

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**CONOCIMIENTO DE LOS PACIENTES SOBRE RADIACIÓN IONIZANTE EN  
LAS EXPOSICIONES MÉDICAS**

**MIRIAM PATRICIA CALDERÓN PÉREZ**

Tesis

Presentada ante las autoridades de la  
Escuela de Estudios de Postgrado de la  
Facultad de Ciencias Médicas  
Maestría en Ciencia Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas  
Para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Marzo 2022



# Facultad de Ciencias Médicas

## Universidad de San Carlos de Guatemala

ME.OI.112.2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Miriam Patricia Calderón Pérez

Registro Académico No.: 200910128

No. de CUI : 1789498680101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Radiología e Imágenes Diagnósticas**, el trabajo de TESIS **CONOCIMIENTO DE LOS PACIENTES SOBRE RADIACIÓN IONIZANTE EN LAS EXPOSICIONES MÉDICAS**

Que fue asesorado por: Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc

Y revisado por: Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **Marzo 2022**

Guatemala, 13 de Octubre de 2021.

**Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc**

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

/dlsr

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: [maestriasyespecialidades@medicina.usac.edu.gt](mailto:maestriasyespecialidades@medicina.usac.edu.gt)

Guatemala, 22 de septiembre de 2020

Doctor  
Edgar Axel Oliva González. MSc.  
Coordinador Específico Hospitalario  
Escuela de Estudios de Postgrado.  
Hospital General San Juan de Dios  
Presente

Respetable Dr Oliva:

Por este medio, informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presentan el doctor **MIRIAM PATRICIA CALDERÓN PÉREZ**, Carné No. 200910128 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas el cual se titula: "**Conocimiento de los pacientes sobre Radiación Ionizante en las exposiciones médicas**".

Luego de la asesoría, hago constar que el **Calderón Pérez** ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

"DID Y ENSEÑAR A TODOS"

Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.  
Asesor de Tesis

Dr. José Miguel Alfaro Barrera  
Msc. Radiología e Imágenes  
Diagnósticas  
Col. 15598

Guatemala, 22 de septiembre de 2020

Doctor  
Edgar Axel Oliva González. MSc.  
Coordinador Específico Hospitalario  
Escuela de Estudios de Postgrado.  
Hospital General San Juan de Dios  
Presente

Respetable Dr Oliva:

Por este medio, informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presentan el doctor **MIRIAM PATRICIA CALDERÓN PÉREZ**, Carné No. 200910128 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas el cual se titula: **“Conocimiento de los pacientes sobre Radiación Ionizante en las exposiciones médicas”**.

Luego de la revisión, hago constar que el Dr. **Calderón Pérez**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.  
Revisor de Tesis

Dr. José Miguel Alfaro Barrera  
Msc. Radiología e Imágenes  
Col. 15598



# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

DICTAMEN.UdT.EEP/003-2021

26 de enero 2021

Doctor

José Miguel Alfaro Barrera, MSc.

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Hospital General San Juan de Dios

Doctor Alfaro Barrera:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final de la médica residente:

## Miriam Patricia Calderón Pérez

De la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas, registro académico 200910128. Por lo cual se determina Autorizar solicitud de examen privado, con el tema de investigación:

“CONOCIMIENTO DE LOS PACIENTES SOBRE RADIACIÓN IONIZANTE  
EN LAS EXPOSICIONES MÉDICAS”

“¡D Y ENSEÑAD A TODOS”

Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.

Unidad de Tesis

Escuela de Estudios de Postgrado

c.c. Archivo  
LARC/karin...

---

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: uit.eep14@gmail.com

## AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar por bendecirme desde el inicio de mi carrera y hacer posible llegar a esta meta, dándome su fortaleza, sabiduría y siendo luz en medio de la adversidad

A mis maestros, mentores, orientadores que en todo momento me brindaron su apoyo, Dr Eduardo Alfonso Montenegro Pellecer, Dr José Miguel Alfaro, Dr Erick Gramajo, Dr Douglas Rafael Henry, Dra Vidamor Zúñiga.

A mis Padres Marlon Calderón y Sheny Pérez de Calderón, por su amor, oraciones, consejos, su apoyo moral y espiritual; me siento honrada y bendecida por tenerlos.

A mi Hermano y su esposa por su apoyo, comprensión y guía en todo momento

A mis Abuelos Lidia Yolanda Pérez, Héctor Pérez este triunfo se los dedico; Natalia de Calderón y Juan Américo Calderón hasta el cielo.

A mis tíos y primos por su apoyo incondicional y respaldo en todo momento. Adilis Calderón por ser excepcional todos estos años.

A mi novio Juan Pablo Gonzalez por su compañía, apoyo, paciencia y amor.

A mis amigas Melany, Aby y Dayana por su cariño y apoyo en cada etapa.

A mis pastores por su apoyo espiritual

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES .....	2
2.1	Marco de antecedentes.....	2
2.1.2	Estudios nacionales.....	3
1.2	Marco teórico .....	4
1.2.1	Radiación:.....	4
1.2.2	No Ionizante:.....	4
2.3	Marco geográfico.....	13
2.5	Marco demográfico .....	13
2.6	Marco institucional .....	15
2.7	Marco legal.....	15
III.	OBJETIVOS .....	17
3.1	Objetivo general .....	17
3.2	Objetivos específicos .....	17
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
4.1	Enfoque y diseño de investigación.....	18
4.2	Unidad de análisis y de información.....	18
4.2.1	Unidad de análisis.....	18
4.2.2	Unidad de información.....	18
4.3	Población y muestra .....	18
4.3.1	Población.....	18
4.3.2	Muestra .....	19
4.4	Selección de sujetos a estudio.....	20
4.4.1	Criterios de inclusión .....	20
4.4.2	Criterios de exclusión .....	20
4.5	Operacionalización de variables (ver tabla en página siguiente) .....	20-25
4.6	Recolección de datos .....	25

4.6.1 Técnicas de recolección.....	25
4.6.2 Proceso para recolección de datos .....	25
4.6.3 Instrumentos .....	25
4.7 Procesamiento y análisis de datos .....	26
4.7.1 Procesamiento de datos .....	26
4.8 Alcances y límites de la investigación.....	28
4.8.1 Obstáculos (riesgos y dificultades).....	28
4.8.2 Alcances .....	28
4.9 Aspectos éticos de la investigación.....	28
4.9.1 Principios éticos generales .....	28
4.9.2 Categoría de riesgo .....	29
V. RESULTADOS.....	30
VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....	36
VII. CONCLUSIONES.....	38
VIII. RECOMENDACIONES.....	39
IX APORTES.....	40
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
XI. ANEXOS .....	44

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efectos deterministas a la radiación ionizante .....	8
Tabla 2. Presentación de los los valores típicos de la dosis efectiva en algunos procedimientos.....	9-10
Tabla 3. Operalización de las variables.....	22-25
Tabla 4. Tipo de conocimiento radiación ionizante en las exposiciones médicas.....	28
Tabla 5.1 Datos generales según total de pacientes encuestados.....	32

## **INDICE DE GRAFICAS**

Gráfica 5.1. Conocimiento de radiación ionizante en las exposiciones médicas.....	33
Gráfica 5.2. Antecedente de estudio de Radiodiagnóstico Previo.....	34
Gráfica 5.3 Tipo de Conocimientos sobre Radiación Ionizante en las exposiciones Médicas...	35
Gráfica 5.4 Capacitación previa sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas.....	36

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Evaluar el conocimiento de los pacientes sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas, en pacientes atendidos en el servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios durante el año 2019. **POBLACIÓN Y MÉTODOS:** Estudio trasversal, descriptivo; se realizaron 369 encuestas, pacientes de dieciocho a sesenta y cinco años atendidos en la consulta externa del Departamento de Radiología del Hospital general San Juan de Dios, durante el período de enero a diciembre del 2019. **RESULTADOS:** Se evidenció lo siguiente respecto a totales predominantes; el Sexo de los encuestados el 52.0% sexo femenino. El rango de edad 41-50 años 25.4%. La procedencia, Guatemala con un 77%. El nivel Básico representa un 44.4%, el nivel universitario representa un 1.9%. Se evidencio que un 98% no tenía conocimientos acerca de radiación ionizante previo al procedimiento de radiodiagnóstico al que se iba a someter. Guatemala fue el departamento procedencia con mayor conocimiento 100% (6), el grupo etario que tuvo más conocimiento fue de 21-30 años 50% (3), el nivel académico con conocimientos de predominio fue el universitario 50% (3). El 81% refirió estudios de radiodiagnóstico previos. La totalidad de encuestados refirió que no tuvo capacitación previa y el deseo de una capacitación previa sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas. **CONCLUSIONES:** La población guatemalteca en general, carece de conocimientos sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas, al momento de realizarse procedimientos de radiodiagnóstico y no es capacitado previamente.

**PALABRAS CLAVE:** radiación ionizante, rayos x, conocimientos, estudios por imagen.

# I. INTRODUCCIÓN

Las radiaciones ionizantes son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo.

