



UNIVERSIDAD
SAN GREGORIO
DE PORTOVIEJO

Unidad Académica de Salud
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:
ODONTÓLOGO

TEMA:

“Uso de medidas de protección y su incidencia en los niveles de radiación recibida”

AUTOR:

POZO HIDALGO DIEGO DAVID

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. TATIANA MOREIRA SOLÓRZANO

Portoviejo – Manabí – Ecuador

2012

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios por bendecirme siempre en todos los actos de mi vida.

A mis padres, Ingeniero Eduardo Pozo Gines y Licenciada Norma Hidalgo Vera, que son pilares fundamentales y ejemplo a seguir, porque ellos a más de darme la vida, siempre me han guiado por el camino del bien y con su apoyo, confianza, sacrificio, logré cristalizar mi carrera profesional.

Así mismo; a mis hermanos, Ingenieros Eduardo y Franklin Pozo Hidalgo quienes son mi incentivo a luchar para obtener el logro de una meta propuesta, ya que la ilusión de sus vidas ha sido verme convertido en un profesional y hombre de provecho.

A mi novia, Ana Belén Wittong Montesdeoca quien con su amor incondicional, apoyo y comprensión ha sido maravillosa compañía y sustento en esta etapa de mi vida.

A la Doctora Tatiana Moreira directora de tesis, y Doctora Mónica Cabrera quienes siempre estuvieron dispuestas a colaborar con sus invaluables conocimientos.

A todas las personas, que directa o indirectamente han tenido el bien de ayudarme en forma moral; quiero que sientan, que el objetivo alcanzado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue un gran sostén.

Quedo agradecido con la Universidad Particular “San Gregorio” de Portoviejo por haberme ayudado en mi formación académica, con un personal idóneo.

Prometo a todos, no defraudarlos como profesional y ser un hombre de bien, ser útil tanto a mi familia como a la sociedad, compartiendo mis logros adquiridos con cada uno de ustedes y tratando de ser cada día mejor.

DEDICATORIA

A mis padres, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver mi meta alcanzada, ya que estuvieron impulsándome en todo momento de mi carrera, y el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va para ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y tenacidad, porque todo lo que han hecho de mí es lo que hoy en día soy.

Gracias a mis hermanos, a mi novia y amigos, por haberme fomentado el deseo de superación y el anhelo de triunfo; mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en todos los momentos que han pasado junto a mí en distintas circunstancias de mi vida.

En especial a mi amigo del alma, Bagner Augusto Perero Indacochea, quien estará siempre en nuestros corazones.

A todos, espero no defraudarlos y seguir contando siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

ÍNDICE

	CONTENIDOS	PAG.
	INTRODUCCIÓN	I
	ANTECEDENTES	III
	CAPÍTULO I	
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
	CAPÍTULO II	
2.1	JUSTIFICACIÓN	3
	CAPÍTULO III	
3.	OBJETIVOS	5
3.1	OBJETIVO GENERAL	5
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
	CAPÍTULO IV	
4.	HIPÓTESIS	6
	CAPÍTULO V	
5.1	MARCO INSTITUCIONAL	7
	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	9
5.2	MEDIDAS DE PROTECCIÓN	9
5.2.1.	DEFINICIÓN	9
5.2.2.	PREMISAS	9
5.2.2.1.	Justificación	10
5.2.2.2.	Optimización	10
5.2.2.3.	Limitación de dosis	10
5.2.3	REGLAS DE LA PROTECCIÓN	11

5.2.3.1. Distancia	12
5.2.3.2. Blindaje	12
5.2.3.2.1. Tipos de blindaje	13
5.2.3.2.1.1. Ladrillos de plomo y arcilla	13
5.2.3.2.1.2. Blindaje biológico	14
5.2.3.2.1.3. Láminas de plomo	14
5.2.3.3 Tiempo de exposición	14
5.2.4 NORMAS INTERNACIONALES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	15
5.2.5 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LOS TRABAJADORES OCUPACIONALMENTE EXPUESTOS	17
5.2.6 VIGILANCIA RADIOLÓGICA PERSONAL	18
5.2.7 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE RAYOS X	19
5.2.8 PRODUCCIÓN DE RAYOS X	20
5.2.9. RIESGOS A LA SALUD	21
5.2.10 FACTORES QUE HAY QUE TENER EN CUENTA AL CONSTRUIR EL CUARTO DE RAYOS X.	22
5.3 NIVELES DE RADIACIÓN	22
5.3.1 RADIACIÓN	22
5.3.1.1 DEFINICIÓN	22
5.3.1.2 TIPOS DE RADIACIÓN	22
5.3.1.2.1. Radiaciones ionizantes	23
5.3.1.2.2. Radiaciones no ionizantes	24
5.3.1.3 DOSIMETRÍA	25
5.3.1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES	30
5.3.1.4.1 Según sean fotones o partículas	31
5.3.1.4.2 Según la ionización producida	31
5.3.1.4.3 Según la fuente de la radiación ionizante	32
5.3.1.5 RADIACIONES IONIZANTES Y SALUD	33
5.3.1.6 UTILIDAD DE LAS RADIACIONES IONIZANTE	34
5.3.1.7 INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA	34
5.3.1.8 UNIDADES DE MEDIDA DE LA RADIACIÓN IONIZANTE	36

5.3.1.8.1 Unidades tradicionales	36
5.3.1.8.2 Unidades del sistema internacional	39
CAPÍTULO VI	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
6.1. MÉTODOS	41
6.1.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	41
6.1.1.1 Bibliográfica	41
6.1.1.2 De campo	41
6.1.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
6.1.2.1 Exploratoria	41
6.1.1.2 Descriptiva	42
6.1.2.3 Analítica	42
6.1.2.4 Sintética	42
6.1.2.5 Propositiva	42
6.2 TÉCNICAS	42
6.3 INSTRUMENTOS	42
6.4 RECURSOS	43
6.4.1 Materiales	43
6.4.2 Talento humano	43
6.4.3 Tecnológicos	43
6.4.4 Económicos	43
6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	44
6.5.1 Población	44
6.5.2 Tamaño de muestra	44
6.5.3 Tipo de muestreo	44
CAPITULO VII	
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	45
7.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE FICHA DE OBSERVACIÓN	45

CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
PROPUESTA ALTERNATIVA	62
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRAFICUADROS

RESULTADOS DE LA MATRIZ DE OBSERVACIÓN

	PAG.
GRAFICUADRO N° 1	
¿La angulación utilizada al momento de la toma radiográfica fue?	45
GRAFICUADRO N° 2	
¿Los estudiantes utilizan el chaleco protector?	47
GRAFICUADRO N° 3	
¿La pared divisoria de la sala de rayos x tiene un espesor de?	49
GRAFICUADRO N° 4	
¿La dosis de radiación recibida por el estudiante es?	51
GRAFICUADRO N° 5	
¿La distancia utilizada al momento de la toma radiográfica fue?	53
GRAFICUADRO N° 6	
¿Número de personas presentes durante la toma radiográfica?	55

INTRODUCCIÓN

La protección radiológica es la disciplina que estudia los efectos de las dosis producidas por las radiaciones ionizantes y los procedimientos para proteger a los seres vivos de sus efectos nocivos.

Es necesario establecer normas que garanticen la prevención de la incidencia de efectos biológicos deterministas (manteniendo las dosis por debajo de un umbral determinado) y la aplicación de todas las medidas razonables para reducir la aparición de efectos biológicos estocásticos (probabilísticos) a niveles aceptables.

El objeto principal de la Protección Radiológica es asegurar un nivel apropiado de protección al hombre y al medio ambiente sin limitar de forma indebida las prácticas beneficiosas de la exposición a las radiaciones. Este objetivo no sólo se puede conseguir mediante la aplicación de conceptos científicos.

Es por ello, que durante los últimos siglos, ha habido avances en la práctica odontológica en cuanto al uso de los equipos de Rayos X, de tal manera es necesario establecer un sistema que permita evaluar periódicamente las tareas que se llevan a cabo cada día y comprobar que éstas, han sido efectuadas como se describieron, involucrando las distintas especialidades para los tratamientos de las piezas dentales.

Actualmente, se conocen los factores predisponentes y determinantes del riesgo de radiación que causan al ser vivo, si no se toman las medidas de protección radiológica adecuada; teniendo la probabilidad de desarrollarse ciertas alteraciones en la piel, sistema nervioso, alteraciones genéticas, entre otras.

Esta investigación rehace referencia al uso de medidas de protección en los estudiantes de sexto a noveno semestre profesional de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo, en el periodo Agosto 2011 – Febrero 2012; para lo cual se observó durante sus prácticas las técnicas empleadas en las tomas radiográficas y las medidas de protección que usaban.

La investigación esta estructurada en dos partes: una teórica producto de la investigación bibliográfica en varios medios como son internet, textos, folletos,

revistas, etc... y la segunda parte, resultante de la investigación de campo realizada en las salas de Rx de la clínicas de la carrera de odontología de la universidad san Gregorio de Portoviejo durante el trabajo de los estudiantes, procesos que permitieron organizar un trabajo teórico - práctico de interés educativo en base a los cuales se dejo planteada una propuesta que permita solucionar o disminuir la problemática detectada.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En odontología el diagnóstico mediante imágenes radiográficas es de uso frecuente en la mayoría de sus especialidades. Este hecho hace que los trabajadores tomen mayor consideración sobre cómo utilizar el equipo de RX, por medio de este vamos a verificar las estructuras internas de las piezas dentales y nos ayudan con el diagnóstico de las enfermedades.

Los efectos de radiación a nivel mundial según la Asociación Dental Americana (A.D.A.), es un problema que todas las personas no tienen consideración de los daños que ocasiona este tipo de radiación, es capaz de romper los enlaces químicos como el A.R.N. (Ácido ribonucleico) A.D.N (Ácido Desoxirribonucleico), destruir las células del cuerpo, hacer vulnerables a más enfermedades.

La protección radiológica es la principal disciplina para prevenir y contrarrestar los efectos de la radiación a nivel mundial según la Organización Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A), no obstante las personas que trabajan en áreas vinculadas a las radiaciones por equipos de RX deberá de respetar las normas que nos imponen para el cuidado de la salud.

Según un estudio por la comisión ecuatoriana de energía atómica los seres humanos están expuestos a una cantidad de radiación de 2 a 3 MSV por año no mayor. Por lo que las personas que trabajan con aparatos de rayos X, se someten a dosis más alta por técnicas incorrectas, pudiendo llegar a niveles que son tóxicos para la salud.

Durante las prácticas clínicas los estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad San Gregorio de Portoviejo realizan toma radiográfica necesaria para

el desarrollo de los tratamientos, algunos de ellos no tienen un control o cuidado de aplicar normas mínimas de protección pudiendo este error ocasionar problemas a futuro.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera incide el uso de medidas de protección en la radiación recibida por los estudiantes de la carrera de Odontología?

CAPÍTULO II

2.1 JUSTIFICACIÓN

La radiología es una ciencia que se ocupa de la generación de imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes agentes físicos, campos magnéticos, entre otros, y de utilizar estas imágenes para el diagnóstico, pronóstico y el tratamiento de las enfermedades, pero a la vez trae consigo los efectos de la radiación en el cuerpo humano. Estas consecuencias, deben tenerse en cuenta como punto importante para la salud de los estudiantes, ya que desafortunadamente en la actualidad se toma a la ligera estos efectos y se omiten las precauciones debidas para mantener el bienestar personal.

La importancia de la realización de la investigación, radicó en aportar conocimientos sobre las medidas de protección que utilizan los estudiantes de la carrera de odontología, información que permitió mejorar las condiciones de trabajo no solo de los estudiantes sino también de los profesionales de la odontología de la U.S.G.P.

Los resultados de la investigación contribuyeron a fortalecer las ciencias de la salud, sobre todo desde el punto de vista preventivo, en este marco, los beneficiarios principales de este estudio fueron los estudiantes de la carrera de odontología de la universidad san Gregorio de Portoviejo y de manera secundaria la comunidad, que recibe los servicios odontológicos.

Es importante mencionar el interés que tuvo la institución y sus directivos, el que se tradujo en las facilidades proporcionadas para desarrollar la investigación,

además se contó con un importante material bibliográfico actualizado, el cual fortaleció la parte científica de la investigación, factores que hicieron factible realizar el estudio.

Personalmente para el autor esta investigación fue trascendental, ya que los conocimientos obtenidos en el transcurso de la misma mejoraron sus conocimientos profesionales.

CAPÍTULO III

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la incidencia de las medidas de protección utilizadas por los estudiantes de Odontología en los niveles de radiación recibida por ellos.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Verificar el uso de chalecos protectores por parte de los estudiantes para determinar el grado de protección recibida.
- Registrar la distancia empleada por los estudiantes en las tomas radiográficas para calcular la radiación recibida por ellos.
- Constatar el tipo de aislamiento que tienen las salas de Rayos X para considerar la radiación extra que reciben los estudiantes.
- Valorar la técnica de la toma radiográfica para compararla con el número de toma realizada.
- Diseñar una propuesta de solución al problema encontrado.

CAPÍTULO IV

4. HIPÓTESIS

El uso inadecuado de las medidas de protección incide significativamente en los niveles de radiación recibida.

CAPÍTULO V

MARCO TEÓRICO

5.1 MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad San Gregorio de Portoviejo fue creada mediante Ley promulgada en el Registro Oficial N° 229 del 21 de diciembre del 2000, en el transcurso del año 2000, un grupo de profesionales integrados por el Dr. Juan Carlos Flor Hidalgo, ex presidente del Colegio de Odontólogos de Manabí, Dra. Luz María Hidrovo Peñaherrera, ex profesora de la Facultad de Odontología de Manta, Dr. Hugo Mendoza Vélez, Director Provincial de Estomatología de la Regional de Salud y el Dr. José Lara Zavala, se reunieron de manera consecutiva para tratar y discutir la inquietud y aspiraciones de muchos Bachilleres de la ciudad de Portoviejo y cantones vecinos, como también la limitada cobertura dental a la población urbana y rural de esta comunidad, debido a la falta de recursos humanos, coincidiendo con la idea de crear una Carrera de Odontología, que brinde la oportunidad a los bachilleres, de cristalizar sus aspiraciones, para lo cual se realizaron continuas reuniones con las autoridades de la Universidad San Gregorio de Portoviejo y sus departamentos de Planificación y Académico. Conjuntamente se realizaron encuestas institucionales y entrevistas a personalidades del Cantón, lo cual generó una respuesta positiva y estimulante, entonces se resolvió encargar al Dr. Juan Carlos Flor Hidalgo y a la Dra. Luz María Hidrovo, para que en comunidad de ideas y trabajo con el vicerrectorado

académico elaboraran un proyecto de creación de la nueva Carrera de Odontología."

