se le dio enfoque en identificar los posibles efectos negativos o positivos que haya presentado dicha transición mediante su proceso evolutivo.

Este recuento histórico dejó ver los momentos de la historia más trascendentales para la física, incluyendo a cada uno de los participantes de este proceso evolutivo donde el protagonista son los rayos X; cabe recalcar que, desde los inicios de la aplicabilidad de los rayos X al diagnóstico médico, se presentaron momentos negativos para la salud de las personas, dado que los rayos desde su descubrimiento era de origen desconocido, por lo que ocasionaba eventos adversos en ocasiones graves, tan graves! tanto como, que estos conducía a la muerte de los paciente o del personal que manipulaban esta fuente de radiación; todo esto hace parte de los efectos negativos que se presentaron mediante la radiología Convencional.

Por otro lado, observamos el proceso de inserción de la radiología a Colombia, donde hay constantes avances que son aplicados por medio de personal altamente capacitado; donde a su

vez surgen necesidades de cambiar patrones de procesos que llevan a que él sea menor expuesto a radiación ionizante el personal ocupacionalmente expuesto.

Con el documento planteábamos aclarar dudas, conocer la historia y afirmar conocimientos adquiridos, de ella podemos resaltar que la radiología tiene mucha tela por cortar, que la inteligencia artificial es algo que viene con toda y viene para quedarse, y cómo se mencionó a lo largo de la monografía, no viene a reemplazar a los tecnólogos, pero si puede reemplazar a los que no hagan uso de ella. El hecho claro es que cómo futuros tecnólogos para los que vienen en proceso y cómo tecnólogos, es importante siempre mantenerse actualizado ya que cómo dijimos la radiología es una de las áreas de la salud donde más avance tecnológico ligado a la IA hay es por eso que es nuestro deber para mantener en el mercado laboral, estar al tanto de todo lo venidero.

Es un documento valioso para la comunidad y el gremio de los tecnólogos en radiología ya una información de importancia en cuanto al ayer y al hoy, además tiene un plus extra y es que nos habla de los principios físicos que nunca cambiarán y que de una u otra manera muchas veces omitimos que que resultan de mucha importancia a la hora de ejercer.

Por último queremos recatar que antes de iniciar la monografía se tenían muchas dudas respecto al tema, pero a medida que íbamos avanzando nos íbamos dando cuenta de que muchas de las dudas se iban aclarando y que aquellas cosas que pensábamos o incluso habíamos vivido eran realidad, pero una parte de mucho valor y la cual afianzo todo lo pensado, fue el panel de expertos ya que contamos con respuestas únicas y exclusivas que le dieron peso, valor y credibilidad a esta monografía. Sin duda alguna, la participación del personal en el panel de expertos, permitió que este tema de investigación diera un rumbo más centrado, ya que el aporte

de cada uno de los entrevistados fue de gran peso para la elaboración de este tema, ya que ellos viven la radiología de primera mano, la llegada de radiología convencional ha estado en las manos de ellos desde muchos años atrás y donde cada uno de ellos con respuestas a su modo, mostrando en unas respuestas una ligera separación en los pensamientos, pero en su mayoría todos concordaban. Finalmente se cumplieron las expectativas planteadas.

Referencias Bibliográficas

Academia. (2021). *Historia de la Radiología | Academia Nacional de Medicina de Colombia*.

Anmdecolombia.org.co. <https://anmdecolombia.org.co/historia-de-la-radiologia/>

Bell, G., & Doménech, A. (n.d.). 6. *LA RADIOLOGIA*. Untitled.

https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1377/6.La_Radiologia.pdf

Bolaños, M. A. (2008, 04 14). *Interacción de la radiación con la materia*. radiación con la

materia. https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_2.pdf

Borrero Borrero, L. (2010). Radiología e informes radiológicos en el hospital de San José de

Bogotá 108 años de la sociedad de cirugía de Bogotá. *Revista Repertorio de Medicina Y*