En los últimos años, los procedimientos diagnósticos y terapéuticos que utilizan radiaciones ionizantes han alcanzado gran auge en la medicina moderna. Se ha estimado que, en el mundo, durante el período 2000-2007, se efectuó anualmente un promedio de 3.600 millones de procedimientos médicos que utilizaron radiaciones ionizantes. En radiología los estudios que requieren radiación ionizante son la radiografía (Rx) y la tomografía computarizada (TC). (1)

Superado cierto nivel umbral, los riesgos son directamente proporcionales a la dosis recibida; mientras mayor cantidad de radiación los riesgos son más altos. Los efectos biológicos observados en personas irradiadas se clasifican en: a) Determinísticos, que son los efectos que aparecen a un umbral conocido de radiación, por ejemplo, las cataratas; y b) Estocásticos, corresponden a los efectos que en virtud del aumento de la dosis de exposición se incrementa la probabilidad de ocurrencia. (1)

Según la OMS Los estudios epidemiológicos realizados en poblaciones expuestas a la radiación, como los supervivientes de la bomba atómica o los pacientes sometidos a radioterapia, han mostrado un aumento significativo del riesgo de cáncer con dosis superiores a 100 mSv. Estudios epidemiológicos más recientes efectuados en pacientes expuestos por motivos médicos durante la infancia (TC pediátrica) indican que el riesgo de cáncer puede aumentar incluso con dosis más bajas (entre 50 y 100 mSv). (2)

En Guatemala no existen estudios estadísticos que determinen el conocimiento de la población de las radiaciones médicas a las que son sometidas en los procedimientos médicos.

El estudio determinó que existe un desconocimiento sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas en el 98% en la población de muestra, incluso desconocen los riesgos que esta representa a su salud, se evidenció que únicamente 2 de cada 10 personas tenía algún tipo conocimiento sobre el tema con relación directa con tener estudios universitarios estas personas. Con este estudio se logró determinar el desconocimiento de la población debido a la carencia de explicación por parte del tratante acerca de los riesgos de la radiación ionizante en exposiciones médicas.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Marco de antecedentes

Guatemala es un país multicultural, multilingüe, multiétnico, además de rico en vida natural. Guatemala cuenta con una gran variedad climática, producto de su relieve montañoso que va desde el nivel del mar hasta los 4.220 metros sobre ese nivel. Esto propicia que en el país existan ecosistemas tan variados que van desde los manglares de los humedales del Pacífico hasta los bosques nublados de alta montaña. Limita al Oeste y al Norte con México, al Este con Belice y el golfo de Honduras, al Sureste con Honduras y El Salvador y al Sur con el océano Pacífico. El país posee una superficie de 108.889 km<sup>2</sup> (4)

Es importante destacar que las proyecciones de población para Guatemala basadas en los Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación de 2002, estiman una población de 14,713,763 habitantes para 2011, sin embargo, utilizando el mismo marco de muestra de 2002, la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI 2011, al aplicar los factores de expansión de la muestra registra una población de 14,636,487.

La población de Guatemala en el año 2018 según Censo elaborado por INE es de 14.901.286 habitantes, de los cuales el 40.8% está entre los 0 y 14 años, el 55.5% está entre los 15 y 64 años y el 3.6% de los 65 en adelante. La población de Guatemala es eminentemente rural, la relación de urbanidad corresponde a la razón entre la población que vive en áreas urbanas con respecto a la que reside en áreas rurales.

En Guatemala se estima una relación de urbanidad de 94.1 Significa que por cada 100 personas que viven en el área rural 94 viven en el área urbana. Los departamentos con mayor índice de urbanidad son Guatemala y Sacatepéquez. Los departamentos de Alta Verapaz, Chiquimula y San Marcos son eminentemente rurales (6)

Según la ENCOVI 2011, en Guatemala el 76.5% de la población mayor de 15 años sabe leer y escribir, sin embargo, es importante desagregar esa información por etnia, sexo y por rangos de edad. Se observa que en términos generales las personas no indígenas, registran porcentajes más altos de alfabetismo y los hombres registran mayor alfabetización que las mujeres.

Es conveniente indicar que los procesos de alfabetización y educación en los jóvenes han dado resultados positivos, ya que al analizar al rango de población comprendida entre 15 a 24 años, se registra un incremento significativo en la alfabetización. (6)

### **2.1.2 Estudios nacionales**

En Guatemala, el uso de las radiaciones ionizantes es bastante generalizado, ya que existen aplicaciones en medicina (con fines de radiodiagnóstico y radioterapia), en la industria (en perfilaje de pozos, gamagrafía industrial, medidores de nivel líquido, esterilización de la mosca del mediterráneo, y otros) en investigación (salud, industria, agricultura) y docencia. De igual manera se realiza la importación, exportación y comercialización de fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes. Las actividades mencionadas anteriormente, además del beneficio económico y social que generan, pueden representar un riesgo potencial para la salud, los bienes y el medio ambiente de los habitantes de la República. Por tal motivo es necesario controlar eficientemente dichas prácticas, mediante un Reglamento de Protección Radiológica, para que las exposiciones a trabajadores y personas del público no involucren riesgos significativos a la salud humana y cumplan con los principios básicos de la protección radiológica. (16)

Paradójicamente estos países fueron los pioneros en Latinoamérica en utilizar la radiación X(24),

Para el adecuado manejo de radiación ionizante se crea la “Ley para el Control, Uso y Aplicación de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes” (Decreto Ley No. 11-86), y conforme al artículo 40 de dicha Ley, se propone el presente “Reglamento de Protección Radiológica”, el cual establece los requerimientos técnicos, obligaciones y procedimientos administrativos que permiten condiciones mínimas y razonables de seguridad y protección radiológica de los pacientes, la población en general y los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes, así como el otorgamiento de licencias derivadas de la Ley de la materia. (16)

## 1.2 Marco teórico

### 1.2.1 Radiación:

La energía emitida y transferida en el espacio se denomina radiación. Las radiaciones se pueden clasificar como ionizantes y no ionizantes. Existen dos tipos de radiación ionizante, una de naturaleza electromagnética (rayos X, rayos gamma) y otra, constituida por partículas (alfa, beta, neutrones, etc). Las radiaciones electromagnéticas de menor frecuencia que la necesaria para producir ionización, como lo son, la radiación ultravioleta (UV), visible, infrarroja (IR), microondas y radiofrecuencias, hasta los campos de frecuencia extremadamente baja (ELF), comprenden la región del espectro conocida como radiación no ionizante. (1)

### 1.2.2 No Ionizante:

Radiación no ionizante es aquella onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia que ilumina produciendo, como mucho, excitaciones electrónicas. Ciñéndose a la radiación electromagnética, la capacidad de arrancar electrones (ionizar átomos o moléculas) vendrá dada, en el caso lineal, por la frecuencia de la radiación, que determina la energía por fotón, y en el caso no lineal también por la "fluencia" (energía por unidad de superficie) de dicha radiación; en este caso se habla de ionización no lineal (3)

### 2.2.2.1 Ionizante

La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. (3)

A nivel internacional, la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) reconoce en la radioactividad un fenómeno natural con beneficios en medicina, industria, generación de electricidad y agricultura, pero al mismo tiempo, manifiesta que los trabajadores, población y medio ambiente expuestos a ellas por factores como uso médico, explotación en instalaciones nucleares, transporte, manipulación y disposición final de elementos o desechos radioactivos deben ser protegidos mediante normas de seguridad para contrarrestar los efectos nocivos de la radiación ionizante. Las normas de la OIEA son el resultado de aprobaciones internacionales para hacerle frente a los eminentes riesgos y perjuicios a la salud. (25)

### 2.2.2.2 Fuentes de Radiación Ionizante

Las personas están expuestas a diario tanto a la radiación de origen natural o humano. La radiación natural proviene de muchas fuentes, como los más de 60 materiales radiactivos naturales presentes en el suelo, el agua y el aire. El radón es un gas natural que emana de las rocas y la tierra y es la principal fuente de radiación natural. Diariamente inhalamos e ingerimos radionúclidos presentes en el aire, los alimentos y el agua. (3)

Asimismo, estamos expuestos a la radiación natural de los rayos cósmicos, especialmente a gran altura. Por término medio, el 80% de la dosis anual de radiación de fondo que recibe una persona procede de fuentes de radiación naturales, terrestres y cósmicas. Los niveles de la radiación de fondo varían geográficamente debido a diferencias geológicas. En determinadas zonas la exposición puede ser más de 200 veces mayor que la media mundial. (8)

La exposición humana a la radiación proviene también de fuentes artificiales que van desde la generación de energía nuclear hasta el uso médico de la radiación para fines diagnósticos o terapéuticos. Hoy día, las fuentes artificiales más comunes de radiación ionizante son los dispositivos médicos, como los aparatos de rayos X. (12)

### 2.2.2.3 Exposición a la Radiación Ionizante

La exposición a la radiación puede ser interna o externa y puede tener lugar por diferentes vías. La exposición interna a la radiación ionizante se produce cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o entra de algún otro modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo, inyecciones o heridas). La exposición interna cesa cuando el radionúclido se elimina del cuerpo, ya sea espontáneamente (por ejemplo, en los excrementos) o gracias a un tratamiento. (2)

La exposición externa se puede producir cuando el material radiactivo presente en el aire (polvo, líquidos o aerosoles) se deposita sobre la piel o la ropa. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado.

La exposición a la radiación ionizante también puede resultar de la irradiación de origen externo (por ejemplo, la exposición médica a los rayos X). La irradiación externa se detiene cuando la fuente de radiación está blindada o la persona sale del campo de irradiación. (13)

Las personas pueden estar expuestas a la radiación ionizante en circunstancias diferentes, en casa o en lugares públicos (exposiciones públicas), en el trabajo (exposiciones profesionales) o en un entorno médico (como los pacientes, cuidadores y voluntarios).