La Universidad San Gregorio de Portoviejo, en sesión de Consejo Universitario, celebrado el 2 de Mayo del 2001 crea la Carrera de Odontología, la misma que inicia clases el 14 de mayo del mismo año.

La primera clínica odontológica fue inaugurada el día lunes 23 de septiembre del 2002 con la asistencia de autoridades de la Universidad San Gregorio y estudiantes, comenzando a funcionar en la antigua escuela Arco Iris ubicada en la calle Chile.

La segunda clínica odontológica se inauguró en la entrada al colegio 12 de Marzo completa y exclusiva para los estudiantes a partir del sexto semestre

El 15 de septiembre del 2006, se inauguraron las áreas para prácticas odontológicas ubicadas en el edificio N. 1 del nuevo campus de la Universidad San Gregorio ubicado en la Avenida Metropolitana, estas áreas consta de 3 clínicas: la clínica "A" y "B" con 15 sillones cada una y la clínica "C" con 14 sillones, además cada una cuenta con dos lava manos y un Split. En las clínicas "A" y "B" existen dos esterilizadores, uno para cada clínica; un área de revelado de 1 a 1.5 m², una área de Rx de 1.2 x 3m, una área administrativa en cada clínica, pero no existe sala de espera, donde los pacientes puedan esperar su turno cómodamente.

El 14 de mayo de 2010, se inauguró: Un moderno quirófano totalmente equipado y la nueva área de radiología con tres equipos de radiología y una zona de revelado.

De tal manera que la antigua área de revelado pasó a ser una zona de depósito de implementos para limpieza y el área de rayos X se destinó para implementar la zona de esterilización.

La carrera de odontología consta con equipos de Rx, para la toma de radiografías de las piezas dentales, para lo cual diariamente se efectúa.

La presente investigación tomó en cuenta que los estudiantes guarden todas las medidas de protección, para que puedan concienciar los daños severos que pueden ocasionar a su organismo si no se protegen de los Rx.

5.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

5.2.1 DEFINICIÓN

La protección radiológica es la disciplina que estudia los efectos de las dosis producidas por las radiaciones ionizantes y los procedimientos para proteger a los seres vivos de sus efectos nocivos, siendo su objetivo principal los seres humanos. (*Anexo # 3. Fig. # 1*)¹

5.2.2 PREMISAS

Sus premisas principales para considerar todas sus recomendaciones, ya sea recomendando o deslegitimando aplicaciones de radiaciones, recomendando límites de dosis, redactando planes de emergencia, planificando actuaciones en caso de emergencia (contramedidas), o cualquier otra, son las siguientes:

- Justificación
- Optimización
- Limitación de dosis

¹ GIL RAMOS Manuel, ANDRADES ROMERO Herminia, RAMOS CARO Silvina, RODRIGUEZ POLO Rocío, DE LA CORTE MOGEDAS Luz, MORENO PÉREZ Aurora, TERNERO PACHECO Roberto, MARTINEZ TORRES Francisco, DURAN RODRÍGUEZ Juan, CUERDA LÓPEZ Susana. "TÉCNICO ESPECIALISTA EN RADIODIAGNÓSTICO DEL SERVICIO GALLEGO DE SALUD.".Capítulo # 12 (Técnicos en Radiodiagnósticos del SERGAS). Páginas # 260 – 263. Volumen I "Temario materias específicas". Editorial MAD-Eduforma. España 2006

5.2.2.1 JUSTIFICACIÓN

Toda acción recomendada por la protección radiológica siempre estará debidamente justificada, siendo la mejor de las opciones existentes, tanto para el individuo como para la sociedad en su conjunto.²

5.2.2.2 OPTIMIZACIÓN

Todas las acciones deberán estar realizadas de forma tal que estén hechas en el mejor modo posible según la tecnología existente en el momento y el grado de conocimiento humano que se posea.

5.2.2.3 LIMITACIÓN DE DÓISIS

Principio reflejado en las siglas ALARA (As Low As Reasonably Achievable en inglés; o, tan bajo como sea razonablemente posible en español).

Aunque una recomendación esté justificada porque el beneficio reportado es mayor que las desventajas, y optimizada según la tecnología, se intentará por todos los medios posibles que la dosis recibida por cualquier individuo o por un colectivo cualquiera, sea lo más baja posible, siempre que las medidas de protección y minimización de dosis no supongan un daño mayor para el individuo o la sociedad. Por ejemplo, es imposible alcanzar un nivel de dosis cero cerca de un aparato de rayos X, el precio de un blindaje que aislara completamente las radiaciones sería infinito. Por eso se dice razonablemente posible.

Para ello se establecen límites de dosis individuales en personas expuestas, atendiendo a dos tipos de exposiciones:

- *Exposición profesional u ocupacional:*

² GIL RAMOS Manuel, ANDRADES ROMERO Herminia, RAMOS CARO Silvína, RODRÍGUEZ POLO Rocío, DE LA CORTE MOGEDAS Luz, MORENO PÉREZ Aurora, TERNERO PACHECO Roberto, MARTINEZ TORRES Francisco, DURAN RODRÍGUEZ Juan, CUERDA LÓPEZ Susana. "TÉCNICO ESPECIALISTA EN RADIODIAGNÓSTICO DEL SERVICIO GALLEGO DE SALUD.". Capítulo # 12 (Técnicos en Radiodiagnósticos del SERGAS). Páginas # 260 – 263. Volumen I "Temario materias específicas". Editorial MAD-Eduforma. España 2006

Se implantan límites de dosis para el personal profesionalmente expuesto (PPE), denominados *límites de dosis ocupacionales*. A este grupo pertenecen los estudiantes, trabajadores, profesionales especializados, personal en prácticas. (Anexo # 3. Fig. # 2)³

- *Exposición del público general:*

Se producen límites de dosis para la población general (acompañantes, visitantes, personas en la sala de espera) llamados *límites de dosis poblacionales*. (Anexo # 3. Fig. # 2)

- *Exposición médica*

Asociada a enfermos que requieren diagnóstico o tratamiento, en este caso, le compete al grupo de los pacientes. (Anexo # 3. Fig. # 2)

5.2.3 REGLAS DE LA PROTECCIÓN

La ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica) ha venido dando recomendaciones para minimizar las exposiciones del personal que por motivo de su trabajo tiene que exponerse a campos de radiación.

De esto surge que el objetivo de la protección radiológica es proteger a los individuos y sus descendientes, a la población y al medio ambiente, limitando y previniendo hasta niveles aceptables, los efectos que pudieran resultar de la exposición a la radiación.⁴

Para reducir o limitar la exposición a la radiación a un valor mínimo posible se deben de considerar principalmente tres factores que determinan la exposición total que la persona recibe en un campo de radiación, estos son:

- Distancia
- Blindaje
- Tiempo

³ ABREU GARCÍA Gabriel, SANCHEZ ARIAS Carmen, ANIA PALACIOS José, SILVA GARCÍA M^{ra} del Carmen, GONZÁLEZ RABANAL José, VILCHES ARENAS Ángel, PEREA.MILLA LÓPEZ Emilio, MUÑOZ LABIANO Álvaro. *"TÉCNICOS ESPECIALISTAS DE RADIODIAGNÓSTICO DEL SERVICIO NAVARRO DE SALUD. OSASUNBIDEA"*. Capítulo # 18 (Radio-protección). Páginas # 41 – 72. Volumen II. Editorial MAD-Eduforma. España, 2006

⁴ ETRASA. *"MERCANCÍAS PELIGROSAS: RADIATIVOS"*. Capítulo # 2 (Protección radiológica). Páginas # 29 – 42. Segunda Edición. Editorial Etrasa. Madrid – España. 2008

5.2.3.1 DISTANCIA

La distancia no solamente es un mecanismo de protección, sino también, en muchos casos, es el principio de protección contra la radiación que se aplica con más rapidez.

Algunas veces la protección por distancia se logra utilizando dispositivos de control remoto.

La rapidez de exposición de un campo de radiación disminuye a una mayor distancia de la fuente radiactiva y aumenta a una menor distancia, siguiendo la ley del cuadrado inverso. Esta ley establece que la rapidez de exposición en un punto varía inversamente con el cuadrado de su distancia a la fuente. (*Anexo # 3. Fig. # 3*)

5.2.3.2 BLINDAJE

Poner pantallas protectoras (blindaje biológico) entre la fuente radiactiva y las personas. Por ejemplo, en las industrias nucleares, pantallas múltiples protegen a los trabajadores. Las pantallas utilizadas habitualmente son muros de hormigón, láminas de plomo o acero y cristales especiales enriquecidos con plomo.⁵

El blindaje es uno de los más importantes principios de protección contra la radiación, cuando no es posible utilizar los factores de protección de distancia y tiempo por el espacio disponible o por las necesidades de trabajo.

La radiación X y gamma (γ) no se absorben por completo en los materiales de blindaje, pero la intensidad puede reducirse lo suficiente si el blindaje es de un espesor adecuado. (*Anexo # 3. Fig. # 4*)

⁵ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "HIGIENE INDUSTRIAL". Capítulo # 13 (Radiaciones Ionizantes. Los Rayos X). Páginas # 555 – 575. Décima edición. Editorial Lex Nova, España. 2009
CHIMENOS KÜSTNER Eduardo. "RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL". Primera parte: Radiobiología. Capítulo # 1 – 2 – 3 – 4. Páginas # 3 – 33. Editorial Elsevier Masson. España, 2005

5.2.3.2.1 TIPOS DE BLINDAJE

En la actualidad, se están utilizando primordialmente los siguientes tipos de blindaje:

- Ladrillos de plomo y de arcilla
- Blindaje biológico
- Láminas de plomo

5.2.3.2.1.1 LADRILLOS DE PLOMO

El plomo, es un material muy importante por su propiedad de bloquear la dañina radiación actuando como un escudo en lugares de trabajo nuclear y lugares de Rayos X.

Son utilizados donde sea imprescindible la protección contra una radiación radioactiva muy intensa, sobre todo en la medicina y energía nuclear, en los laboratorios con unos fuertes emisores de la radiación, etc.⁶

Los ladrillos de plomo permiten una construcción muy fácil en las paredes con una garantía de estanqueidad de las juntas, gracias al uso de las ranuras y lengüetas (ladrillos machihembrados). (*Anexo # 3. Fig. # 5*)

En cuanto al blindaje con ladrillos de arcilla, existe un régimen de bioseguridad donde se indica que es necesario adecuar la sala de Rayos X con paredes de mayor de 50cm de espesor, con el fin de bloquear las ondas emisoras de la radiación actuando como un escudo.

⁶ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "HIGIENE INDUSTRIAL". Capítulo # 13 (Radiaciones Ionizantes. Los Rayos X). Páginas # 555 – 575. Décima edición. Editorial Lex Nova, España. 2009
CHIMENOS KÜSTNER Eduardo. "RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL". Primera parte: Radiobiología. Capítulo # 1 – 2 – 3 – 4. Páginas # 3 – 33. Editorial Elsevier Masson. España, 2005
<http://entecolutions.es/decreto.php>

5.2.3.2.1.2. BLINDAJE BIOLÓGICO

La misión del blindaje biológico es controlar la exposición externa a las radiaciones ionizantes, con el objeto de permitir la realización de prácticas que involucran el manejo de material radiactivo, de forma segura para las personas.

(Anexo # 3. Fig. # 6)

5.2.3.2.1.3 LÁMINAS DE PLOMO

Poseen un 99% de pureza, y sus dimensiones son: 2.10m ancho x 1.10m alto.

Cubren los requerimientos del mercado en lo que se refiere a la protección y el blindaje radiológico, aislamiento contra la corrosión, barrera sonora, así como diversas protecciones hidrófugas.

El plomo es ideal para este tipo de aplicaciones, ya que cuenta con una densidad uniforme, alto nivel de estabilidad y un importante grado de flexibilidad en su aplicación. Están disponibles en espesores que van de los 0.8 mm a los 6.25 mm, y en medidas variables. *(Anexo # 3. Fig. # 7)*⁷

5.2.3.3 TIEMPO DE EXPOSICIÓN

Ocasionalmente, puede ser necesario trabajar en áreas de muy alta radiación. Conocemos los efectos que las radiaciones producen sobre el organismo, y que ellos dependen en gran medida de la energía que dichas radiaciones se depositan en los tejidos.

De esta forma, a mayor tiempo de permanencia, mayor cantidad de radiaciones absorberá el organismo y mayor cantidad de energía se depositará en el mismo.

Entre más tiempo se permanezca en un campo de radiación dado, mayor será la exposición en una relación directamente proporcional.

⁷

GIL RAMOS Manuel, ANDRADES ROMERO Herminia, RAMOS CARO Silvana, RODRIGUEZ POLO Rocío, DE LA CORTE MOGEDAS Luz, MORENO PÉREZ Aurora, TERNERO PACHECO Roberto, MARTINEZ TORRES Francisco, DURAN RODRÍGUEZ Juan, CUERDA LÓPEZ Susana. *"TÉCNICO ESPECIALISTA EN RADIODIAGNÓSTICO DEL SERVICIO GALLEGO DE SALUD"*. Capítulo # 12 (Técnicos en Radiodiagnósticos del SERGAS). Páginas # 260 – 263. Volumen I "Temario materias específicas". Editorial MAD-Eduforma. España 2006

Para las fuentes radiactivas que emitan radiaciones, se deben añadir otras dos recomendaciones adicionales:

- Esperar, cuando sea posible, el descenso de la actividad radiactiva de los elementos por su decaimiento natural.
- Ventilar, si existen gases radiactivos.

Los trabajadores que puedan alcanzar niveles de dosis cercanos a los límites legales debido a las radiaciones ionizantes en su trabajo (industrias nucleares, médicos, radiólogos...) suelen llevar dosímetros que miden la cantidad de radiación a la cual han estado sometidos. Estos dispositivos permiten asegurarse de que la persona ha recibido una dosis inferior a la dictada legalmente, o en caso de accidente radiológico, conocer el alcance de la dosis recibida. (*Anexo # 3. Fig. # 8*)

5.2.4 NORMAS INTERNACIONALES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La toma de conciencia del peligro potencial que tiene la exposición excesiva a las radiaciones ionizantes llevó a las autoridades a fijar las normas reglamentarias para los límites de dosis. Estos límites corresponden a un riesgo suplementario aceptable respecto al riesgo natural.⁸

Desde 1928, la Comisión Internacional de Protección Radiológica, reúne médicos, físicos y biólogos de todos los países. Esta autoridad científica independiente emite recomendaciones en materia de protección radiológica, aplicables a las reglamentaciones de cada estado cuando se considera necesario por los mismos.

La UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) reúne a científicos representantes de 21 naciones. Se creó en 1955 en

⁸ DEL CURA J.L. PEDRAZA S. GAYETE A. "RADIOLOGÍA ESENCIAL". Capítulo # 3 (Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Protección radiológica operacional). Páginas # 27 - 34. Tomo # 1. Editorial Ed. Médica Panamericana. Madrid, 2009.

el seno de la ONU (Organización de Naciones Unidas) para reunir el máximo de datos sobre los niveles de exposición debidos a las diversas fuentes de radiaciones ionizantes y sus consecuencias biológicas, sanitarias y medioambientales. Constituye un balance regular de estos datos, pero igualmente una evaluación de los efectos estudiando los resultados experimentales, la estimación de las dosis y los datos humanos.

El OIEA (Organización Internacional de Energía Atómica) edita periódicamente normas de seguridad y protección radiológica aplicable a las industrias y prácticas que utilizan radiaciones, utilizando las últimas recomendaciones de los organismos científicos (como la UNSCEAR). Esas normas no son de obligado cumplimiento para los países miembro del organismo a no ser que soliciten la asistencia del propio organismo. Sin embargo, en gran medida se utilizan como base para elaborar la legislación de la mayor parte de los estados. A nivel Europeo, la Unión Europea utiliza estas recomendaciones en sus propias normas o directivas.

Las normas legales de protección radiológica hoy en día utilizan:

- Un límite de dosis efectiva de 1 mSv/año para la población general y de 100 mSv de promedio en 5 años para las personas dedicadas a trabajos que implican una exposición radiactiva (industria nuclear, radiología médica), con un máximo de 50 mSv en un único año.⁹
- Un límite de dosis equivalente (órgano) de 150 mSv (Milisiver) para el cristalino (ojo) y 500 mSv para la piel y las manos. (*Anexo # 3. Fig. # 9*)

⁹ DEL CURA J.L. PEDRAZA S. GAYETE A. "RADIOLOGÍA ESENCIAL". Capítulo # 3 (Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Protección radiológica operacional). Páginas # 27 - 34. Tomo # 1. Editorial Ed. Médica Panamericana. Madrid, 2009.

5.2.5 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LOS TRABAJADORES

OCUPACIONALMENTE EXPUESTOS

La vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos, se basarán en los principios generales de la medicina del trabajo, sobre prevención y riesgos laborales, y sus reglamentos.¹⁰

Es por ello, que se han dividido en dos categorías a los trabajadores expuestos a las radiaciones:

- CATEGORÍA A: los que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino (45 mSv/año), la piel y las extremidades (150 mSv/año). (*Anexo # 3. Fig. # 10*)¹¹
- CATEGORÍA B: aquellos trabajadores expuestos que es muy improbable que reciban dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial, o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades. (*Anexo # Anexo # 3. Fig. # 10*)

En relación con los trabajadores expuestos pertenecientes a la categoría A será obligatorio:

- En caso de riesgo de exposición externa, la utilización de dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral.
- En el caso de riesgo exposición parcial o no homogénea del organismo, la utilización de dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.

¹⁰ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "FORMACIÓN SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: PARTE OBLIGATORIA Y COMÚN". Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes). Páginas # 367 – 375. Editorial Lex Nova, España, 2007

¹¹ WHAITES Eric. "FUNDAMENTOS DE RADIOLOGÍA DENTAL". Capítulo # 2 (Física de la radiación y equipamiento) – 3 (Protección frente a las radiaciones). Páginas # 13 - 69 Cuarta Edición. Editor Elsevier Masson. España, 2008

- En el caso de riesgo de contaminación interna, la realización de las medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes.

En relación con los trabajadores expuestos pertenecientes a la categoría B, será obligatorio:

- Las dosis individuales recibidas por los trabajadores expuestos, se podrán estimar a partir de los resultados de la vigilancia realizada en el ambiente de trabajo, siempre y cuando éstos permitan demostrar que dichos trabajadores están clasificados correctamente en la categoría B. (*Anexo # 3. Fig. # 10*)

5.2.6 VIGILANCIA RADIOLÓGICA PERSONAL

La dosis recibidas por los trabajadores expuestos deberán determinarse de acuerdo con lo establecido para los trabajadores de categoría A y B (anteriormente descritos) y cuando las condiciones de trabajo sean normales, con una periodicidad no superior a un mes, para la dosimetría externa; y con la periodicidad que, en cada caso, se establezca, para la dosimetría interna de aquellos trabajadores que están expuestos a riesgos de incorporación de radionucleicos.¹²

La dosimetría individual, tanto externa como interna, será efectuada por los Servicios de Dosimetría Personal expresamente autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear. (*Anexo # 3. Fig. # 11*)

El titular de la práctica o, en su caso, la empresa externa debe transmitir los resultados de los controles dosimétricos al Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de salud de los trabajadores.

En caso de exposiciones accidentales y de emergencia se evalúan las dosis asociadas y su distribución en el cuerpo y se realiza una vigilancia individual o evaluaciones de las dosis individuales en función de las circunstancias.

¹² WHAITES Eric. "FUNDAMENTOS DE RADIOLOGÍA DENTAL". Capítulo # 2(Física de la radiación y equipamiento) – 3 (Protección frente a las radiaciones). Páginas # 13 - 69 Cuarta Edición. Editor Elsevier Masson. España, 2008

Cuando a consecuencia de una de estas exposiciones o de una exposición especialmente autorizada hayan podido superarse los límites de dosis, debe realizarse un estudio para evaluar, lo más rápidamente posible, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados.¹³

5.2.7 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE RAYOS X

Como premisa fundamental debemos considerar al equipo de Rayos X. como a un conjunto de elementos que requieren sean correctamente manipulados y sometidos periódicamente a operaciones de mantenimiento a saber: inspección, ajuste, reparación o cambio.¹⁴

Para asegurar un correcto manejo es necesario:

- Poseer los conocimientos radiológicos mínimos.
- Exigir junto al aparato el manual de operaciones.
- Seguir al pie de la letra las instrucciones de dicho manual y en caso de duda consultar al vendedor.
- Si el equipo es manejado por varios. el dueño encargado deberá vigilar el uso correcto del equipo por parte de los restantes operadores.
- Respetar las características operativas de los tubos de Rayos X.

Operaciones de mantenimiento:

- Las operaciones de mantenimiento deben ser periódicas y su frecuencia dependerá de las características y función de los distintos componentes.
- El médico radiólogo puede contribuir muy eficazmente con el mantenimiento de éste.

¹³ FINESTRES ZUBELDIA Fernando. "PROTECCIÓN EN RADIOLOGÍA ODONTOLÓGICA". Capítulo # 6 (Protección radiológica básica). Páginas # 151 – 169. Metodología # 14. Editorial Edicions Universitat Barcelona. España 2007

¹⁴ WHAITES Eric. "FUNDAMENTOS DE RADIOLOGÍA DENTAL". Capítulo # 2(Física de la radiación y equipamiento) – 3 (Protección frente a las radiaciones). Páginas # 13 - 69 Cuarta Edición. Editor ElsevierMasson. España, 2008

- Para facilitar el mantenimiento, se debe exigir al comprar el aparato la siguiente documentación técnica mínima:¹⁵
 - Manual de operaciones
 - Diagrama de circuitos
 - Características eléctricas y dimensiones de los tubos de Rayos X suministrados con el aparato
 - Listado de componentes.
- Como reglas fundamentales podemos citar:
 - Mantener un programa de inspección preventiva.
 - No olvidar al técnico de mantenimiento a la visita periódica o el recambio de elementos.
 - Exigir dentro de lo posible repuestos originales.

5.2.8 PRODUCCIÓN DE RAYOS X

Los rayos X se producen en un tubo de vidrio en el que se ha hecho al vacío.

En este tubo existe un filamento de alambre de wolframio o tungsteno y dos electrodos: el ánodo y el cátodo.

- El ánodo, electrodo positivo o anticátodo, consta de un cilindro de cobre en el que está incrustado un botón de tungsteno que sirve de blanco o diana de los rayos catódicos producidos en el cátodo; es el receptor de electrones. (*Anexo # 3. Fig. # 12*)¹⁶
- El cátodo o electrodo negativo, consiste en una pantalla de molibdeno que rodea el filamento, antes citado, y es el productor de electrones. (*Anexo # 3. Fig. # 12*)

¹⁵ DE CARLOS VILLAFRANCA Feliz. "MANUAL DEL TÉCNICO SUPERIOR EN HIGIENE BUCODENTAL" Capítulo # 7 (Salud Laboral). Páginas # 121 – 127. Temario general. Editorial MAD-Eduforma. España 2005

¹⁶ DIEZ CUBAS César. "RADIOLOGÍA ORAL PARA DENTISTAS E HIGIENISTAS DE LA SANIDAD PÚBLICA". Capítulo # 2 (Equipos). Páginas # 21 – 26. Editorial Visión Net. España 2006

5.2.9 RIESGOS A LA SALUD

Para la mayoría de las radiografías convencionales, el riesgo de afección en cuanto a la salud del operador como el paciente es relevante, debido a que si no se realizan las precauciones adecuadas, con el pasar del tiempo trae consigo sus consecuencias como por ejemplo:¹⁷

Efectos Térmicos:

Todas las radiaciones no ionizantes producen calor. Estos efectos son generalmente bien conocidos. Algunos efectos o circunstancias excepcionales serían:

- *Aumento de temperatura generalizado:*

Este aumento, mantenido en el tiempo puede producir lo que se denomina golpe de calor.

- *Quemaduras. (Anexo # 3. Fig. # 13)*
- Cuando la zona irradiada es la de los ojos se pueden producir cataratas y otras lesiones oculares. (Anexo # 3. Fig. # 13)

Efectos no térmicos:

Son efectos menos conocidos, se pueden relacionar con exposición a dosis bajas. Algunos de estos efectos pueden aparecer a muy largo plazo. Algunos de ellos son de naturaleza estocástica. Entre ellos encontramos:

- Molestias inespecíficas.
- Alteraciones de la reproducción. (Anexo # 3. Fig. # 13)
- Alteraciones cardiovasculares.
- Cáncer, se ha relacionado estas radiaciones con cáncer, no sólo en los trabajadores/as, sino también en sus hijos. (Anexo # 3. Fig. # 13)

5.2.10 FACTORES QUE HAY QUE TENER EN CUENTA AL CONSTRUIR EL CUARTO DE RAYOS X.

Entre los principales factores tenemos (*Anexo # 3. Fig. # 14*):¹⁸

- Otros materiales utilizados en la construcción de la sala.
- Energía: Poder de emisión de la unidad de rayos X.
- Carga de trabajo: Cuántas exposiciones ante la radiación se producen por semana, mes, año.
- Orientación: Dirección del objetivo principal del rayo radiactivo y la dispersión de la unidad de rayos X.
- Distancia entre la lámpara y la fuente de radiación.
- Ocupación de los cuartos contiguos.

5.3 NIVELES DE RADIACIÓN

5.3.1 RADIACIÓN

5.3.1.1 DEFINICIÓN

Las radiaciones son fenómenos físicos consistentes en la emisión, propagación y absorción de energía por parte de la materia, tanto en forma de ondas como en partículas subatómicas.

Todo aumento de la intensidad de radiación en el medio ambiente, debido a las fuentes artificiales, puede entrañar el riesgo de efectos nocivos. Ahora bien, la solución consiste en limitar las dosis de radiaciones a valores que supongan unos riesgos que no sean enteramente inaceptables para las personas que trabajan con radiaciones y para la población en general. (*Anexo # 3. Fig. # 15*)¹⁹

5.3.1.2 TIPOS DE RADIACIÓN

5.3.1.2.1 RADIACIONES IONIZANTE

¹⁸ ITURBE José Luis. "FUNDAMENTOS DE RADIOQUÍMICA" Páginas # 248 – 251. Editorial UEAM (Universidad Autónoma del Estado de México), México. 2007

¹⁹ PIERRE Gallé, PAULIN R. "MANUAL BIOFÍSICA: RADIOBIOLOGÍA, RADIOPATOLOGÍA". Capítulo # 3 (Radiaciones ionizantes e interacciones con la materia). Páginas # 25 – 28. Editorial Elsevier. España 2003.

Son radiaciones con energía necesaria para arrancar electrones de los átomos. Cuando un átomo queda con un exceso de carga eléctrica, ya sea positiva o negativa, se dice que se ha convertido en un ión (positivo o negativo). (*Anexo # 3.*

Fig. # 16)

Pueden provocar reacciones y cambios químicos con el material con el cual interaccionan. Por ejemplo, son capaces de romper los enlaces químicos de las moléculas o generar cambios genéticos en células reproductoras.²⁰

La categoría más importante dentro de la radiación ionizante son:

- Rayos X y Gamma
- Rayos Alfa
- Rayos Beta
- Neutrones

Partículas Alfa:

Son partículas emitidas espontáneamente desde los núcleos de elementos pesados como el Uranio. Debido a su relativamente gran tamaño, al interactuar con la materia pierden energía rápidamente, por lo que su poder de penetración es bajísimo, y pueden ser detenidos por una hoja de papel o por la primera capa de piel.

Sin embargo, si estas partículas son absorbidas dentro del organismo humano, por respiración o tragándolas, pueden afectar las células del organismo, en forma incluso más dañina que otras radiaciones. (*Anexo # 3. Fig. # 16)*²¹

Partículas Beta:

²⁰ BUSHONG Stewart Carlyle. "MANUAL DE RADIOLOGÍA PARA TÉCNICOS. FÍSICA, BIOLÓGICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA". Capítulo # 1 (Conceptos de radiología). Páginas # 5 – 15. Novena Edición. Editorial Elsevier Masson. España, 2010

²¹ DÍAZ MOLINER Rafael. "GUÍA PRÁCTICA PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES". Capítulo # 7 (Radiaciones Ionizantes). Páginas # 347 – 360. Quinta Edición. Editorial Lex Nova. España, 2007.

Son partículas del tamaño de electrones generadas desde el núcleo del átomo. Por su gran energía y bajo tamaño, pueden penetrar hasta 2cm de piel humana. Pueden ser detenidas por una hoja de aluminio de un espesor de pocos milímetros. (*Anexo # 3. Fig. # 16*)

Rayos X y Rayos Gamma:

Se las define como ondas que viajan sin transmitir materia. Ambos tipos de rayos son idénticos, pero los Rayos X son producidos por movimientos de los electrones, y los Rayos Gamma son producidos en el núcleo del átomo.

Ambos rayos tienen un gran poder de penetración, pudiendo pasar a través del cuerpo humano. Pueden ser detenidos por barreras de concreto, de plomo o grandes piscinas de agua. (*Anexo # 3. Fig. # 16*)

Neutrones:

Son partículas muy penetrantes. Son producidas por la fusión o partición de átomos dentro de un reactor nuclear. Pueden ser detenidos usando blindajes de agua y concreto.