Cirugía, 19(3), 220–230. <https://doi.org/10.31260/repertmedcir.v19.n3.2010.616>

Concepto 193571 de 2020 Departamento Administrativo de la Función Pública - Gestor

Normativo. (2020, September 21). Funcionpublica.gov.co.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=142248#:~:text=Los%20servidores%20que%20laboren%20en,derecho%20a%20la%20prerrogativa%20establecida.>

CORDIS | European Commission. (2022). Europa.eu. [https://cordis.europa.eu/article/id/87058-](https://cordis.europa.eu/article/id/87058-advancing-enhanced-imaging-tools-for-better-cardio-diagnostics/es)

[advancing-enhanced-imaging-tools-for-better-cardio-diagnostics/es](https://cordis.europa.eu/article/id/87058-advancing-enhanced-imaging-tools-for-better-cardio-diagnostics/es)

desskriga. (2013). *Radiologia digital vs convencional*. Slideshare.net.

<https://es.slideshare.net/desskriga/radiologia-digital-vs-convencional>

El rincón de la historia. (n.d.). *William David COOLIDGE*. El rincón de la historia.

<https://www.webcir.org/elrincondelahistoria/williamdavid.php>

Flors, L., Altes, T. A., Mugler, J. P., de Lange, E. E., Miller, G. W., Mata, J. F., Ruset, I. C., & Hersman, F. W. (2015). RM con gases hiperpolarizados: Nuevas perspectivas en el estudio de enfermedades pulmonares. *Radiología*, 57(4), 303–313.

<https://doi.org/10.1016/j.rx.2014.12.011>

Gálvez Moya, Marcelo. (2017). Inteligencia Artificial en Radiología: ¿Seremos reemplazados por las máquinas? *Revista chilena de radiología*, 23(3), 90. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082017000300001>

Giron, J. (2009, 03 de Octubre) Revelado Manual de Películas Radiográficas. [Vídeo] Youtube.

https://www.youtube.com/watch?v=Oi615_QR0OQ&t=389s

Ministerio de Salud y Protección Social. (2019, October 3). *Establecen disposiciones para la telesalud y parámetros para la práctica de la telemedicina en el país*. Resolución número 2654 de 2019.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%202654%20del%202019.pdf

Moreno Gómez, E., & López Sancho, J. M. (2017.). *Breve Historia de la Radiactividad*. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. Breve Historia de la Radiactividad. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC.

<https://museovirtual.csic.es/coleccion/amaniel/radiactividad/radio1.htm>

Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. Sala de la Radiactividad. (2007). *Breve Historia de la Radiactividad* (Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). ed.).

<https://museovirtual.csic.es/coleccion/amaniel/radiactividad/radio1.htm>

- Organización Mundial De La Salud. (2003). *Las Funciones Esenciales DeLa Salud Pública En Las Américas*. IRIS PAHO Home.
https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53125/9789275322659_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peñarrubia, P. F. (2016, 07 8). *Marie Curie y los Rayos X*. Centro de Estudios Santa Gema.
<https://www.fp-santagema.es/marie-curie-y-los-rayos-x/>
- Posada, M. (2022). *Sistema de apoyo para la comunicación humanizada con personas sordas en los servicios de radiología*. [Monografía]. Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49834>.
- RamSoft. (2021, December 13). *Historia de la Radiología: Cronología, Pioneros, Invenciones*.
RamSoft. <https://www.ramsoft.com/es/history-of-radiology/>
- Redacción Médica. (2021, April 19). *Radiología Intervencionista: Trata tumores antes inaccesibles*. Redacción Médica; Redacción Médica.
<https://www.redaccionmedica.com/secciones/tecnologia/-la-radiologia-intervencionista-permite-tratar-tumores-antes-inaccesibles--3020>
- Tubo de rayos X de Coolidge • Material de laboratorio • Quimicafacil.net*. (2020, August 24).
Quimicafacil.net. <https://quimicafacil.net/infografias/material-de-laboratorio/tubo-de-rayos-x-de-coolidge/>