Las situaciones de exposición a la radiación ionizante pueden clasificarse en tres categorías. La primera, la exposición planificada, es el resultado de la introducción y funcionamiento deliberados de fuentes de radiación con fines concretos, como en el caso de la utilización médica de la radiación con fines diagnósticos o terapéuticos, o de su uso en la industria o la investigación. La segunda, la exposición existente, se produce cuando ya hay una exposición a la radiación y hay que tomar una decisión sobre su control, como en el caso de la exposición al radón en el hogar o en el lugar de trabajo, o de la exposición a la radiación natural de fondo existente en el medio ambiente. La tercera categoría, la exposición en situaciones de emergencia, tiene lugar cuando un acontecimiento inesperado requiere una respuesta rápida, como en el caso de los accidentes nucleares o los actos criminales. (13)

El uso médico de la radiación representa el 98% de la dosis poblacional con origen en fuentes artificiales y el 20% de la exposición total de la población. Cada año se realizan en el mundo más de 3600 millones de pruebas diagnósticas radiológicas, 37 millones de pruebas de medicina nuclear y 7,5 millones de tratamientos con radioterapia. (8)

Los médicos subestiman los riesgos de una tomografía computada y estudios que empleen radiación ionizante. (10)

#### 2.2.2.4 Mecanismo de los Efectos biológicos Radioinducidos

La radiación puede causar la muerte de las células. Durante la división celular, aberraciones cromosómicas debidas a la radiación pueden producir la pérdida de parte del ADN cromosómico, lo que causa la muerte celular. La probabilidad de aberraciones cromosómicas es proporción a la dosis y las células libres de daño crítico al ADN mantienen su potencial de dividirse. Las células supervivientes pueden acarrear cambios en el ADN en el nivel molecular (mutaciones). El daño fundamental, primordial al ADN es el resultado del daño químico por los radicales libres, originados en la radiolisis del agua. El daño del ADN también puede resultar de la interacción directa de partículas ionizantes con la doble hélice del ADN (raramente). Los cambios importantes en el ADN ocurren en forma de roturas en la continuidad de las cadenas del ADN, aunque también se producen otras formas de daño. Estas roturas pueden afectar una

cadena de la hélice (roturas simples, SSB) o ambas cadenas en la misma posición (roturas dobles, DSB). Las SSB muy frecuentemente ocurren en el ADN aun sin irradiación y son reparadas fácil y eficazmente por sistemas enzimáticos específicos. En contraste, muchos DSB inducidos son más complicados y menos fácilmente reparados. Como resultado, una proporción significativa del daño se repara incorrectamente (reparación fallida). Estas roturas mal reparadas pueden llevar a aberraciones cromosómicas y mutaciones genéticas. (12) Administrando dosis mínimas en órganos o tejidos, se observarán diferentes grados de alteraciones morfológicas o funcionales, según las líneas celulares de que se trate. El oxígeno es un potente radiosensibilizante, es decir, aumenta el efecto de la irradiación. (20)

#### 2.2.2.5 Clasificación de los Efectos de la Radiación

Hay dos categorías básicas de efectos biológicos que pueden observarse en las personas irradiadas. Estos son: 1) debidos principalmente a la muerte de las células (deterministas) 2) mutaciones que pueden producir cáncer y efectos heredables (estocásticos o probabilísticos). Los efectos debidos a la muerte celular (como la necrosis en la piel) tienen una dosis umbral práctica debajo de la cual el efecto no es evidente, pero, en general, cuando el efecto está presente, su gravedad aumenta con la dosis de radiación. La dosis umbral no es un número absoluto y varía un poco con el individuo. Los efectos debidos a las mutaciones (como el cáncer) tienen una probabilidad de ocurrencia que aumenta con la dosis, considerándose actualmente que no existe un umbral por debajo del cual el efecto no ocurrirá y, finalmente, la gravedad del efecto es independiente de la dosis. Así, un cáncer causado por una cantidad pequeña de radiación puede ser tan maligno como el causado por una dosis elevada. (7)

#### 2.2.2.6 Efectos Deterministas

Los efectos deterministas (reacciones tisulares nocivas) se observan después de la absorción de grandes dosis de radiación y son principalmente consecuencia de la muerte celular inducida por la radiación. Esto solo ocurre si una proporción grande de células en un tejido irradiado ha muerto por la radiación y la pérdida no puede compensarse por el aumento de la proliferación celular. La consiguiente pérdida del tejido se complica por procesos inflamatorios y, si el daño es extenso; también por fenómenos secundarios a nivel sistémico (por ejemplo, fiebre, deshidratación, bacteriemia, etc.) Además, efectos eventuales de los procesos de curación, como fibrosis, pueden contribuir al daño adicional y a la pérdida de la función de un órgano o tejido. Los ejemplos clínicos de tales efectos son: cambios necróticos en la piel, necrosis y fibrosis en

órganos internos, enfermedad aguda de la radiación después de la irradiación de todo el cuerpo, cataratas y esterilidad (Tabla 1). (12)

		Umbral de dosis absorbida en Gy	
Órgano/tejido	Efecto	Exposición de corto plazo (dosis única)	Exposición Prolongada (anualmente-repetida por muchos años)
Testículos	Esterilidad Temporal y permanente	0.1 3.5-6.0	0.4 2
Ovarios	Esterilidad	2.5-6.0	Mayor a 2
Cristalino	Opacidad Detectable  Deterioro visual (cataratas)	0.5-2.0  5	Mayor a 0.1  Mayor a 0.15
Médula Ósea	Deterioro de la hematopoyesis	0.5	Mayor a 0.4
Piel	Eritema	2	-
	Descamación	0.5	-
	Piel seca, telangiectacias	10-12	-
Cuerpo completo	Síndrome de enfermedad aguda de radiación	1.0	-

(TABLA 1)

#### 2.2.2.7 Efectos Estocásticos

Como ya se ha dicho, las células irradiadas supervivientes pueden modificarse por mutaciones inducidas (somáticas, hereditarias). Estas modificaciones pueden llevar clínicamente a dos efectos significativos: neoplasmas malignos (cáncer) y mutaciones heredables. Cáncer: La radiación ionizante es un carcinógeno relativamente débil. El seguimiento cuidadoso, durante los

últimos 50 años, de más de 80.000 sobrevivientes de los bombardeos atómicos en Hiroshima y Nagasaki indica que ha habido 12.000 casos de cáncer, de los cuales menos de 700 muertes excedentes eran debidas a la radiación. Expresado de otra manera, sólo aproximadamente el 6% de los casos de cáncer entre los sobrevivientes están relacionados con la radiación. (7)

#### 2.2.2.8 Dosis Típicas de Procedimientos Médicos

Los diversos procedimientos de radiodiagnóstico y de medicina nuclear abarcan un rango de dosis amplio. Estas pueden expresarse como dosis absorbida en un solo tejido o como dosis efectiva al cuerpo entero, lo que facilita la comparación con las dosis de otras fuentes de radiación (como las del fondo natural). En la Tabla 2 se presentan los valores típicos de la dosis efectiva en algunos procedimientos. Las dosis son función de varios factores, como la composición del tejido, la densidad y la masa o peso corporal (del paciente). (12)

Procedimiento Diagnóstico	Dosis efectiva típica
Extremidades y articulaciones (excepto la cadera)	< 0.01
Torax (solo PA)	0.02
Cráneo	0.07
Columna Vertebral Torácica	0.7
Columna Vertebral Lumbar	1.3
Cadera	0.3
Pelvis	0.7
Abdomen	1.0
IVU	2.5
Ingestión de Bario	1.5
Molienda de Bario	3
Seguimiento completo con bario	3
Enema de bario	7

TC cabeza	2.3
TC de torax	8
TC de abdomen o Pelvis	10
Ventilación de pulmón (XE-133)	0.3
Perfusión de Pulmón (Tc-99)	1
Riñón (Tc-99)	1
Tiroides (Tc-99)	1
Hueso (Tc-99)	4
Estudio Cardiológico (Tc 99m)	6
PET DE Cabeza (F-18 FDG)	5
Radiación de fondo anual sobre los 2.5	

(TABLA 2) Dosis efectiva típicas de exposiciones por diagnóstico Médico (mSv)

#### 2.2.2.8 Protección Radiológica

Las herramientas más poderosas para reducir al mínimo el riesgo son la realización apropiada del estudio y la optimización de la protección radiológica del paciente. Estas son responsabilidad del radiólogo o del especialista en medicina nuclear y del físico médico. El principio básico de la protección del paciente en estudios radiológicos diagnósticos y de medicina nuclear es que la información de diagnóstico de calidad satisfactoria clínicamente debe obtenerse a expensas de una dosis tan baja como sea posible, siempre teniendo en cuenta los factores sociales y financieros. La evidencia obtenida en numerosos países indica que el rango de dosis de entrada (es decir, la dosis en la superficie del cuerpo medida en el lugar donde el haz de rayos x está ingresando en el cuerpo) para un tipo determinado de examen radiográfico es muy amplio. (5)

El principio de protección radiológica ALARA se refiere a la optimización de las dosis médicas, ocupacionales y del público a fin de que sean lo más bajas razonablemente posible; es decir, se centra en realizar acciones para disminuir las dosis con el compromiso de que el costo de cualquier acción adicional no sea mayor que el valor de la reducción del detrimento para la salud que con ella se logre. (23)

Es un principio general, que tanto la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) como los organismos reguladores internacionales imponen a los propietarios de las instalaciones nucleares y radiactivas para que controlen los niveles de exposición asociados a sus diferentes prácticas. El término ALARA fue acuñado en 1977 por la ICRP, en su publicación 26, y desde entonces ha estado presente en multitud de recomendaciones y leyes sobre protección radiológica.