5.3.1.2.2 RADIACIONES NO IONIZANTE

Son radiaciones en las que la energía de los fotones emitidos no es suficiente para ionizar los átomos de las materias sobre las que inciden.²²

Se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Los campos electromagnéticos

²² DE CARLOS VILLAFRANCA Feliz. "MANUAL DEL TÉCNICO SUPERIOR EN HIGIENE BUCODENTAL" Capítulo # 7 (Salud Laboral). Páginas # 121 – 127. Temario general. Editorial MAD-Eduforma. España 2005.

- Las radiaciones ópticas

Dentro de los *campos electromagnéticos* se pueden distinguir aquellos generados por las líneas de corriente eléctrica o por campos eléctricos estáticos. Otros ejemplos son las ondas de radiofrecuencia, utilizadas por las emisoras de radio, y las microondas utilizadas en electrodomésticos y en el área de las telecomunicaciones. (*Anexo # 3. Fig. # 17*).

Entre las *radiaciones ópticas* se pueden mencionar los rayos láser y la radiación solar como son los rayos infrarrojos, la luz visible y la radiación ultravioleta. Estas radiaciones pueden provocar calor y ciertos efectos fotoquímicos al actuar sobre el cuerpo humano. Nosotros nos centraremos en la radiación ultravioleta que los últimos años por causa de diversos factores ha estado alcanzado en la tierra valores que perjudican seriamente nuestra salud y supervivencia. (*Anexo # 3. Fig. # 17*).

5.3.1.3 DOSIMETRÍA

La dosimetría consiste en la medición de la exposición de los rayos X, gamma u otro tipo de radiación que se usan en el tratamiento o diagnóstico. (*Anexo # 3. Fig. # 18*)²³

La decisión de proporcionar dosímetros personales a un grupo de trabajadores depende de muchos factores, los aspectos técnicos más importantes son:

- El nivel de dosis o de incorporación esperado en relación con los límites
- Las probables variaciones en las dosis e incorporaciones
- La complejidad de los procedimientos de medición y de su interpretación.

²³ DE CARLOS VILAFRANCA Feliz. "MANUAL DEL TÉCNICO SUPERIOR EN HIGIENE BUCODENTAL" Capítulo # 7 (Salud Laboral). Páginas # 121 – 127. Temario general. Editorial MAD-Eduforma. España 2005.

La vigilancia radiológica individual para la exposición externa es bastante sencilla y no requiere de grandes recursos, no obstante, debe aplicarse únicamente cuando sea procedente, adecuado y factible, en los casos que no lo sea, la exposición ocupacional del trabajador podrá evaluarse con base en los resultados de la vigilancia del puesto o área de trabajo.

La vigilancia para la incorporación de materiales radiactivos es más compleja y costosa, debe usarse rutinariamente sólo para trabajadores que ocupen áreas donde exista riesgo de inhalación o ingestión de material radiactivo en niveles significativos. En todos los casos se debe utilizar la instrumentación o los dispositivos que sean sensibles al tipo de radiación que se va a medir y cuyas lecturas sean confiables.

Las Normas Básicas de Seguridad sugieren que se analicen los niveles reales de dosis y con base en los valores se decida a quienes conviene dotar con dispositivos para la vigilancia radiológica individual.

Existen dos tipos de dosímetros; el individual que es el que utiliza el personal ocupacionalmente expuesto (POE) y el de área que nos mide la radiación del ambiente.²⁴

Los dosímetros personales o también llamados individuales, son dispositivos o instrumentos que puede portar cómodamente el trabajador y que registran la dosis acumulada que recibe durante su trabajo. (*Anexo # 3. Fig. # 19*)

Hay de diversos tipos, los más comunes son las cámaras de ionización de lectura directa, los de película fotográfica, los termoluminiscentes y los electrónicos. El personal de respuesta a la emergencia debe monitorear su exposición total a la radiación, durante sus funciones. (*Anexo # 3. Fig. # 20*)

²⁴ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "HIGIENE INDUSTRIAL". Capítulo # 13 (Radiaciones Ionizantes. Los Rayos X). Páginas # 555 – 575. Décima edición. Editorial Lex Nova, España. 2009
http://ocw.unia.es/fisica/origen-y-control-de-las-radiaciones-en-el-medio/materiales/ud2/unidad-didactica-2/skinless_view

Esta sección analizará la operación básica de los tres métodos comúnmente usados de dosimetría externa:

- Cámaras de ionización de bolsillo
- Dosímetros de película
- Dosímetros termoluminiscentes
- Dosímetros electrónicos.

También se presentarán las ventajas y desventajas de cada tipo de dosímetro. Para realizar una medición de la dosis recibida y hacer un seguimiento de la dosis acumulada en un período de tiempo determinado, se utilizan dosímetros personales.

Estos dosímetros son dispositivos sensibles a la radiación, pero que por su tamaño y peso pueden ser portados individualmente con comodidad, ya sea en el bolsillo o sujetos a la ropa con una pinza.

El objetivo de un dosímetro individual es medir, evaluar y registrar las dosis recibidas por las personas expuestas a radiaciones ionizantes.²⁵

Tiene como finalidad:

- Garantizar que individualmente se cumple con el Sistema de Limitación de Dosis
- Cumplir con el requisito legal
- Evaluar en forma continua la idoneidad de las medidas de protección existentes
- Evaluar la Dosis Colectiva
- Proporcionar una base de datos que posibilite la realización de estudios estadísticos y epidemiológicos

²⁵ DE CARLOS VILLAFRANCA Feliz. "MANUAL DEL TÉCNICO SUPERIOR EN HIGIENE BUCODENTAL" Capítulo # 7 (Salud Laboral). Páginas # 121 – 127. Temario general. Editorial MAD-Eduforma. España 2005.

DONDE DEBEMOS COLOCAR EL DOSÍMETRO

El dosímetro principal, debe ir detrás del delantal plomado a la altura del bolsillo o del cinturón. Son lugares aceptables si el técnico no tiene que realizar exámenes radioscópicos. (*Anexo # 3. Fig. # 21*)

Si el técnico tuviera que realizar un examen radioscópico, y lleva un delantal de plomo, el dispositivo de medida de radiación debe colocarse fuera del delantal, en la zona del cuello.

Esto sería un dosímetro secundario o de apoyo, y se llevaría en la patilla de la gafa (para proteger el cristalino), como anillo o pulsera (para proteger la mano en el caso de manipulación de un radioisótopo en medicina nuclear) o a la altura del cuello (para la tiroides).²⁶

Recomendaciones para el uso del dosímetro personal:

1. Los dosímetros deben llevarse puestos durante toda la jornada laboral y es conveniente colocarlos después de la misma en el tablero correspondiente, dispuesto para ser guardados y protegidos de posibles radiaciones.
2. El dosímetro debe colocarse en un lugar representativo de la parte más expuesta del cuerpo, generalmente en el tórax.
3. Un dosímetro personal nunca debe ser deliberadamente expuesto cuando no lo lleva puesto el usuario.
4. En el caso de que un dosímetro sea irradiado accidentalmente, inmediatamente debe darse cuenta al encargado para que dicho dosímetro sea remplazado.
5. Los dosímetros no deben utilizarse durante exposiciones no-ocupacionales, tales como las radiografías tomadas al mismo usuario.

²⁶ FINESTRES ZUBELDIA Fernando. "PROTECCIÓN EN RADIOLOGÍA ODONTOLÓGICA". Capítulo # 6 (Protección radiológica básica). Páginas # 151 – 169. Metodología # 14. Editorial Edicions Universitat Barcelona. España 2007

6. El dosímetro asignado a una persona no debe ser utilizado por ninguna otra persona hasta que se haya notificado al encargado para que registre el cambio y que se realice el cambio del film correspondiente.
7. Cabe recordar que el dosímetro personal es un instrumento de medición y que como tal debe ser objeto de ciertos cuidados, de no hacerlo pueden alterarse los resultados.
8. Para la mayor eficacia de la dosimetría es necesario que los usuarios se responsabilicen por el cuidado y buen uso del dosímetro, y que se realice el cambio en las fechas pre-establecidas.²⁷

DETECCIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

Obligatoriamente en todo equipo de medida de la radiación existe un elemento que recibe el nombre de detector, en el que el resultado de estos procesos se obtendrá una señal, normalmente muy débil, pero que convenientemente amplificada y tratada nos permite conocer el valor de la medida.

En general, en la evaluación de la radiación, son tres los parámetros que nos pueden interesar y que en cada caso da lugar a una familia distinta de equipos de medida:

- La actividad de una fuente radiactiva, es decir, el número de desintegraciones por segundo, el equipo de medida recibe el nombre de contador.
- La energía depositada por la radiación en un medio, para lo que se utilizan los dosímetros.

²⁷ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "HIGIENE INDUSTRIAL". Capítulo # 13 (Radiaciones Ionizantes. Los Rayos X). Páginas # 555 – 575. Décima edición. Editorial Lex Nova, España. 2009
http://ocw.unia.es/fisica/origen-y-control-de-las-radiaciones-en-el-medio/materiales/ud2/unidad-didactica-2/skinless_view

- La energía de la radiación, para lo que se utilizan unos equipos denominados espectrómetros.

Además de esto, se introduce otra clasificación que tiene en cuenta el material del que está formado el detector, que puede ser un gas, un sólido o un líquido.

INFORMES DE MONITORIZACIÓN PERSONAL

Los controles de radiación deben ser registrados en informes estándar y se archivarán para ser revisados cuando se considere necesario.²⁸

Los periodos de control y por tanto, la elaboración de informes han de ser como máximo de un trimestre. Se aceptan informes trimestrales, mensuales o semanales, pero nunca de periodos más largos.

5.3.1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Se define una radiación como ionizante cuando al interaccionar con la materia, ésta produce la ionización de la misma, es decir, origina partículas y se emite radiación.²⁹

Es por ello, que se las ha clasificado de la siguiente manera:

- Según sean los fotones o partículas:
 - Radiación electromagnética
 - Radiación corpuscular
- Según la ionización producida:
 - Radiación directamente ionizante
 - Radiación indirectamente ionizante
- Según la fuente de la radiación ionizante:

²⁸ DÍAZ MOLINER Rafael. "GUÍA PRÁCTICA PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES". Capítulo # 7 (Radiaciones Ionizantes). Páginas # 347 – 360. Quinta Edición. Editorial Lex Nova. España, 2007

²⁹ CHIMENOS KÚSTNER Eduardo. "RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL". Primera parte: Radiobiología. Capítulo # 1 – 2 – 3 – 4. Páginas # 3 – 33. Editorial Elsevier Masson. España, 2 005

- Radiaciones naturales
- Radiaciones artificiales

5.3.1.4.1 SEGÚN SEAN FOTONES O PARTÍCULAS

Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, para lo cual se lo subclasifica de la siguiente forma:

- *Radiación electromagnética:*

Están formadas por fotones con energía suficiente como para ionizar la materia (es decir, superior a unas decenas de electronvoltios). Según su origen y su energía se clasifican en rayos X y rayos gamma. (*Anexo # 3. Fig. # 22*)

- *Radiación corpuscular:*

Conformadas por las partículas alfa (núcleos de Helio), beta (electrones y positrones de alta energía), protones, neutrones y otras partículas que sólo se producen por los rayos cósmicos o en aceleradores de muy alta energía, como los piones o los muones. (*Anexo # 3. Fig. # 22*)³⁰

5.3.1.4.2 SEGÚN LA IONIZACIÓN PRODUCIDA

- *Radiación directamente ionizante:*

Están formadas por partículas cargadas, que interaccionan de forma directa con los electrones y el núcleo de los átomos de moléculas blanco o diana como el

³⁰ PIERRE Gallé, PAULIN R. "MANUAL BIOFÍSICA: RADIOBIOLOGÍA, RADIOPATOLOGÍA". Capítulo # 3 (Radiaciones ionizantes e interacciones con la materia). Páginas # 25 – 28. Editorial Elsevier. España 2007.

oxígeno y el agua. Suelen poseer una transferencia lineal de energía alta. (*Anexo # 3. Fig. # 23*)

- *Radiación indirectamente ionizante:*

Están formadas por las partículas no cargadas como los fotones, los neutrinos o los neutrones, que al atravesar la materia, interaccionan con ella produciendo partículas cargadas siendo éstas las que ionizan a otros átomos. Suelen poseer una baja transferencia lineal de energía. (*Anexo # 3. Fig. # 23*)

5.3.1.4.3 SEGÚN LA FUENTE DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

- *Las radiaciones naturales:*

Son radiaciones no producidas por el hombre. Más del 80% de la exposición a radiaciones ionizantes en promedio a la que está expuesta la población proviene de las fuentes naturales.

Proceden de *radioisótopos*, es decir que se encuentran presentes en el aire, el cuerpo humano, los alimentos, la corteza terrestre, o del espacio (radiación cósmica). (*Anexo # 3. Fig. # 24*)³¹

- *Las radiaciones artificiales:*

Están producidas mediante ciertos aparatos o métodos desarrollados por el ser humano, como por ejemplo los aparatos utilizados en radiología, algunos empleados en radioterapia, por materiales radiactivos que no existen en la naturaleza pero que el ser humano es capaz de sintetizar en reactores nucleares

³¹ CABRERO FRAILE Francisco Javier. "IMAGEN RADIOLÓGICA: PRINCIPIOS FÍSICOS E INSTRUMENTACIÓN". Capítulo # 2. (Nociones físicas sobre las radiaciones). Páginas # 33 – 38. Elsevier España, 2007
<http://proteccionradiologica.wordpress.com/category/4-magnitudes-radiologicas/>

o aceleradores, o por materiales que existen en la naturaleza pero que se concentran químicamente para utilizar sus propiedades radiactivas. Por ejemplo, fuentes artificiales de radiación son los aparatos de rayos X, de aplicación médica o industrial, los aceleradores de partículas de aplicaciones médicas, de investigación o industrial, o materiales obtenidos mediante técnicas nucleares, como ciclotrones o centrales nucleares. (Anexo # 3. Fig. # 24)

5.3.1.5 RADIACIONES IONIZANTES Y SALUD

Los seres vivos están expuestos constantemente a niveles bajos de radiación ionizante procedente del sol, las rocas, el suelo, fuentes naturales del propio organismo, residuos radiactivos de pruebas nucleares en el pasado, de ciertos productos de consumo y de materiales radiactivos liberados desde hospitales y desde plantas asociadas a la energía nuclear y a las de carbón.³²

No se ha demostrado que la exposición a bajos niveles de radiación ionizante del ambiente afecte la salud de seres humanos. De hecho existen estudios que afirman que podrían ser beneficiosas. Sin embargo, los efectos producidos a estas dosis bajas se les suele llamar efectos *probabilistas, estadísticos o estocásticos*. (Anexo # 3. Fig. # 25)

La exposición a altas dosis de radiación ionizante puede causar quemaduras de la piel, caída del cabello, náuseas, enfermedades y la muerte. Los efectos dependerán de la cantidad de radiación ionizante recibida y de la duración de la irradiación, y de factores personales tales como el sexo, edad a la que se expuso, y del estado de salud y nutrición. Aumentar la dosis produce efectos más graves.