Desde un punto de vista práctico el principio establece que deben evitarse todas las exposiciones no justificadas de los seres vivos, y mantener las exposiciones tan bajas y alejadas como sea posible de los límites fijados por el organismo regulador, teniendo en cuenta factores tecnológicos, económicos y sociales que puedan intervenir la práctica. (8) La Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) reconoce que es necesario trabajar la parte de salud y que el compromiso de las autoridades para la formación en protección radiológica haga parte de la formación en seguridad del paciente. (22)

#### 2.2.2.9 Principios Básicos y Límites de Dosis

El Sistema de Protección Radiológica se fundamenta en los principios siguientes:  
Justificación: No debe adoptarse ninguna práctica con radiaciones ionizantes que no conlleve un beneficio neto para el individuo o la especie humana en su conjunto.(18)

En Europa la Directiva 2013/59/EUROTOM o Normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes reglamenta el hecho de que dentro del principio de justificación es necesario considerar la eficacia, los beneficios y los riesgos de otras técnicas alternativas disponibles que tengan el mismo objetivo pero que no impliquen exposición a radiaciones ionizantes, o impliquen una exposición menor.(17)

Optimización: Para una fuente dada, las dosis deberán ser lo más bajas que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta consideraciones sociales y económicas (principio ALARA). (18)

Limitación de dosis y riesgo: La dosis total recibida por una persona debido a actividades autorizadas con exposición a radiaciones, sin contar las recibidas como paciente en diagnósticos o tratamientos médicos, no debe superar los límites de dosis ya establecidos en la legislación. (19)

Los dos primeros principios están orientados a reducir las fuentes de radiación, el tercero está orientado a la protección de las personas. Los límites de dosis sólo se establecen para las exposiciones de los trabajadores expuestos y de los miembros del público. (18)

#### 2.2.2.10 Exposiciones Médicas

Las exposiciones médicas tienen un aporte significativo a las dosis recibidas por la población, razones por lo que no ha sido considerado durante tiempo sus riesgos. En tal sentido en los últimos años la comunidad científica y organizaciones internacionales han definido requisitos para contribuir a que las dosis a los pacientes sean las mínimas necesarias para lograr su objetivo diagnóstico. (18)

Los pacientes merecen consideración especial, ya que las exposiciones médicas suponen un gran beneficio diagnóstico o terapéutico frente al posible daño que puedan causar. Por ello estas exposiciones deben estar siempre "justificadas", la exposición que no pueda justificarse deberá prohibirse, y realizarse siempre bajo la supervisión y la responsabilidad de un especialista médico. Los procedimientos diagnósticos deben optimizarse a fin de obtener una imagen diagnóstica adecuada con la menor dosis posible y en el caso de los tratamientos terapéuticos se deberá dar la dosis prescrita en el órgano a tratar, procurando irradiar lo menos posible a los órganos sanos.(18)

#### 2.2.2.11 Acuerdo Gubernativo 55-2001

En Guatemala se acordó Que mediante Decreto Ley 11-86, de fecha diez de enero de mil novecientos ochenta y seis se promulgó la "Ley para el Control, Uso y Aplicación de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes" con el objeto de controlar, supervisar y fiscalizar todas las actividades relacionadas con el uso de radioisótopos y las radiaciones ionizantes en sus diversos campos de aplicación, a fin de proteger la salud, los bienes y el medio ambiente de los habitantes de la República, así como los bienes del Estado. (16)

Posteriormente se ha denotado que el empleo de las radiaciones ionizantes ha experimentado un constante aumento en las últimas décadas y el desarrollo científico y tecnológico continúa abriendo nuevas posibilidades de aplicación estableciéndose que el uso de las radiaciones ionizantes pueden generar un beneficio neto debido a su aplicación, siempre y cuando se tomen las medidas de protección adecuadas a efecto de prevenir riesgos y daños para la salud y el ambiente a ciertos niveles de radiación. (16)

Por lo tanto fue necesaria la creación de un Reglamento que contenga las nuevas recomendaciones en materia de Protección Radiológica, que las organizaciones internacionales, tales como: la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, el Organismo Internacional de Energía Atómica, la Organización Internacional del Trabajo, la Agencia de Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud, han propuesto a los países que conforman la Organización de las Naciones Unidas. (16)

### **2.3 Marco geográfico**

En Guatemala no existen registros estadísticos actualizados que determinen el conocimiento de los pacientes sobre la radiación ionizante en las exposiciones médicas.

### **2.5 Marco demográfico**

Según su Índice de Desarrollo Humano (IDH), Guatemala ocupa el lugar 133 de 187 naciones del mundo, el último en Centroamérica y también entre los países hispanoamericanos

con un índice de 0.581, una esperanza de vida de 71 años y un promedio de 4 años de escolaridad.

El 49.8% de los niños menores de cinco años sufren de desnutrición crónica, la tasa más alta de todas las Américas. La incidencia de pobreza en el país es de 90.6%, es decir que este porcentaje de personas sufre algún tipo de privación; el 62.4% vive en pobreza media; el 29.6% en pobreza extrema, y el 3.6% en pobreza severa. Los departamentos que reportan el mayor porcentaje de pobreza medida por ingreso, es decir las personas que viven con US\$2 al día para cubrir sus necesidades básicas son: Alta Verapaz (78.24%); Sololá (77.47%); Totonicapán (73.29%); Quiché (71.85%) y Suchitepéquez (70.65%). (4)

La tasa de crecimiento promedio anual del IDH del país entre 1980 y 2011 fue de 0.95%, mayor que el promedio mundial anual (0.65%) y que el promedio latinoamericano (0.73%). Guatemala ha mejorado en un 34% su IDH entre 1980 y 2011 (de 0.43 a 0.57), un resultado significativo pero insuficiente para sacar al país de ese bajo peldaño. (4)

El poder adquisitivo de los ingresos laborales se ha visto seriamente reducido en los últimos 15 años. La media nacional se redujo en 19% de 2006 a 2014, después de un incremento desde el año 2000. A inicios de 2015, el 53% de la población no alcanzaba a cubrir el costo de una canasta básica alimentaria, y el 76% no contaba con ingresos para adquirir una canasta de bienes y servicios básicos para el hogar. Para el año 2014, el INE estimó que en el país vivían unos 6.5 millones de personas en condición de pobreza según su consumo, lo que representa casi el 60% de la población del país.(4)

A nivel de país se observa que la dimensión con más privaciones es la relativa a los ingresos: un 76% de la población no cuenta con ingresos para una canasta básica de bienes y servicios que permitirían una vida medianamente decorosa. La falta de servicios de salud impacta la dimensión respectiva: un 73% de la población no tiene ningún aseguramiento y las condiciones de saneamiento y de calidad de las viviendas muestran una alta precariedad. Las brechas en la cobertura educativa tienden a cerrarse, pero casi seis de cada 10 adultos no terminaron la primaria y uno de cada cinco niños tiene altas probabilidades de no concluirla. La intensidad de las privaciones económicas y de salud sobrepasan el 50%, lo que indica una profundidad extendida de la pobreza. La mayor parte de los hogares en Guatemala no cuentan con cobertura de seguro médico o seguridad social, incluso las pertenecientes al estrato alto. (4)

La pobreza y la desigualdad impactan especialmente a poblaciones rurales, a los pueblos indígenas y a las mujeres, que sobreviven con altos índices de pobreza multidimensional, sin acceso a servicios básicos de saneamiento, de educación, a activos productivos o a fuentes de empleo decente. En algunos de los indicadores de base, las privaciones en las poblaciones rurales y en los pueblos indígenas alcanzan al 90% de la población, que no logra cubrir sus necesidades económicas básicas, incluyendo más del 40% de la población adulta sin escolaridad.

(4)

## **2.6 Marco institucional**

Este trabajo cuenta con el apoyo de las instituciones donde se realizará la recolección de datos por medio de encuestas en el Hospital General San Juan de Dios, Departamento de Radiología e imágenes diagnósticas.

## **2.7 Marco legal**

Para la investigación se solicitó los permisos necesarios previos a las entidades correspondientes de los hospitales de referencia.

Con base en el código Deontológico el Capítulo XIV, Artículo 59, en su inciso 2: *«El médico investigador debe adoptar todas las precauciones posibles para preservar la integridad física y psíquica de los sujetos de investigación. Debe tener especial cuidado en la protección de los individuos pertenecientes a colectivos vulnerables. El bien del ser humano que participe en una investigación biomédica, debe prevalecer sobre los intereses de la sociedad y de la ciencia».*

Se mantuvo la confidencialidad del paciente según se menciona en el Capítulo V, Artículo 27, en el inciso 2 del Código Deontológico: *«El secreto comporta para el médico la obligación de mantener la reserva y la confidencialidad de todo aquello que el paciente le haya revelado y confiado, lo que haya visto y deducido como consecuencia de su trabajo y tenga relación con la salud y la intimidad del paciente, incluyendo el contenido de la historia clínica».*

Las actividades de investigación están fomentadas por el estado según se menciona en el Artículo 1, de la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional, Libertad de Investigación: *«El Estado garantiza la libertad para desarrollar actividades científicas y tecnológicas»*.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- 3.1.1 Evaluar el conocimiento sobre la radiación ionizante en las exposiciones médicas en pacientes del servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- 3.2.1 Determinar características demográficas, grado académico, sexo, grupo etario, procedencia de los pacientes atendidos en el servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios

## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Enfoque y diseño de investigación**

4.1.1 Enfoque de investigación: Investigación cuantitativa.

4.1.2 Diseño de la investigación: Estudio transversal, descriptivo.

### **4.2 Unidad de análisis y de información**

4.2.1 Unidad de análisis

Pacientes de dieciocho a sesenta y cinco años, atendidos en el servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios

4.2.2 Unidad de información

Encuestas realizadas a pacientes de dieciocho a sesenta y cinco años atendidos en el Servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.

### **4.3 Población y muestra**

4.3.1 Población

Población diana: Pacientes de dieciocho a sesenta y cinco años atendidos en el servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.

Población de estudio: Pacientes de dieciocho a sesenta y cinco años atendidos en el servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios

#### 4.3.2 Muestra

En la realización de esta investigación se calculó una muestra que se obtuvo sobre el total de encuestas tipo cuestionario a pacientes de dieciocho a sesenta y cinco años atendidos en el Servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.

La muestra se calculó de 369 pacientes en base a la población total de 9,275. Se tomó un error del 5% y una confianza del 95% y un porcentaje del 90% de pacientes que accedan a colaborar con el estudio, lo que indica que un 10% no quiso colaborar.

Fórmula de muestreo:

$$1. n = \frac{k^2 pqN}{e^2 (N - 1) + k^2 pq}$$

En donde:

n= tamaño de muestra a determinar

p= variabilidad positiva= (0.90)

q= variabilidad negativa= (0.10)

N= tamaño de población=

e= es el error que se considera = (0.05)

k= Constante de nivel de confianza que indica la probabilidad de que los resultados del estudio sean ciertos o no. Los valores de k que más se utilizan y sus respectivos niveles de confianza son:

Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%
Valores k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.024	2.58

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.9)(0.10)(9275)}{(0.05)^2 (9275 - 1) + ((1.96)^2 (0.9)(0.10))} = 369$$

#### **4.4 Selección de sujetos a estudio**

##### 4.4.1 Criterios de inclusión

Pacientes de ambos sexos, de 18 a 65 años de edad en el Servicio de consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios. Pacientes orientados en tiempo, espacio y persona. Que aceptaron participar voluntariamente en el estudio.

##### 4.4.2 Criterios de exclusión

Pacientes no oyentes.

Pacientes no videntes.

Conciencia, no desea participar en estudio

#### **4.5 Operacionalización de variables (ver tabla en página siguiente)**

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>MACRO VARIABLE</b>	<b>VARIABLE</b>				
<b>Datos generales</b>	Edad	Tiempo en que un individuo, animales o ciertos vegetales ha vivido desde su nacimiento hasta momento determinado <sup>14</sup>	Dato del tiempo de vida desde el nacimiento descrito en encuestas de los pacientes estudiados.  Rangos de edad 18-20 años 21-30 años 31-40 años 41-50 años 51-65 años	Numérica  Discreta	Intervalo
	Sexo	Condición masculina o femenina de los animales y las plantas. <sup>14</sup>	Dato descrito en encuestas de los pacientes estudiados  Masculino	Categoría  Dicotómica	Nominal

Etnia	Comunidad Humana definida por afinidades raciales, lingüísticas y culturales <sup>14</sup>	Femenino	Etnias reconocidas por la Republica de Guatemala anotadas en encuesta Ladino Mestizo Indígena Garífuna Xinca	Categoría Policotómica	Nominal
Procedencia	Lugar en donde se vive ya sea país o departamento, municipio o zona <sup>14</sup>	Femenino	Lugar de residencia según departamento, descrito en las encuestas de los pacientes en estudio. Alta Verapaz Baja Verapaz Chimaltenango Chiquimula El progreso	Categoría Policotómica	Nominal

			<p>Escuintla</p> <p>Guatemala</p> <p>Huehuetenango</p> <p>Izabal</p> <p>Jalapa</p> <p>Jutiapa</p> <p>Petén</p> <p>Quetzaltenango</p> <p>Quiché</p> <p>Retalhuleu</p> <p>Sacatepéquez</p> <p>San marcos</p> <p>Santa rosa</p> <p>Sololá</p> <p>Suchitepéquez</p> <p>Totonicapán</p> <p>Zacapa</p>	Categoría	Nominal
Grado Académico	Consiste en el reconocimiento de la formación educativa o profesional que una posee tras realizar los estudios,	Grados Académicos reconocidos en la	Policotómica		

		<p>exámenes y pruebas pertinentes <sup>14</sup></p>	<p>de republica Guatemala: Preprimaria Primaria Básicos Diversificado Universitario</p>		
<p>Conocimiento de radiación ionizante en las exposiciones médicas</p>	<p>Conjunto de información almacenada mediante la experiencia o la adquisición por medio de aprendizaje<sup>8</sup></p>	<p>Es el conocimiento que manifiestan los pacientes sobre En qué estudio diagnóstico se recibe más radiación. Nivel de Dosis empleadas. Efectos Deterministas y estocásticos. Número de estudios realizados. Conocimiento de donde hay radiación.</p>	<p>Categoría Policotómica</p>		<p>Nominal</p>

## 4.6 Recolección de datos

### 4.6.1 Técnicas de recolección

Se realizó una encuesta a los pacientes, con preguntas acerca del conocimiento de radiación ionizante para posteriormente ser tabuladas en Microsoft Excel.

### 4.6.2 Proceso para recolección de datos

Para el proceso de recolección de datos se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Se elaboró protocolo de investigación.
- Se solicitó autorización de protocolo a revisor de estudios de Post grado de Radiología e Imágenes diagnósticas Hospital General San Juan de Dios.
- Se tramitaron permisos para realización de encuesta, en el Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios
- Con los permisos aceptados se inició con la recolección de datos por medio de encuesta

### 4.6.3 Instrumentos

Los datos obtenidos para este trabajo se recolectaron de encuestas a los pacientes de la consulta externa del departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas, del Hospital General San Juan de Dios. Con apoyo de Radiólogo especialista en protección radiológica. Para obtener dichos datos, se realizó en *Microsoft Office Word 2016*®, en una hoja en tamaño carta, el instrumento de recolección de datos el cual se utilizó para recopilar la información necesaria para esta investigación.

Antes de iniciar la sección la encuesta, se realizó con una breve explicación sobre lo que sería evaluado.

Está dividida en datos generales y en dos partes en las cuales se evaluó los conocimientos.

La parte I contó con datos generales en la cual se incluían

- a. Edad
- b. Grado académico
- c. Sexo
- d. Etnia

La parte I contó con 13 preguntas donde se evaluó por medio de resolución múltiple Tomando en cuenta para una posterior puntuación el número de aciertos que se presentaran en 10 preguntas exclusivas del conocimiento.

Y las 3 siguientes preguntas restantes se emplearon para saber si previamente habían tenido contacto con este tipo de estudio empleando radiación ionizante por lo cual eran como un dato general.

El instrumento de recolección de datos se encuentra identificado en la parte superior con los logos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Facultad de Ciencias Médicas y el título de la investigación. Este instrumento fue llenado con lápiz por cada participante.

Al final de la última parte de la encuesta se dio el agradecimiento respectivo por contestar la encuesta.

## **4.7 Procesamiento y análisis de datos**

### **4.7.1 Procesamiento de datos**

Después de realizar la encuesta a pacientes de las características determinadas en el estudio realizado en el Servicio de consulta externa del Departamento de radiología e imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios se procedió a tabular en hojas digitales del programa *Microsoft Office Excel 2016®*, con el que se creó la base de datos de las variables de estudio.

#### 4.7.2 Análisis de datos

Se analizaron los datos recolectados de las encuestas realizadas, ya ordenadas y organizados en la matriz de datos para esto se utilizaron tablas de análisis bivariadas con el fin de obtener frecuencias y porcentajes con base

Posterior mente al ser establecida la frecuencia y porcentaje de variables se procedió a expresar y analizar los resultados por medio de frecuencias y de analizar respuestas correctas e incorrectas, de esta forma se identificó si poseían algún conocimiento del tema presentándose los que tuvieron aciertos que se presenta con mayor frecuencia según sexo, edad, etnia, lugar de procedencia, en los pacientes en estudio en el tiempo determinado.

Las 13 Preguntas fueron organizadas y enfocadas de la siguiente manera:

Tabla 4.

	Numero de preguntas encuesta (anexos 11.1)
Tipos de Conocimiento de Radiación ionizante en las exposiciones médicas	
<b>Conocimiento de Radiación ionizante</b>	1,6,7
<b>Dosis de radiación ionizante en procedimiento de radiodiagnóstico</b>	8,10
<b>Riesgos de las exposiciones médicas</b>	9
<b>Efectos de la radiación ionizante</b>	11,12,13
<b>Capacitación previa a procedimiento de radiodiagnóstico</b>	4
<b>Antecedente de procedimientos de radiodiagnóstico previos</b>	2,3
<b>Le gustaría Información acerca del tema Radiación Ionizante</b>	5

Se utilizaron gráficas de barras para comparar los pacientes encuestados y aciertos de estos.