³² GUITIERREZ Juan Sebastian. "RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS". Capítulo # 2 (Principios físicos y técnicos) Página # 6 – 8. Segunda Edición. Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas. Colombia 2006.
https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:OAbsRcul6f8J:www.br.inter.edu/dirlist/Ciencia_Tecnologia/juan_negron/RATE%25202260%2520RADIOBIOLOGIA/Efectos,%2520Unidades%2520de%2520Radiacion.pdf+UNIDADES+TRADICIONALES+de+radiacion&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEShwY0z-GQkZ1pDASqdlLDVtJLLPPosQcepPUM27x0hZsWfykoZXwcWQCfadr7nSZkCrJJlOl0f0UDsRgLRHQ1pb_xOIFW2GyxHup5VNNJ4FdBIllrwwRCCV50KdFg0nbtCweuE&sig=AHIEtbRJ0AA8LgtH99nKdyVg6lIfmOu6ig

Está demostrado que una dosis de 3 a 4 Sv produce la muerte en el 50 % de los casos. A los efectos producidos a altas dosis se les denomina *deterministas o no estocásticos en contraposición a los estocásticos*. (Anexo # 3. Fig. # 25)

5.3.1.6 UTILIDAD DE LAS RADIACIONES IONIZANTE

Las radiaciones ionizantes tienen aplicaciones muy importantes en ciencias, industrias, medicina.

- En la industria, las radiaciones ionizantes pueden ser útiles para la producción de energía, para la esterilización de alimentos, para conocer la composición interna de diversos materiales y para detectar errores de fabricación y ensamblaje. (Anexo # 3. Fig. # 26)
- En el campo de la medicina, las radiaciones ionizantes también cuentan con numerosas aplicaciones beneficiosas para el ser humano. Con ellas se pueden realizar una gran variedad de estudios diagnósticos (Medicina Nuclear y Radiología) y tratamientos (Medicina Nuclear y Radioterapia). (Anexo # 3. Fig. # 26)³³

5.3.1.7 INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA

Las partículas cargadas como los electrones, los positrones, muones, protones, iones u otras, interactúan directamente con la corteza electrónica de los átomos debido a la fuerza electromagnética.

Los rayos gamma interactúan con los átomos de la materia con tres mecanismos distintos.

1. Absorción fotoeléctrica:

³³ GUITIERREZ Juan Sebastian. "RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS". Capítulo # 2 (Principios físicos y técnicos) Página # 6 – 8. Segunda Edición. Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas. Colombia 2006.
https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:OAbsRcul6f8J:www.br.inter.edu/dirlist/Ciencia_Tecnologia/juan_negron/RATE%25202260%2520RADIOBIOLOGIA/Efectos,%2520Unidades%2520de%2520Radiacion.pdf+UNIDADES+TRADICIONALES+de+radiacion&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEShwY0z-GQkZ1pDASqdJLDVtJLLPPosQcepPUM27x0hZsWfykoZXwcWQCfadr7n5ZkCrJlI0lof0UDsRgLLHQ1pb_xOIFW2GyxHup5VNNJ4FdBILlrwwRCCV50KdFg0nbtCweuE&sig=AHIEtbRJ0Aa8LGtH99nKdyVg6lIfmOu6ig

Es una interacción en la que el fotón gamma incidente desaparece. En su lugar, se produce un fotoelectrón de una de las capas electrónicas del material absorbente con una energía cinética procedente de la energía del fotón incidente, menos la energía de ligadura del electrón en su capa original. (*Anexo # 3. Fig. # 27*)

2. Efecto Compton:

Es una colisión elástica entre un electrón ligado y un fotón incidente, siendo la división de energía entre ambos dependiente del ángulo de dispersión. (*Anexo # 3. Fig. # 28*)³⁴

3. Producción de pares:

El proceso ocurre en el campo de un núcleo del material absorbente y corresponde a la creación de un par electrón - positrón en el punto en que desaparece el fotón gamma incidente. Debido a que el positrón es una forma de antimateria, una vez que su energía cinética se haga despreciable se combinará con un electrón del material absorbente, aniquilándose y produciendo un par de fotones. (*Anexo # 3. Fig. # 29*)

Los neutrones interactúan con los núcleos de la materia mediante los siguientes efectos:

1. Activación:

Es una interacción completamente inelástica de los neutrones con los núcleos, mediante la cual el neutrón es absorbido, produciendo un isótopo diferente.

³⁴ BONTRAGER, K.L. "PROYECCIONES RADIOLÓGICAS CON CORRELACIÓN ANATÓMICA". Capítulo # 2 (Protección radiológica). Páginas # 59 – 62. Séptima Edición. Editorial Elsevier Masson. España, 2010
<http://alejandrakorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
<http://entecsolutions.es/decreto.php>

2. Fisión:

Mediante esta interacción, los neutrones se unen a un núcleo pesado (como el uranio-235) excitándolo de forma tal que provoca su inestabilidad y desintegración posterior en dos núcleos más ligeros y otras partículas. Es la base de los reactores nucleares de fisión. (*Anexo # 3. Fig. # 30*)³⁵

3. Colisión inelástica:

En esta interacción, el neutrón colisiona con el núcleo cediendo una parte de su energía, con lo que el resultado es un neutrón y un núcleo excitado que normalmente emite radiaciones gamma, ionizantes, más tarde.

5.3.1.8 UNIDADES DE MEDIDA DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

Existen diversos tipos de instrumentos que pueden captar y medir la cantidad de radiación ionizante que absorbe la materia, como por ejemplo el *dosímetro*.³⁶

De tal manera que actualmente, existen varias unidades de medida de la radiación ionizante, y son:

- Unidades tradicionales
- Unidades del sistema internacional

5.3.1.8.1 UNIDADES TRADICIONALES

Dentro del grupo de las unidades tradicionales, están presentes: El Roentgen, Rad, Rem y Curie.

³⁵ BOTRAGER K.L, "*PROYECCIONES RADIOLÓGICAS CON CORRELACIÓN ANATÓMICA*". Capítulo # 2 (Protección radiológica). Páginas # 59 – 62. Séptima Edición. Editorial Elsevier Masson. España, 2010
<http://alejandrakorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
<http://entecolutions.es/decreto.php>

³⁶ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "*FORMACIÓN SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: PARTE OBLIGATORIA Y COMÚN*". Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes). Páginas # 367 – 375. Editorial Lex Nova, España. 2007

- **Roentgen -R-**

Es una unidad utilizada para *la medición de la exposición a la radiación*. Solamente puede ser usada con propiedad para medir cantidades de radiación ionizante electromagnética, es decir, rayos gamma o X, y solamente en el aire.

Un roentgen es la exposición o intensidad (rayos X o Gamma) recibida por un kilogramo de aire en condiciones estándar de presión y temperatura (STP)

1R= 2.58×10^{-4} Coulombs/kg aire, STP

1R= 1.602×10^{-15} pares de iones/kg aire, STP

Es realmente una medida de la ionización existente en las moléculas de una masa de aire. A pesar de las mencionadas limitaciones, la ventaja de esta unidad es que es fácil de medir de forma directa. (*Anexo # 3. Fig. # 31*)

- **Rad -rad-**

Es una unidad de medida de la *dosis de radiación absorbida*. Se relaciona con la cantidad de energía absorbida por un material, y puede ser utilizada para cualquier tipo de radiación y para cualquier material.³⁷

Se define como la absorción de 100 ergios por gramo de material. A pesar de las ventajas reseñadas, no describe los efectos biológicos de las diferentes radiaciones.

En el Sistema Internacional está representada por el Gray (Gy). (*Anexo # 3. Fig. # 31*)

³⁷ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "FORMACIÓN SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: PARTE OBLIGATORIA Y COMÚN". Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes). Páginas # 367 – 375. Editorial Lex Nova, España. 2007
<http://alejandrakorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
<http://entecsolutions.es/decreto.php>

1Gray = 100 rad

1 cGy (centiGray) = .01 Gray = 1 rad

Subunidad miligray (mGy)(x10⁻³)

- **Rem -rem-**

Es una unidad utilizada para *cuantificar los efectos biológicos de la radiación*. No todas las radiaciones tienen el mismo efecto biológico, incluso con la misma cantidad de dosis absorbida.³⁸

Para determinar la dosis equivalente -rem- hay que multiplicar la dosis absorbida en rads por un factor de calidad Q, propio de cada tipo de radiación.

Para las radiaciones electromagnéticas, el rad y el rem coinciden en su valor, puesto que se les asigna un valor Q de 1. Las dosis suelen expresarse en términos de milésimas de rem, o mrem.

La unidad representante en el Sistema Internacional es el Sievert (Sv). (Anexo #

3. Fig. # 31)

1 Sievert = 100 rem

1 cSv (.01 Sievert) = 1 rem

Subunidad milisievert (mSv) (x10⁻³)

- **Curie -ci-**

Es el número de transformaciones nucleares espontáneas en un intervalo de tiempo.

³⁸ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "FORMACIÓN SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: PARTE OBLIGATORIA Y COMÚN". Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes). Páginas # 367 – 375. Editorial Lex Nova, España. 2007
<http://alejandrakorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
<http://entecsolutions.es/decreto.php>

El Curie (Ci), una unidad basada para describir la actividad de 1 gramo de Radio-226 que tiene, por convenio, exactamente 3.7×10^{10} (des/s)³⁹

$$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ (Bq)}$$

5.3.1.8.2 UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

Las unidades SI son cada vez más utilizadas:

- **Gray -Gy-**

El Gray (Gy) es una medida de la dosis absorbida. Como el rad, su equivalente en el sistema tradicional, puede utilizarse para cualquier tipo de radiación, y para cualquier material.

$$1\text{Gray} = 1 \text{ Julio de energía depositado en un kilogramo de materia.}$$

Como el rad, no describe los efectos biológicos de la radiación. La dosis absorbida se expresa a menudo en centésimas de Gray o centigrays.

$$1\text{Gray} = 100 \text{ rad}$$

$$1 \text{ cGy (centiGray)} = .01 \text{ Gray} = 1 \text{ rad}$$

$$\text{Subunidad miligray (mGy)} (\times 10^{-3})$$

- **Sievert -Sv-**

El Sievert (Sv) es una unidad utilizada para describir la dosis equivalente en efectos biológicos. Es pues paralela al rem, y equivalente a 100 rem.

A menudo debe utilizarse en unidades fraccionarias, hasta de millonésimas de Sievert, o micro-Sievert.

³⁹ MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "FORMACIÓN SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: PARTE OBLIGATORIA Y COMÚN". Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes). Páginas # 367 – 375. Editorial Lex Nova, España. 2007
<http://alejandrakorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
<http://entecsolutions.es/decreto.php>

1 Sievert = 100 rem

1 cSv (.01 Sievert) = 1 rem

Subunidad milisievert (mSv) ($\times 10^{-3}$)

- **Bequerel -Bq-**

Es el número de transformaciones nucleares espontáneas en un intervalo de tiempo.⁴⁰

Es una unidad utilizada para describir el número de desintegraciones que tiene lugar en un segundo (des/s).

40

MENÉNDEZ DÍEZ Faustino. "FORMACIÓN SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: PARTE OBLIGATORIA Y COMÚN". Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes). Páginas # 367 – 375. Editorial Lex Nova, España. 2007
<http://alejandrakorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
<http://entecsolutions.es/decreto.php>

CAPÍTULO VI

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 MÉTODOS

6.1.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1.1.1 BIBLIOGRÁFICA

Es bibliográfica porque para llevarla a efecto fue necesaria la previa recopilación de información de distintos medios, como libros de texto y la web.

6.1.1.2 DE CAMPO

Es de campo porque toda la información bibliográfica se la llevó al escenario donde se presentó el problema para constatar la presencia del mismo; para cuyo estudio se requirió el uso de fichas de observación.

6.1.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

6.1.2.1 EXPLORATORIA

La exploración al lugar donde se suscitó el problema fue efectuada por el autor en las clínicas Odontológicas de la Universidad San Gregorio.

6.1.2.2 DESCRIPTIVA

En este estudio se describe el uso de medidas de protección y su incidencia en los niveles de radiación.

6.1.2.3 ANALÍTICA

Se analizó el índice de radiación recibida por los estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad “San Gregorio”.

6.1.2.4 SINTÉTICA

Toda la información recopilada, permitió medir el alcance de los objetivos, y fue sintetizada mediante conclusiones al final de la investigación.

6.1.2.5 PROPOSITIVA

Al final de la investigación se diseñó una propuesta de solución al problema.

6.2 TÉCNICAS

- **OBSERVACIÓN**

Mediante esta técnica se constató el uso de medidas de protección empleadas por los estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad “San Gregorio” durante sus prácticas de clínicas en el periodo Agosto 2011 – Febrero 2012.

6.3 INSTRUMENTOS

Fichas de observación

6.4 RECURSOS

6.4.1 MATERIALES

- Fotocopias
- Textos relacionados con el tema.
- Dosímetro de película personal

6.4.2 TALENTO HUMANO

- Investigador.
- Estudiantes.
- Tutor de Tesis.

6.4.3 TECNOLÓGICOS

- Internet
- Computadora
- Impresora
- Cámara
- Scanner
- Pen drive.

6.4.4 ECONÓMICOS

Esta investigación tuvo un costo de \$ 1131.00

6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

6.5.1 POBLACIÓN

La población estuvo constituida por 256 estudiantes de Sexto a Noveno semestre, que realizan sus prácticas en las clínicas y utilizan la sala de Rayos X de la carrera de odontología de la Universidad "San Gregorio".

6.5.2 TAMAÑO DE MUESTRA

Estuvo constituido por 158 estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad "San Gregorio".

6.5.3 TIPO DE MUESTREO

- Muestreo Aleatorio al azar.

CAPÍTULO VII

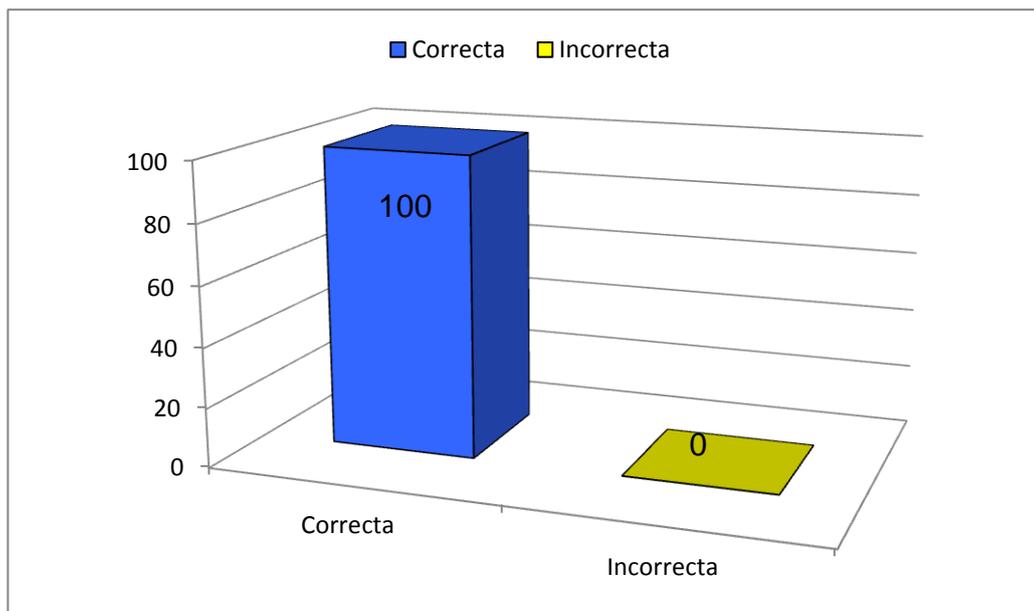
7.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS FICHAS

DE OBSERVACIÓN

GRAFICUADRO Nº 1

La angulación utilizada al momento de la toma radiográfica fue

OPCIONES	F	%
Correcta	158	100
Incorrecta	0	0
TOTAL	158	100



FUENTE:

Ficha de observación aplicada en los estudiantes del 6to a 9no S.F.P de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo
Diego David Pozo Hidalgo

ELABORADO POR:

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

En las observaciones realizadas a los 158 estudiantes de la muestra escogida para desarrollar la investigación respecto a la angulación utilizada al momento de tomar las radiografías, de acuerdo a lo observado el 100% las aplica correctamente.

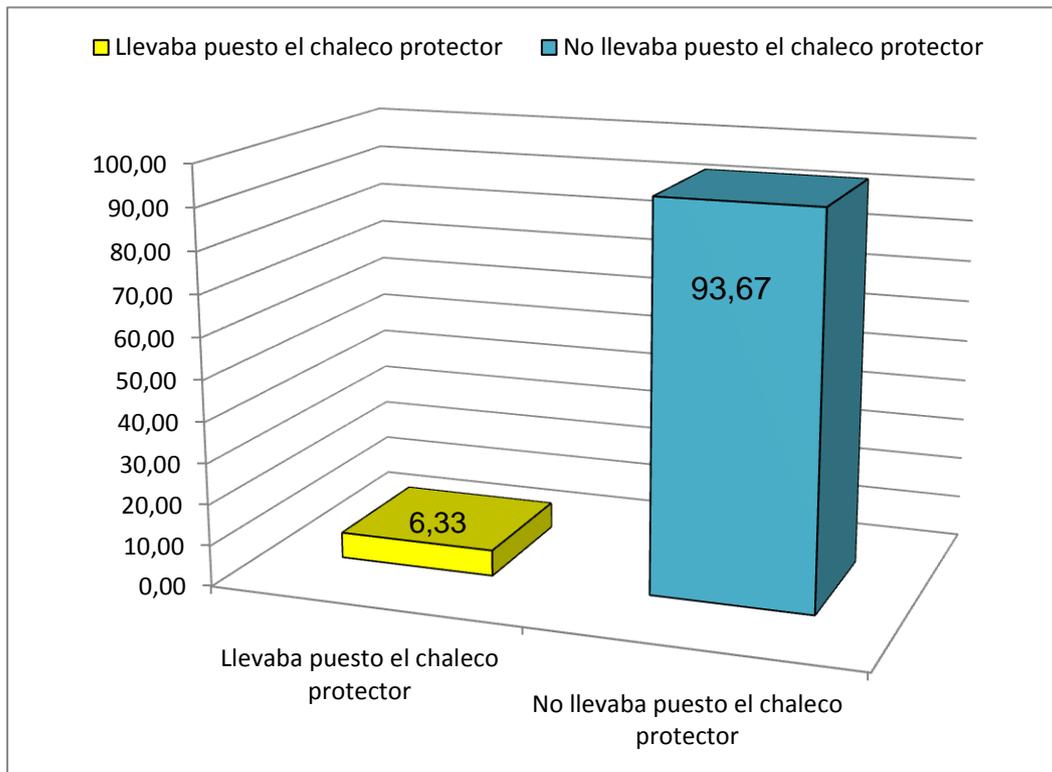
Al respecto, Barrancos Julio, y Barrancos Patricio, en su texto "Operatoria Dental" hacen referencia a las técnicas de angulación en cuanto a una toma radiográfica; en donde enfatizan que: **"La radiografía periapical tiene que situarse paralela al eje mayor de la pieza dentaria y el tubo de Rayos X se dirige en forma perpendicular a ambos, formando así un ángulo recto con respecto a los dientes y la película; cuyo propósito es disminuir la distorsión de ésta"**.

Como se puede observar en los resultados las tomas radiográficas son correctas, lo cual asegura que el estudiante no tenga que repetir las tomas radiográficas, evitando así, exponerse a dosis extras de radiación.

GRAFICUADRO N° 2

Los estudiantes utilizan el chaleco protector

OPCIONES	F	%
Llevaba puesto el chaleco protector	10	6
No llevaba puesto el chaleco protector	148	94
TOTAL	158	100



FUENTE:

Ficha de observación aplicada en los estudiantes del 6to a 9no S.F.P de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo
Diego David Pozo Hidalgo.

ELABORADO POR:

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De la observación realizada a los 158 estudiantes de la muestra, respecto al uso de chalecos protectores, se evidenció que el 94%, que corresponde a 148 estudiantes no utilizan protección y solo el 6%, que corresponde a 10 estudiantes se protegen con los chalecos.

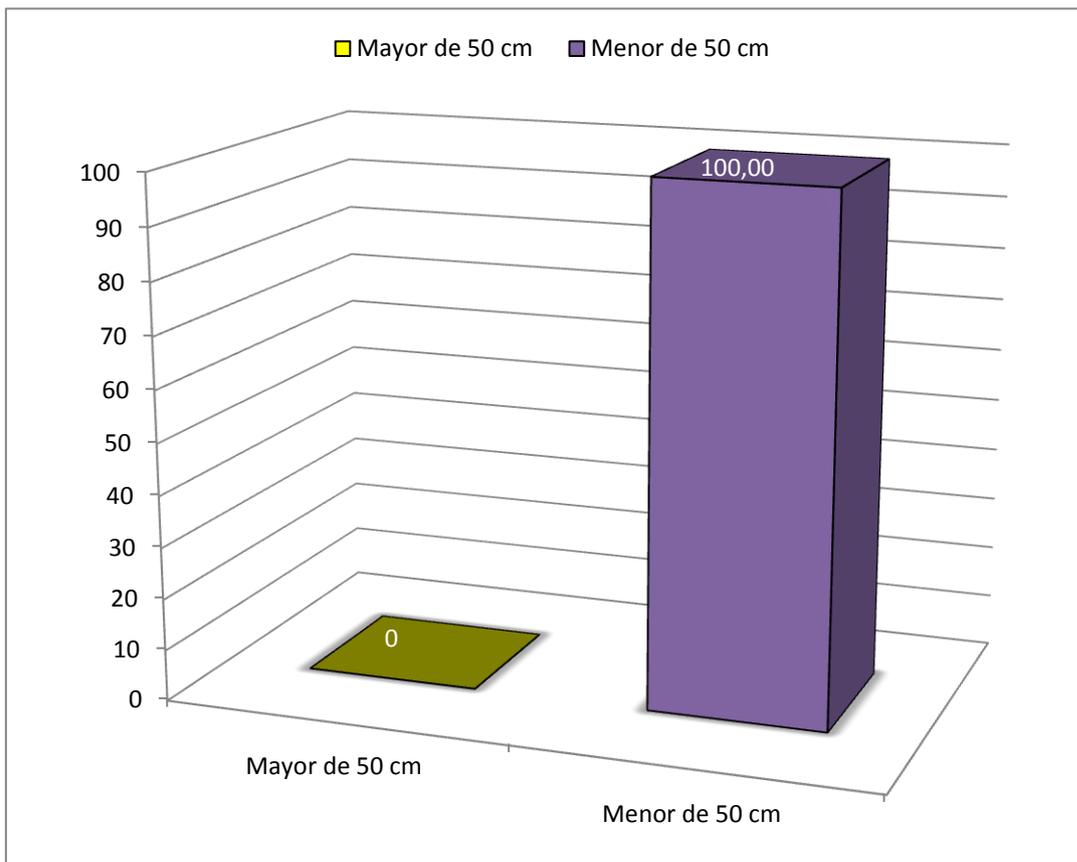
Al respecto, Chímenos küstner Eduardo en su texto "*Radiología en Medicina Bucal*", hace énfasis en que: **"El blindaje es uno de los más importantes principios de protección contra la radiación, cuando no es posible utilizar los factores de protección de distancia y tiempo por el espacio disponible o por las necesidades de trabajo"**.

De acuerdo a los resultados, es alarmante que mas del 90%, de los estudiantes no tengan conciencia de lo importante que es protegerse de la radiación al momento de realizar la práctica clínica.

GRAFICUADRO N° 3

La pared divisoria de la sala de rayos x tiene un espesor de

OPCIONES	F	%
Mayor de 50 cm	0	0
Menor de 50 cm	7	100
TOTAL	7	100



FUENTE DE DATOS:

Ficha de observación aplicada en los estudiantes del 6to a 9no S.F.P de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo

ELABORADO POR:

Diego David Pozo Hidalgo

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a lo observado, se pudo apreciar que el tipo de aislamiento en la sala de Rx es una pared divisoria hecha de ladrillo, con un grosor menor a 50cm.

Al respecto, CHIMENOS Eduardo. "*RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL*" indica:

En el caso de que no utilicen un blindaje ya sea con paredes de plomo o ladrillos de plomo, es necesario adecuar una pared de ladrillo con un grosor mayor a 50cm, para disminuir la dispersión de la radiación.

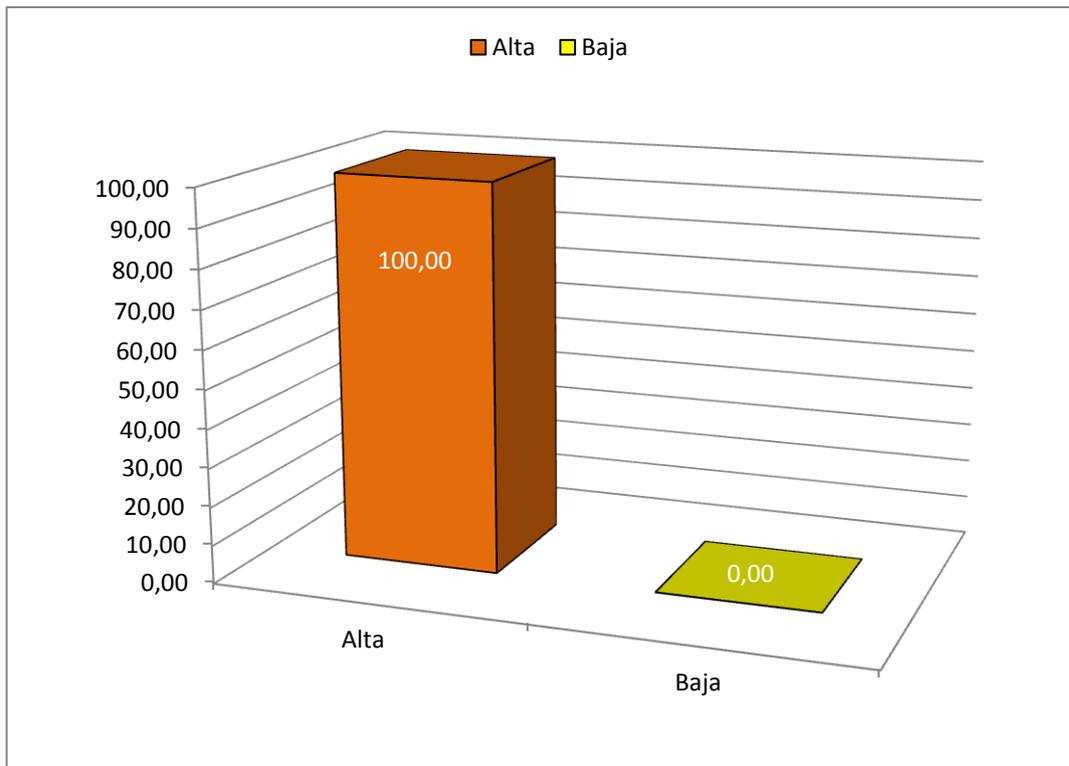
Los resultados indican que el 100% del aislamiento de la sala de Rx, no cuentan con el blindaje adecuado, que impida que la radiación sea bloqueada, seguramente a los costos que implica el aislamiento con láminas de plomo, aun así las paredes de ladrillo no cumplen con el grosor establecido de 50cm, tan solo llegan a los 20cm.

Esto es un inminente riesgo para la salud de los estudiantes, docentes y de los pacientes que se tratan en éstas instalaciones.

GRAFICUADRO N° 4

La dosis de radiación recibida por el estudiante es

OPCIONES	F	%
Alta	0	0
Baja	158	100
TOTAL	158	100



FUENTE:

Ficha de observación aplicada en los estudiantes del 6to a 9no S.F.P de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo e Instituto de Higiene "Izquieta Pérez" de Guayaquil

ELABORADO POR:

Diego David Pozo Hidalgo

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Cuando se observó la dosis de radiación recibida por los estudiantes, se pudo verificar que las 158 observaciones es decir el 100%, determinaron una dosis baja de radiación.

Los resultados enviados por el Instituto de Higiene “Izquieta Pérez” de Guayaquil, indicaron que por el medio del dosímetro de película, se detecto que las dosis de radiación recibida por el estudiante son bajos.