## **4.8 Alcances y límites de la investigación**

### 4.8.1 Obstáculos (riesgos y dificultades)

Entre los límites que se presentaron durante la realización de este estudio surgieron:

- Pacientes los cuales no presentaban disposición de realizar la encuesta.
- La demora con cada paciente encuestado debido al poco conocimiento que se presenta de este tema.

### 4.8.2 Alcances

Mediante el estudio de conocimiento de radiaciones ionizantes en pacientes, de consulta externa del departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas, del Hospital General San Juan de Dios, se pretende actualizar información estadística sobre, si se posee algún conocimiento antes de someterse a un estudio por imagen con radiación ionizante o ninguno, con esta información se podrá mejorar el conocimiento y sistema de vigilancia, reforzándose el sistema para elaborar protocolos para dar a conocer al paciente a lo que se está sometiendo y los riesgos que esto conlleva y así disminuir efectos futuros a la radiación ionizante.

## **4.9 Aspectos éticos de la investigación**

### 4.9.1 Principios éticos generales

La información obtenida para la realización del presente trabajo de investigación fue a través de encuestas a pacientes del Servicio consulta externa del Departamento de Radiología e Imágenes diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios. La información personal de los pacientes fue de uso confidencial y anónimo, lo que no implicó ningún tipo de daño ni abuso hacia su integridad.

#### 4.9.2 Categoría de riesgo

El estudio se ha realizado bajo categoría I de riesgo, este estudio fue sin riesgo, ya que fue realizado de manera observacional dónde se trabajó con encuestas a pacientes, por lo que no se invadió la intimidad de las personas.

## **V. RESULTADOS**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la revisión de la elaboración de encuestas (N=369) de pacientes entre 18 y 65 años de edad, atendidos en el Servicio de consulta externa del Hospital General San Juan de Dios, en el período de enero a diciembre de 2019.

Tabla 5.1

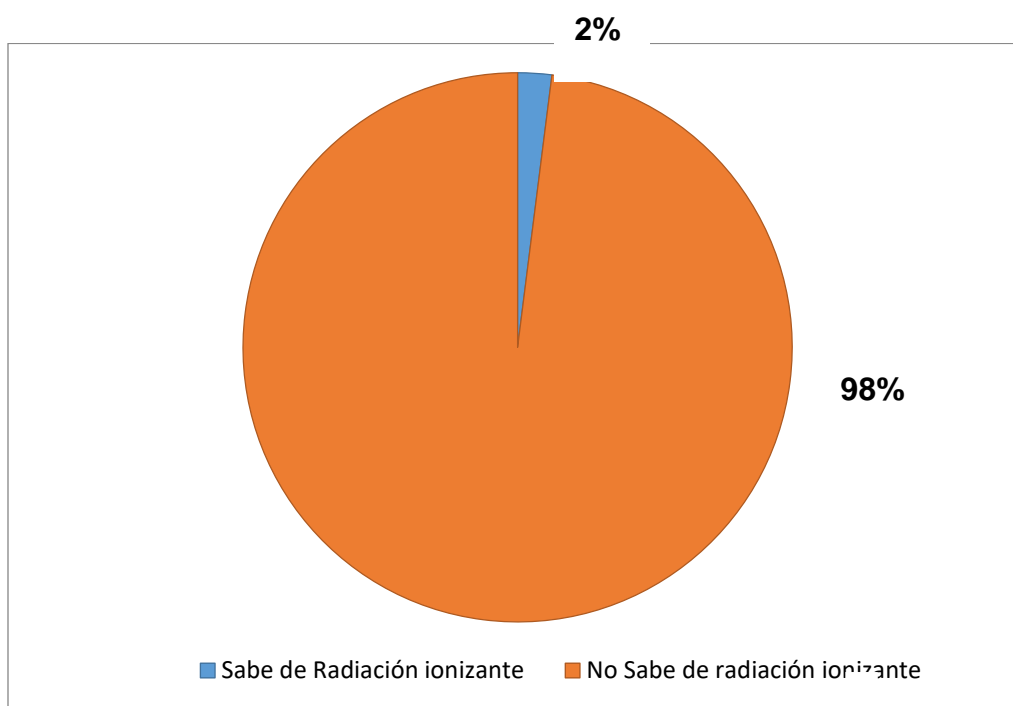
Datos generales según total de pacientes encuestados consulta externa de Radiología e Imágenes diagnósticas, Hospital General San Juan de Dios. (n= 369)

<b>Características</b>	<b>Pacientes Encuestados</b>	
	<b>f</b>	<b>(%)</b>
<b>Sexo</b>		
<b>Masculino</b>	177	(47.97)
<b>Femenino</b>	192	(52.03)
<b>Edad</b>		
<b>18-20 años</b>	60	(16.26)
<b>21-30 años</b>	78	(21.14)
<b>31-40 años</b>	77	(20.87)
<b>41-50 años</b>	94	(25.47)
<b>51-65 años</b>	60	(16.26)
<b>Etnia</b>		
<b>Ladina</b>	188	(50.95)
<b>Indígena</b>	179	(48.51)
<b>Garífuna</b>	1	(0.27)
<b>Xinca</b>	1	(0.27)
<b>Procedencia</b>		
<b>Guatemala</b>	284	(76.96)
<b>Escuintla</b>	9	(2.44)
<b>El Progreso</b>	17	(4.61)
<b>Quiche</b>	10	(2.71)
<b>Otros</b>	49	(13.28)
<b>Grado Académico</b>		( )
<b>Preprimaria</b>	4	(1.08)
<b>Primaria</b>	48	(13.01)
<b>Básicos</b>	164	(44.44)
<b>Diversificado</b>	146	(39.57)
<b>Universidad</b>	7	(1.90)

Grafica 5.1

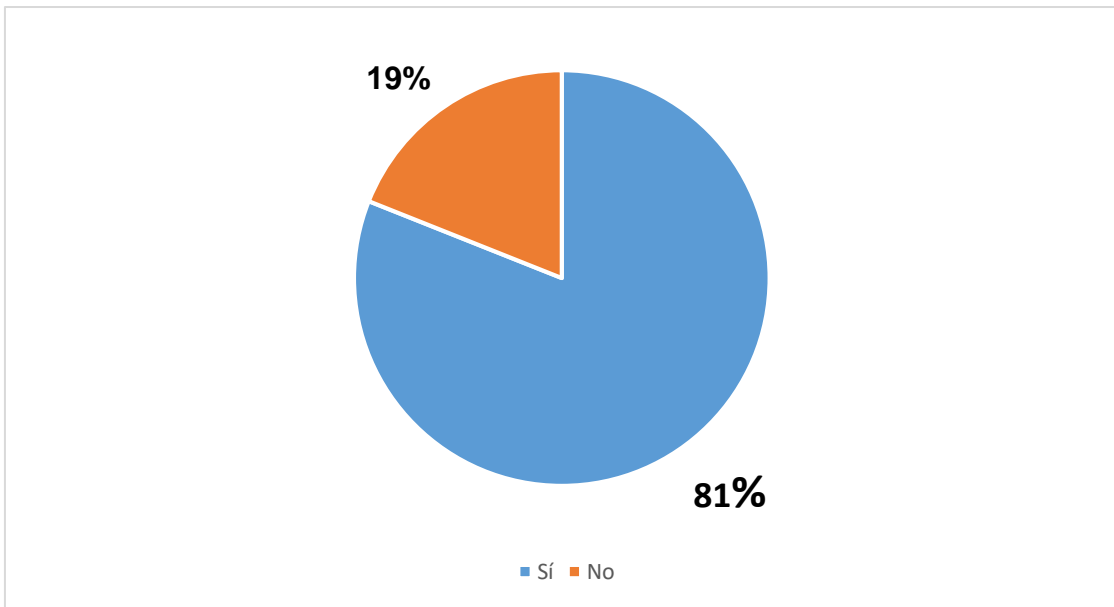
Conocimiento de radiación ionizante en las exposiciones médicas.

n (369)