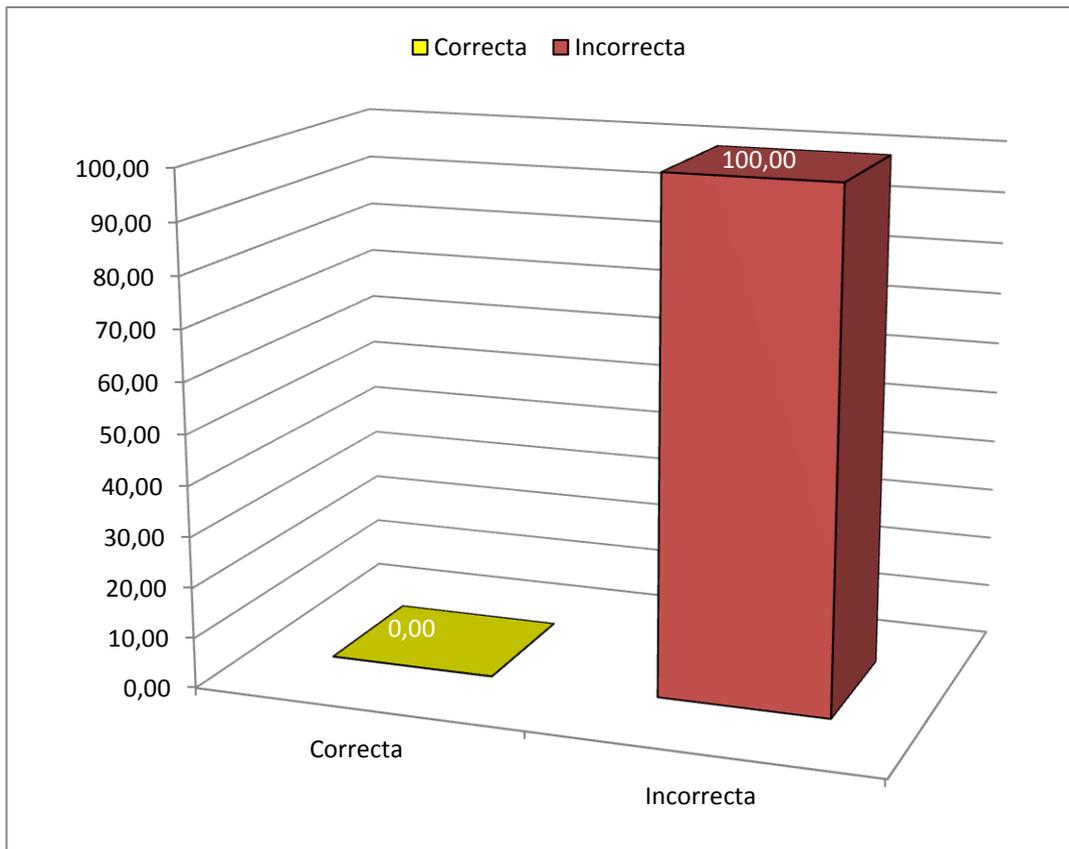
Al respecto, FINESTRES ZUBELDIA Fernando. *“PROTECCIÓN EN RADIOLOGÍA ODONTOLÓGICA”* indica: **“Las Normas Básicas de Seguridad sugieren que se analicen los niveles reales de dosis y con base en los valores se decida a quienes conviene dotar con dispositivos para la vigilancia radiológica individual. Los dosímetros personales o también llamados individuales, son dispositivos o instrumentos que puede portar cómodamente el trabajador y que registran la dosis acumulada que recibe durante su trabajo”**.

Los resultados de la observación siguen siendo preocupantes, aunque la dosis de radiación sea baja, esto significa que el total de la muestra observada está recibiendo radiación, considerando que la práctica clínica se la realiza con mucha frecuencia, entonces el impacto negativo sobre la salud del estudiante puede incrementar con el paso de los días.

GRAFICUADRO N° 5

La distancia utilizada al momento de la toma radiográfica fue

OPCIONES	F	%
Correcta	0	0
Incorrecta	158	100
TOTAL	158	100



FUENTE DE DATOS:

Ficha de observación aplicada en los estudiantes del 6to a 9no S.F.P de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo
Diego David Pozo Hidalgo

ELABORADO POR:

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

El resultado de la muestra indica, que el 100% de los estudiantes no mantienen una distancia adecuada al momento de la toma radiográfica.

Al respecto, ABREU GARCÍA Gabriel, SANCHEZ y colaboradores, en su obra *“TÉCNICOS ESPECIALISTAS DE RADIODIAGNÓSTICO DEL SERVICIO NAVARRO DE SALUD OSASUNBIDEA”* indica: **“La distancia no solamente es un mecanismo de protección, sino también, en muchos casos, es el principio de protección contra la radiación que se aplica con más rapidez. Algunas veces la protección por distancia se logra utilizando dispositivos de control remoto”**.

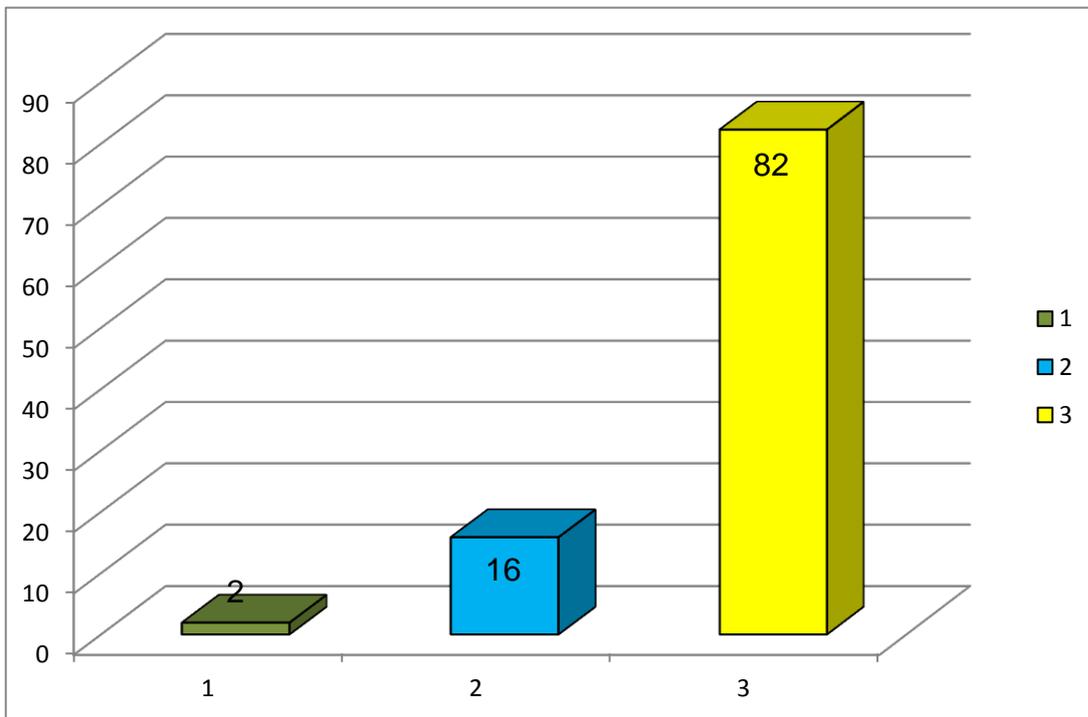
De acuerdo a los resultados expuestos, la incidencia negativa de la radiación sobre el organismo humano es un factor creciente dentro de la clínica odontológica de la U.S.G.P.

Factores de prevención de la radiación aplicados oportunamente, tales como el chaleco protector, la distancia utilizada al momento de la toma de Rx, no es acatada por el mismo, son vitales para ejercer correctamente la práctica clínica, sin dar lugar a secuelas nocivas o fatales para el ser humano.

GRAFICUADRO N° 6

Número de personas presentes durante la toma radiográfica

OPCIONES	F	%
2 personas	3	2
3 personas	25	16
4 personas o mas	130	82
TOTAL	158	100



FUENTE DE DATOS:

Ficha de observación aplicada en los estudiantes del 6to a 9no S.F.P de la carrera de Odontología de la Universidad Particular "San Gregorio" de Portoviejo

ELABORADO POR:

Diego David Pozo Hidalgo

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

De las 158 observaciones realizadas, conforme a la muestra el 82%, en un grupo de cuatro o más entran a la sala de rayos X, mientras que el 16% entra en grupo de tres personas, y el 2% ingresa en grupo de dos personas.

Al respecto, WHAITES Eric. *“FUNDAMENTOS DE RADIOLOGÍA DENTAL”*, indica que **“Las dosis individuales recibidas por los trabajadores expuestos, se podrán estimar a partir de los resultados de la vigilancia realizada en el ambiente de trabajo, tomando en cuenta que el riesgo de afección en cuanto a la salud del operador como el paciente es relevante, debido a que si no se realizan las precauciones adecuadas, con el pasar del tiempo trae consigo sus consecuencias”**.

Conforme a los resultados obtenidos, el 82% es un porcentaje muy alto, y es también el indicador de radiación extra al que están sometidas las personas, debido al desinterés de los efectos de la radiación.

CONCLUSIONES

- Casi toda la totalidad de la muestra observada no utiliza los chalecos protectores de la radiación, lo que implica que el grado de protección es nulo.
- La distancia inadecuada empleada por los estudiantes en las tomas radiográficas es extensa y discrepa con las normas de bioseguridad, lo que se traduce en altos niveles de radiación recibida por los alumnos.
- El aislamiento que tiene la sala de rayos X consta de una pared divisoria hecha de ladrillo y cemento, con un espesor de 20cm lo que no minimiza la dispersión de la radiación.
- La técnica de la toma radiográfica consistió en aplicar una angulación correcta que facilitó la obtención de una buena imagen radiográfica en el total de la muestra observada.
- La propuesta de solución al problema, comprendió en la implementación de medidas radiológicas fundamentales de protección, a través del diseño de gigantografías, afiches y charlas educativas.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

1. ABREU Gabriel. Técnicos especialistas en radiodiagnóstico. España: Segunda Edición. Editorial MAD, S.L. 2010. Páginas # 107 – 128. Capítulo # 5 (Uso del Dosímetro)
2. BARRANCOS Julio Mooney, BARRANCOS Patricio J. “operatoria dental”. Argentina: Cuarta edición. Editorial Ed. Médica Panamericana. 2006. Páginas # 103 – 106. Capítulo # 9 (Radiología dental).
3. BONTRAGER, K.L. Proyecciones radiológicas con correlación anatómica. España: Séptima Edición. Editorial Elsevier Masson. 2010. Páginas # 59 – 62. Capítulo # 2 (Protección radiológica).
4. BUSHONG Carlyle. Manual de radiología para técnicos. física, biológica y protección radiológica. España: Novena Edición. Editorial Elsevier Masson. 2010. Páginas # 5 – 15. Capítulo # 1 (Conceptos de radiología).
5. CABRERO Francisco. Imagen radiológica: principios físicos e instrumentación. España: Editorial Elsevier. 2007. Páginas # 33 – 38. Capítulo # 2. (Nociones físicas sobre las radiaciones).
6. CHIMENOS Eduardo. Radiología en medicina bucal. España: Primera parte: Radiobiología. Editorial Elsevier Masson. 2005. Páginas # 3 – 33. Páginas # 121 – 127. Capítulo # 1 – 2 – 3 – 4.
7. DE CARLOS VILAFRANCA Feliz. Manual del técnico superior en higiene bucodental. España: Temario general. Editorial MAD-Eduforma. 2005. Capítulo # 7 (Salud Laboral).
8. DE LA PUEBLA Ana, MERCADER Jesús. Valoración médica y jurídica de la incapacidad laboral. España: Editorial LA LEY. 2007. Páginas # 999 – 1005. Capítulo # 29 (Trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes).
9. DEL CURA J.L. PEDRAZA S. GAYETE A. Radiología esencial. Madrid: Tomo # 1. Editorial Ed. Médica Panamericana. 2009. Páginas # 27 – 34. Capítulo # 3 (Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Protección radiológica operacional).
10. DÍAZ Rafael. Guía práctica para la prevención de riesgos laborales. España: Quinta Edición. Editorial Lex Nova. 2007. Páginas # 347 – 360. Capítulo # 7 (Radiaciones Ionizantes).
11. DIÉZ Carlos. Radiología oral para dentistas e higienistas de la sanidad pública. Colombia: Primera Edición. Editorial Visión Net. 2008. Páginas # 508 – 520. Capítulo # 2. Niveles de radiación.

12. DIEZ César. Radiología oral para dentistas e higienistas de la sanidad pública”. Capítulo # 2 (Equipos). Páginas # 21 – 26. Editorial Visión Net. España
13. ETRASA. Mercancías peligrosas: radiactivos. Madrid-España: Segunda Edición. Editorial Etrasa. 2008. Páginas # 29 – 42. Capítulo # 2 (Protección radiológica).
14. FERNÁNDEZ Antonio. Diccionario de dudas. España: Volumen # 2. Ediciones Novel S.A. 2007. Página # 193.
15. FINESTRES Fernando. Protección en radiología odontológica. España: Metodología # 14. Editorial Ediciones Universitat Barcelona. 2007. Páginas # 151 – 169. Capítulo # 6 (Protección radiológica básica).
16. GIL Manuel, ANDRADES Herminia, RAMOS Silvina, RODRIGUEZ Rocío, DE LA CORTE Luz, MORENO Aurora, TERNERO Roberto, MARTINEZ Francisco, DURAN Juan, CUERDA Susana. Técnico especialista en radiodiagnóstico del servicio gallego de salud. España: Volumen I “Temario materias específicas”. Editorial MAD-Eduforma. 2006. Páginas # 260 – 263. Capítulo # 12 (Técnicos en Radiodiagnósticos del SERGAS).
17. HARVEY A, ZIESSMAN Janis P. O'MALLEY James H. Medicina nuclear: los requisitos en radiología. España: Tercera edición. Editorial Mosby, Elseiver. 2007. Páginas 27 – 33. Capítulo # 2 (Principios físicos de la medicina nuclear).
18. GUITIERREZ Juan. Radiología e imágenes diagnósticas. Colombia: Segunda Edición. Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas. 2006. Página # 6 – 8. Capítulo # 2 (Principios físicos y técnicos).
19. ITACA (Interactive Training Advanced Computer Applications,S.I). Riesgos físicos ambientales. Barcelona – España: Editorial Macombo S.A. 2006. Páginas # 91 – 151. CAPÍTULO # 5 (Radiaciones Ionizantes) # 6 (Radiaciones No Ionizantes).
20. ITURBE José. Fundamentos de radioquímica. México: Editorial UEAM (Universidad Autónoma del Estado de México). 2007. Páginas # 248 – 251.
21. MENÉNDEZ Faustino. Higiene industrial. España: Décima edición. Editorial Lex Nova, 2009. Páginas # 555 – 575. Capítulo # 13 (Radiaciones Ionizantes. Los Rayos X).
22. MENÉNDEZ Faustino. Formación superior en prevención de riesgos laborales: parte obligatoria y común. España: Editorial Lex Nova. 2007. Páginas # 367 – 375. Capítulo # 5 (Apartado de las radiaciones ionizantes).