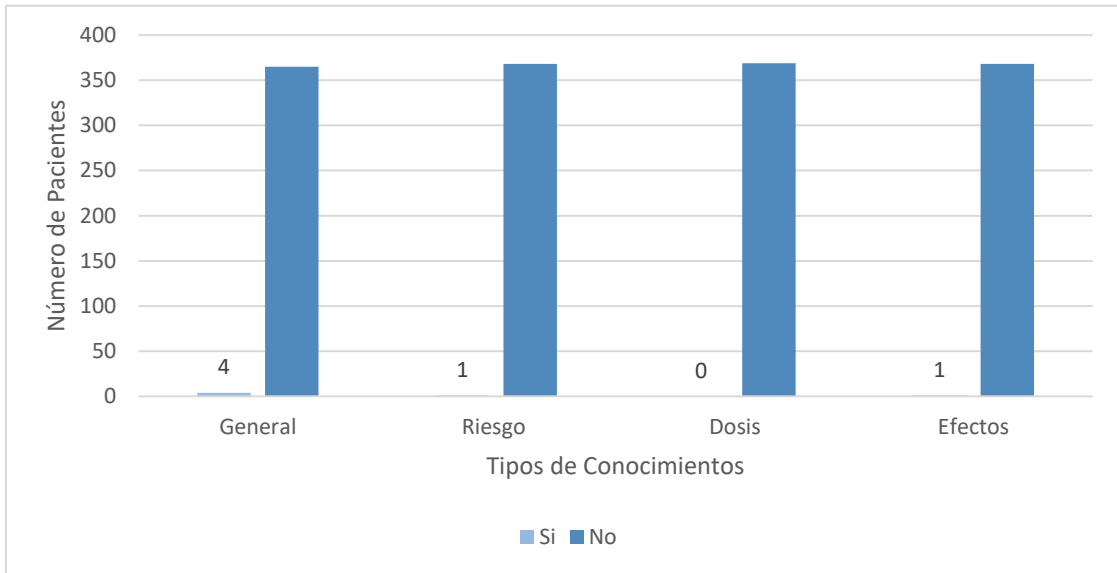
Gráfica 5.2

Antecedente de estudio de Radiodiagnóstico Previo  
n (369)



Gráfica 5.3

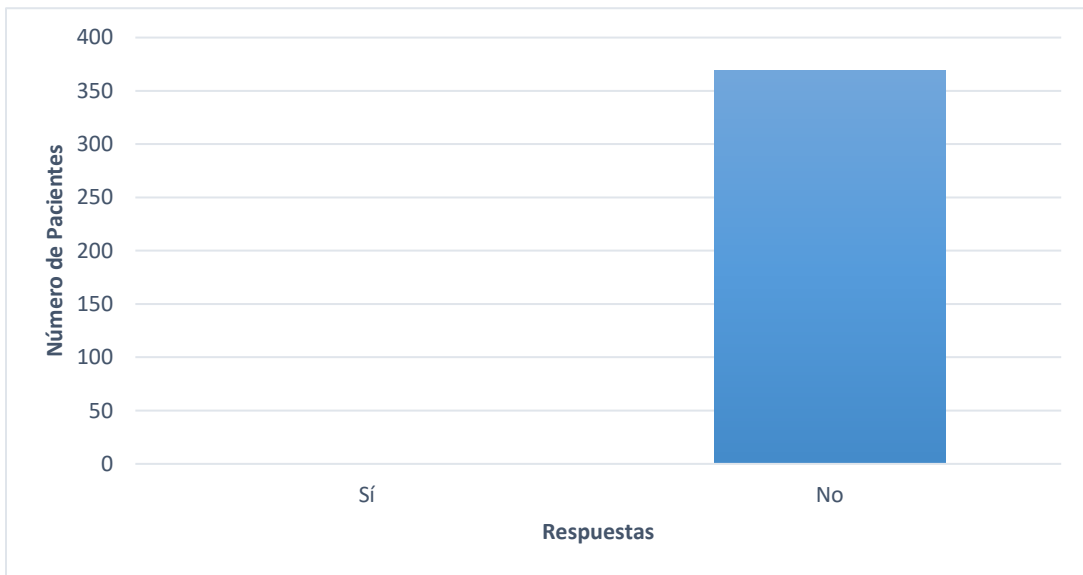
Tipo de Conocimientos sobre Radiación Ionizante en las exposiciones Médicas  
n (6)



Grafica 5.4

Capacitación previa sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas.

n (6)



## VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Investigaciones previas a nivel internacional como la de Ríaa et.al evidenciaron en Italia en 2013 que la mayoría de pacientes no conocían sobre los riesgos a las exposiciones médicas, y los pocos pacientes que sabían algo del tema lo habían consultado en lecturas por internet. (13)

En Guatemala según datos del censo elaborado por INE (Instituto Nacional de Estadística) en el 2018 la población de Guatemala en aproximadamente de 14.901.286 habitantes, siendo 7.67 millones de mujeres, población relativamente joven debido a que el 40.8% está entre los 0 y 14 años; y con un nivel educativo reprobable debió a un índice de analfabetismo del 18.5% y con cerca de 2.3 millones de guatemaltecos que no saben leer ni escribir, esto con solamente un 4.56% de guatemaltecos con un nivel de licenciatura y solamente un 0.48 % con maestría o doctorado. Datos como línea basal de la caracterización demográfica de la población guatemalteca que nos permiten comparar los resultados de la presente investigación (6).

De los pacientes encuestados existió un leve predominante del sexo femenino con el 52.0% y el rango de edad que predominó fue el 41-50 años con un 25.0%, cabe mencionar que únicamente se encuestó a pacientes adultos. El lugar de mayor procedencia de los pacientes fue la Ciudad de Guatemala con un 77.0%, probablemente debido al sitio de ubicación del Hospital, sin embargo, por ser un hospital de referencia nacional se obtuvo procedencia del área rural en un 33%.

En relación a ser un país multicultural y multilingüe se determinó la etnia de los pacientes, evidenciado que la mitad era presentada por la etnia Ladina con un 50.9%, y cerca de la otra mitad (48.5%) representada por la etnia Indígena.

A nivel educativo se observó que más de la mitad de la población (58.53%) no contaba con un diploma a nivel medio y/o diversificado, de ellos que el 75% contaba con estudios a nivel básico y el 23% únicamente con nivel primario; solamente 4 de cada 10 personas tenía un diploma a nivel medio y solamente 1 de cada 100 pacientes tiene estudios universitarios, datos que se relaciona con los reportados por el MINEDUC.

Se evidenció que el 98% de los pacientes no posee ningún tipo conocimiento acerca de la radiación ionizante en las exposiciones médica, a pesar que 8 de cada 10 de ellos reportó haber recibido un estudio por imagen previamente, ósea reportó antecedente de exposiciones previas, pero ningún paciente ha recibido información y/o explicación sobre las fuentes, dosis, riesgos y efectos biológicos a los cuales se exponen.

Casi todos (más del 90%) los pacientes desconocen sobre las fuentes naturales y/o artificiales de donde proviene este tipo de energía, desconocen las dosis y los riesgos recibidos en los estudios por imagen de radiodiagnóstico con equipos generadores de radiación ionizante, desconocen los efectos biológicos (determinísticos y estocásticos) que podrían generarse en el ser humano por la radiación ionizante en las exposiciones medicas; todo esto conllevan un problema de salud pública a nivel nacional y mundial.

Cabe mencionar que, a pesar del desconocimiento sobre el tema, todos los pacientes desean obtener información sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas, por lo que evidencia la urgente necesidad de promover y fomentar la protección radiológica en medicina, iniciando con la capacitación de los médicos referentes para que sean multiplicadores e informes a sus pacientes acerca de las fuentes, dosis, riesgos y efectos biológicos que pueden obtener en los estudios de imagen.

Solamente 6 pacientes encuestados reportaron aparentemente tener algún conocimiento sobre el tema, 4 pacientes conocían las fuentes naturales y/o artificiales de donde proviene este tipo de energía, 1 paciente conocía los riesgos recibidos y 1 paciente conocían los efectos biológicos en los estudios por imagen de radiodiagnóstico respectivamente.

La OMS y OIEA, han reconocido la problemática sobre la protección radiológica en las exposiciones médicas y han fortalecido estrategias con organismos internacionales mediante el Llamado de Bonn a la acción el cual pretende mitigar el daño ocasionado a los pacientes mediante 10 acciones, a las cuales esta investigación aporta en relación a determinar la estadística nacional y al fomentar la capacitación sobre el tema a personal de salud, pacientes y público en general.

## VII. CONCLUSIONES

7.1 El 98 % de los pacientes no tienen conocimiento sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas.

7.2 Casi todos (más del 90%) los pacientes desconocen sobre las fuentes naturales y/o artificiales, desconocen los riesgos recibidos y los efectos biológicos de la radiación ionizante

7.3 El 81% de los pacientes han recibido estudios de radiodiagnóstico previamente.

7.4 Todos desconocen las dosis de radiación ionizante, que reciben en los procedimientos de radiodiagnóstico

7.5 Todo los pacientes expreso el deseo de recibir información por parte de su médico tratante acerca del tema

## VIII. RECOMENDACIONES

### 8.1 Al Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social

8.1.1 Informar a los pacientes con material audiovisual en las salas de espera sobre la radiación ionizante en las exposiciones médicas.

8.1.2 Fortalecer el mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos generados de radiación ionizante en los hospitales de la red nacional.

### 8.2 Al Colegio de Médicos de Guatemala

8.2.1 Capacitar a los agremiados sobre el Tema de PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA EXPOSICIONES MÉDICAS.

### 8.3 A la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

8.3.1 Implementen en el pensum de estudios de las carreras de pregrado y posgrado el Tema de PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA EXPOSICIONES MÉDICAS

8.3.2 Promocionar el uso de equipo de protección personal en los trabajadores de salud.

### 8.4 Al Departamento de Protección y Seguridad Radiológica del Ministerio de Energía y Minas

8.4.1 Promover y solicitar Cursos Básicos y de Actualización en Protección radiológica en exposiciones médicas a estudiantes de medicina y carreras afines a la salud y no únicamente en el personal de radiología, odontología y veterinaria.

## **IX APORTES**

- 9.1 Resultados sobre el desconocimiento del tema a nivel institucional (Hospital General San Juan de Dios) que involucra a la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad San Carlos de Guatemala y Universidades afines por carencia de capacitación a sus egresados sobre el tema de protección radiológica.
- 9.2 Un estudio que se podría replicar a nivel nacional y regional.
- 9.3 Divulgación de la información a través de la publicación en revistas nacionales e internacionales de los datos obtenidos a nivel nacional.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carbajal C, Vallejo R , Bazaes C, Varila U , Zavala T . Percepción de la población respecto a los riesgos asociados a los estudios de imágenes. Rev. Chil. de Radiol. [en línea] 2012 [citado 26 Mayo 2018]; 18 (2): 80-84. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082012000200008](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082012000200008)
2. Organización Mundial de la Salud OMS. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. [en línea] 2016. [citado 2 abril 2018]; Nota descriptiva No. 370. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>.
3. Instituto de Salud Pública Gobierno de Chile. Radiaciones ionizantes y no Ionizantes. [en línea] 2016. [citado 2 mayo 2018]; Disponible en: [http://www.ispch.cl/saludocupacional/subdepto\\_ambientes\\_laborales/secciones/radiaciones](http://www.ispch.cl/saludocupacional/subdepto_ambientes_laborales/secciones/radiaciones)
4. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Informe Nacional de Desarrollo Humano. Guatemala: PNUD; 2016
5. ALARA. Protección radiológica. [en línea] 2015. [citado 2 Mayo 2018]; . Disponible en: <http://alara.com.co/index.php/2015-03-29-02-22-30/que-es-alara>
6. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI. Guatemala: INE. 2011.
7. Bushong, S. Manual de Radiología para Técnicos.9 ed.España. Elsevier. 2010.
8. Steemit. Asociación entre la percepción y conocimiento sobre las radiaciones ionizantes en médicos pacientes e internos del Hospital Teodoro Maldonado. [en línea] Ecuador, 2018. [citado 7 Mayo 2018]; Disponible en:

<https://steemit.com/medicina/@victorinoabad/asociacion-entre-la-percepcion-y-conocimiento-sobre-las-radiaciones-ionizantes-en-medicos-pacientes-e-internos-del-hospital>

9. Centros para control y prevención de enfermedades. Radiación en medicina los procedimientos médicos por imágenes. [en línea] USA. 2017. [citado 29 Jul 2018]; N. Disponible en:

<https://www.cdc.gov/spanish/especialescdc/radiacionionizante/index.html>

10 Jaramillo V, Paz C, Haslam, Herrera E.. Percepción y conocimiento en los estudiantes de medicina sobre riesgos de la radiación ionizante.

Rev med Hondur, [en línea] 2017. [citado 29 Jul 2018]; 83 (3,4). Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/313599593\\_Percepcion\\_y\\_conocimiento\\_en\\_los\\_estudiantes\\_de\\_medicina\\_sobre\\_riesgos\\_de\\_la\\_radiacion\\_ionizante\\_Perception\\_and\\_knowledge\\_in\\_Medical\\_Students\\_about\\_the\\_risks\\_of\\_Ionizing\\_Radiation](https://www.researchgate.net/publication/313599593_Percepcion_y_conocimiento_en_los_estudiantes_de_medicina_sobre_riesgos_de_la_radiacion_ionizante_Perception_and_knowledge_in_Medical_Students_about_the_risks_of_Ionizing_Radiation)

11. Chavez L. Nivel de conocimientos de los pacientes tratados con radioterapia externa sobre los efectos adversos durante el tratamiento [Tesis Postgrado]. Costa Rica: Universidad Nacional Mayor De San Marcos ; 2015.

12. Rudelli M. La radiación y su paciente: una guía para médicos Revisión actualizada (abril 2009) de la versión publicada originalmente en Seguridad Radiológica No. 21. [en línea] 2002 [citado 27 Mayo 2018] Disponible en: [https://www.icrp.org/docs/Rad\\_for\\_GP\\_for\\_web\\_Spanish.pdf](https://www.icrp.org/docs/Rad_for_GP_for_web_Spanish.pdf)

13. Ríaa F, Bergantina A, Vaia P, Bonfantia A. Martinott. Awareness of medical radiation exposure among patients: A patient survey as a first step for effective communication of ionizing radiation risks. El Sevier, [en línea] 2017. [citado 29 Jul 2018]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29195563/>

14. Chile. Ministerio de Salud de Chile. Definiciones datos básicos de la actividad de hospitalización. [en línea] 2009 [Citado 28 Mayo 2018] Disponible en <http://deis.minsal.cl/deis/NOTAS%TECNICAS%20REM-20.htm>

15. Hollada J, Speier W, Roslynn T, McGill M, Ruehm S, Lawrence W, Bassett. Patients' Perceptions of Radiation Exposure Associated With Mammography. AJR. [en línea] 2014. [citado 29 Jul 2018]; . Disponible en:

<https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.14.13650>

16. Ministerio de Energía y Minas. Exposición de motivos del reglamento de Seguridad y protección radiológica.[en línea] Guatemala 2000.

17. Diario Oficial de la Unión Europea. DIRECTIVA 2013/59/EURATOM, Normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.[en línea] D Of la Unión Eur. 2014. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059&from=FR>

18. La Protección radiológica en el medio Sanitario. Consejo de Seguridad Nuclear.[en línea] España. 2012. Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/914805/La+protecci%C3%B3n+radiol%C3%B3gica+en+el+medio+sanitario>

19. Erazo Gómez DC. Protección Radiológica. Guatemala;

20. Radiobiología. Diarium. 2013.

21. Sobreexposición a la radiación. Consumer Report. 2015.

22. Ortiz P, Homberg O, Johnston P. Visión Histórica Global sobre la protección radiológica en medicina. Radioprotección. 2017;14-8.

23. Bushong SC. Manual de Radiología para Técnicos. Física, biología y protección radiológica. Novena. Barcelona: El Servier; 2010. 701 p.

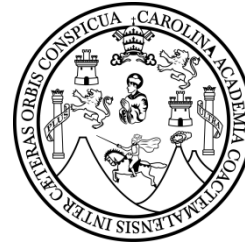
24. Sosa A, Borjas L. Historia y evolución de la radiología en centroamérica. Rev Fac Cienc Méd. 2015;30-40.

25. OIEA. Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. Viena; 2016.



## XI. ANEXOS

### 11.1 Encuesta



Universidad san Carlos de Guatemala  
Escuela de Estudios de Postgrado

Postgrado en radiología e imágenes diagnósticas

## CONOCIMIENTO DE LOS PACIENTES SOBRE LA RADIACION IONIZANTE EN LAS EXPOSICIONES MEDICAS

Estamos realizando un estudio sobre los conocimientos de las exposiciones médicas para lo que solicitamos tu colaboración. Solo debes responder a las preguntas y entregarnos el cuestionario una vez finalizado. La información que nos proporcionas es completamente anónima (nadie puede identificarte) y no será compartida a personas ajenas al estudio. Por favor, contesta con sinceridad. Si tienes alguna duda, puedes preguntar en cualquier momento.

Edad: \_\_\_\_\_ Grado académico: \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Etnia \_\_\_\_\_

### PROCEDENCIA

1. ¿Además de Rayos X donde más existe radiación ionizante?
  - a. Radiación Cósmica
  - b. Agua
  - c. Minería
  - d. No se
  - e. Estudios por imagen
2. ¿Se ha efectuado estudios radiológicos previos? SI NO
3. En caso de que su respuesta fue SI, ¿Cuántos estudios se ha efectuado en el último año?
  - a. 1-5
  - b. 5-10
  - c. Más de 10
4. ¿Su médico le explico los riesgos del estudio por imagen de rayos X? SI NO
5. ¿Le gustaría tener más información sobre el tema? SI NO
6. De los Sigüientes estudios por imagen ¿Cuál considera usted que posee mayor riesgo de provocar algún daño a la salud?
  - a. Ultrasonido
  - b. Radiografía
  - c. Tomografía
  - d. Resonancia Magnética
7. Si usted se realiza una radiografía de tórax el riesgo de recibir algún daño a la salud es:
  - a. Alto
  - b. Bajo
  - c. Muy bajo
  - d. No existe

8. ¿Cuál es la dosis de una radiografía de tórax?
- 0.01msV
  - 0.001msV
  - 0.2msV
  - No se
  - Ninguna
9. Si usted se realiza una tomografía computarizada cerebral sin medio contraste el riesgo de recibir algún daño es:
- Alto
  - Bajo
  - Muy bajo
  - No existe
10. ¿Una Tomografía Axial computarizada a cuantas radiografías equivale?
- 10 radiografías
  - 100 radiografías
  - 1000 radiografías
  - No se
11. ¿Qué daño eventual a la salud podría producir la toma de una radiografía?
- Alteraciones de la visión
  - Infertilidad
  - Malformaciones
  - Otros
  - Si eligió Otros ¿Cuál sería ese daño? \_\_\_\_\_
12. ¿Cuál es un efecto estocástico?
- Cataratas
  - Eritema en piel
  - Dolor de Espalda
  - Ninguno
  - No se
13. ¿Cuál es un efecto determinista?
- Cáncer de tiroides
  - Esterilidad
  - Cáncer de Piel
  - Ninguno
  - No se

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## **PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO**

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada "Conocimiento de los pacientes sobre radiación ionizante en las exposiciones médicas" para propósitos académicos. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.