23. PESANTES E. Radiología en medicina bucal. España: Editorial Masson. 2009
Paginas # 720 – 754. Capitulo # 10 Efectos de la radiación Ionizante.
24. PIERRE Gallé, PAULIN R. Manual biofísica: radiobiología, radiopatología.
España: Editorial Elseiver. 2006. Páginas # 25 – 28. Capítulo # 3
(Radiaciones ionizantes e interacciones con la materia).
25. SANCHEZ Carmen, ANIA José, SILVA M^a del Carmen, GONZÁLEZ José,
VILCHES Ángel, PEREA Emilio, MUÑOZ Álvaro. Radiodiagnóstico del
servicio navarro de salud. Osasunbidea. España: Volumen II. Editorial MAD-
Eduforma. España, 2006. Páginas # 41 – 72. Capítulo # 18 (Radio-
protección).
26. WHAITES Eric. Radiología bucal. España: Cuarta Edición. Editorial MASSON.
2007. Paginas # 303 – 337. Capitulo # 3 Implementación de una sala de Rx.
27. WHAITES Eric. Fundamentos de radiología dental. España: Cuarta Edición.
Editorial Masson. Elsevier, 2008. Páginas # 13 – 69. Capítulo # 2 (Física de la
radiación y equipamiento) – 3 (Protección frente a las radiaciones).

INTERNET:

1. <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:b04NfQh2jagJ:www.ciencia-ahora.cl/Revista17/13RadiacionesIonizantes.pdf+Curie+medida+tradicional&hl>
- 2.
3. /higiene-trabajo/higiene-trabajo5.shtml
4. <http://alejandracorkfqr.fullblog.com.ar/tag/radiaciones-ionizantes/>
5. http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:mUtTDzePptoJ:supercurso.sld.cu/Members/grisel/lecciones/presentation.2010-08-06.7395209358/at_download/Archivo+las+radiaciones+ionizantes+2010&hl
6. <http://entecsolutions.es/decreto.php>
7. http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_ionizante
8. http://ocw.unia.es/fisica/origen-y-control-de-las-radiaciones-en-el-medio/materiales/ud2/unidad-didactica-2/skinless_view
9. <http://proteccionradiologica.wordpress.com/>
10. <http://www.slideshare.net/guestdb3d8d5/trabajo-radi-3064086>
11. https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:OAbsRcul6f8J:www.br.inter.edu/dirlist/Ciencia_Tecnologia

IMÁGENES:

1. <http://asanacem.blogspot.com/2009/08/los-campos-electromagneticos.html>
2. <http://cpreuni.blogspot.com/2011/07/fisica-moderna-universidad-agraria.html>
3. <http://proteccionradiologica.wordpress.com/>
4. <http://www.google.com.ec/imgres?q=campos+electromagn%C3%A9ticos+de+baja+frecuencia&um=1&hl=es&client=firefox-a&rls=org.mozilla:>
5. <http://www.google.com.ec/imgres?q=l%C3%A1minas+de+plomo+para+rayos+x&um=1&hl=es&client=firefox-a&rls=org.mozilla:>
6. <http://www.google.com.ec/imgres?q=l%C3%A1minas+de+plomo+para+rayos+x&um=1&hl=es&client=firefox-a&rls=org.mozilla:>
7. <http://www.google.com.ec/imgres?q=PRODUCCI%C3%93N+DE+RAYOS+X&um=1&hl=es&client=firefox-a&rls=org.mozilla:>
8. <http://www.google.com.ec/imgres?q=proteccion+completa+ante+los+rayos+x&um=1&hl=es&client=firefox-a&rls=org.mozilla:>
9. <http://www.google.com.ec/imgres?q=radiaciones&um=1&hl=es&client=firefox-a&rls=org.mozilla:>
10. <http://www.revespcardiol.org/es/revistas/revista-espa%C3%B1ola-cardiologia-25/novedades-estimulacion-cardiaca-13131723-temas-actualidad-cardiologia-2008-2009>

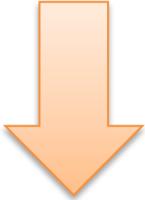
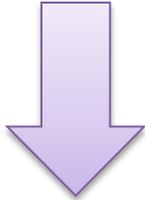
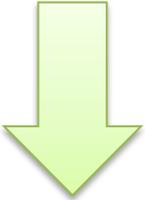
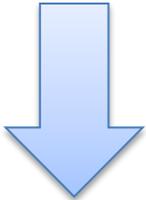
ÁRBOL DE PROBLEMA

*INSUFICIENTE
PROTECCIÓN DEL
ORAGANISMO
CONTRA LOS RAYOS X*

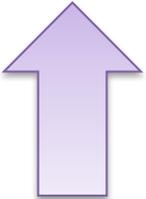
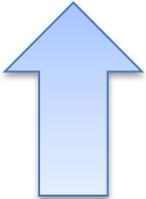
*MAYOR EXPOSICIÓN A
LA RADIACIÓN*

*RADIACIÓN
EXTRA
PRIMARIA Y
SECUNDARIA*

*EXPOSICIÓN REPETITIVA
A LA RADIACIÓN*



*ALTOS ÍNDICES DE RADIACIÓN RECIBIDA POR LOS
ESTUDIANTES DE ODONTOLOGÍA*



*LIMITADO USO DEL
CHALECO PROTECTOR*

*DISTANCIA INADECUADA
A LA TOMA DE RAYOS X*

*PROTECCIÓN
INADECUADA DEL
AREA DE RAYOS X*

*TÉCNICA
INCORRECTA DE LA
TOMA
RADIOGRAFICA*

PRESUPUESTO

RUBROS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
					AUTOGESTIÓN	APORTES EXTRAS
Fotocopia	500	Unidad	0.03	15	Autogestión	
Papel	4	Resmas	5	20	Autogestión	
Internet	5	Meses	22	110	Autogestión	
Tinta de impresión	4	Cartucho	25	100	Autogestión	
Encuadernación	4	Unidad	15	60	Autogestión	
Bolígrafo	2	Caja	5	10	Autogestión	
Carpeta	1	Unidad	0.50	0.50	Autogestión	
Guantes	1	Cajas	7.50	7.50	Autogestión	
Mascarillas	1	Cajas	8	8	Autogestión	
Cámara	1	Unidades	150	150	Autogestión	
Dosímetro	3	Unidades	100	300	Autogestión	
Movilización		Gasolina	150	150	Autogestión	
Material Didáctico	0	VARIOS	0	200	Autogestión	
SUBTOTAL				1131.00		
Gastos imprevistos				113.1	Autogestión	
TOTAL				1224.20		

FICHA DE OBSERVACIÓN

Se realizará la ficha con los estudiantes de sexto a noveno semestre de formación profesional, para observar como realizan el uso de los equipos de Rayos X en las horas de sus prácticas.

Fecha:

Día: Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes

Materia: Endodoncia Periodoncia Cirugía Odontopediatría

¿La angulación utilizada al momento de la toma radiográfica fue?	¿Los estudiantes utilizan el chaleco protector?	¿La pared divisoria de la sala de Rx tiene un espesor de?	¿La dosis de radiación recibida por el estudiante es?	¿La distancia utilizada al momento de la toma radiográfica fue?	¿Número de personas presentes durante la toma radiográfica?
Correcta <input type="checkbox"/>	Llevaba puesto el chaleco protector <input type="checkbox"/>	Mayor de 50 cm <input type="checkbox"/>	Alta _____	Correcta <input type="checkbox"/>	2 personas <input type="checkbox"/> 3 personas <input type="checkbox"/>
Incorrecta <input type="checkbox"/>	No llevaba puesto el chaleco protector <input type="checkbox"/>	Menor de 50cm <input type="checkbox"/>	Baja _____	Incorrecta <input type="checkbox"/>	4 personas o mas <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

ANEXOS DEL MARCO TEÓRICO

- Figura # 1



Protección ante la radiación

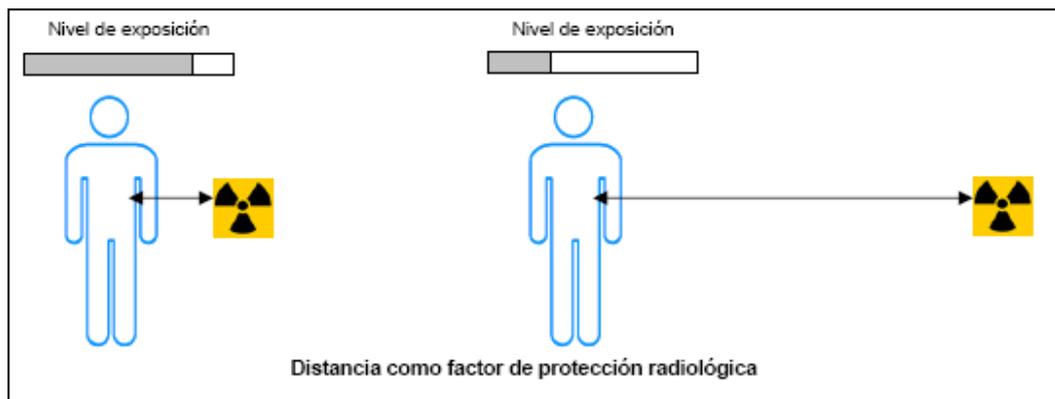
- Figura # 2

LÍMITES DE DOSIS				
mSv/año	Exposición total corporal	Cristalino	Piel	Extremidades
Trabajadores expuestos	50 (Máx 100 en 5 años)	150	500	500
Público	1	15	50	
Estudiantes (16-18 años)	6	50	150	150
Mujer gestante (feto)	1 durante toda la gestación			

Se excluyen las radiaciones recibidas por radiación natural, como miembros del público y las debidas a exploraciones médicas.

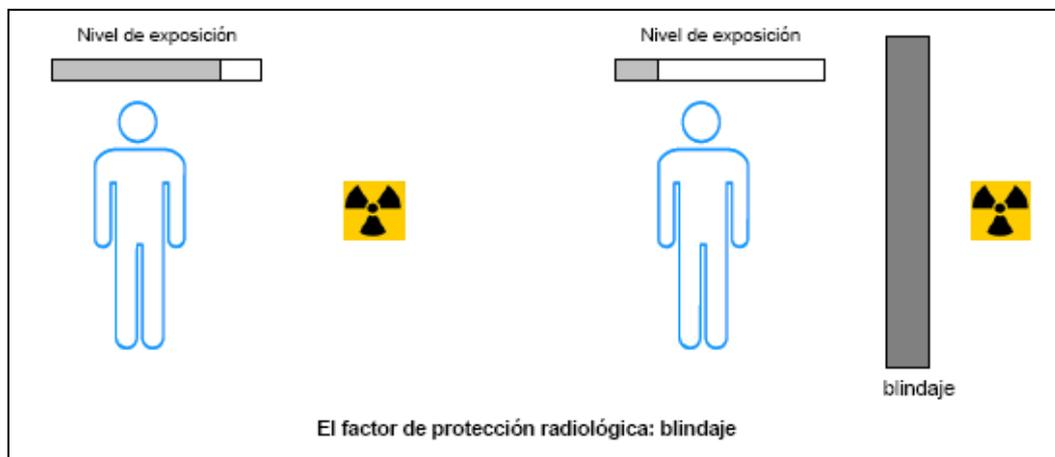
Limitación de dosis

- **Figura # 3:**



Distancia como factor de protección radiológica

- **Figura # 4:**



Blindaje como factor de protección radiológica

- **Figura # 5:**



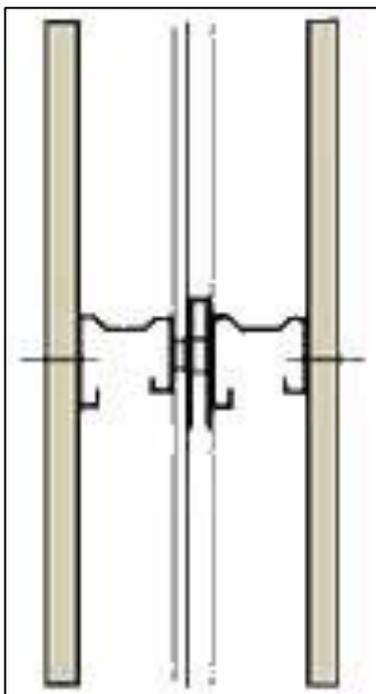
Ladrillos de plomo para blindaje de sala de Rayos X

- **Figura # 6:**



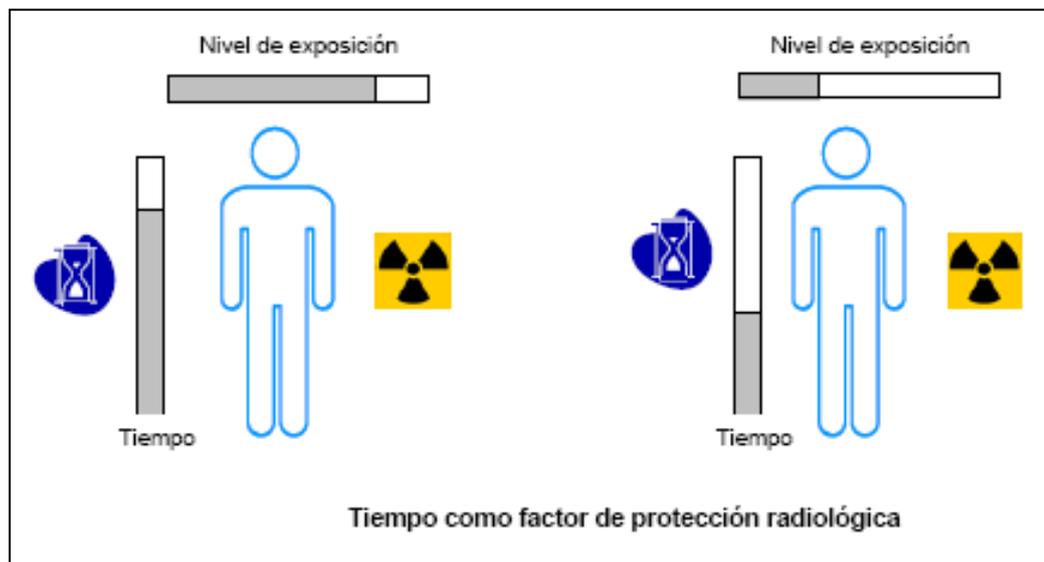
Blindaje biológico, control de exposición externa a las radiaciones ionizantes

- **Figura # 7:**



Láminas de plomo para blindaje de sala de Rayos X

- **Figura # 8:**



Tiempo de exposición

- **Figura # 9:**

Tabla 2. Límite de dosis.

Parte del cuerpo	Annual mSv	Trimestral mSv
1. Profesional expuesto	mSv	mSv
Ojos	150	
Piel	500	
Manos	500	
Todo el cuerpo	50	
Todo el cuerpo (mujeres fértiles)		13
Todo el cuerpo (durante gestación)	10	
2. Público en general	mSv	mSv
Ojos	15	
Piel	50	
Manos	50	
Todo el cuerpo	5	

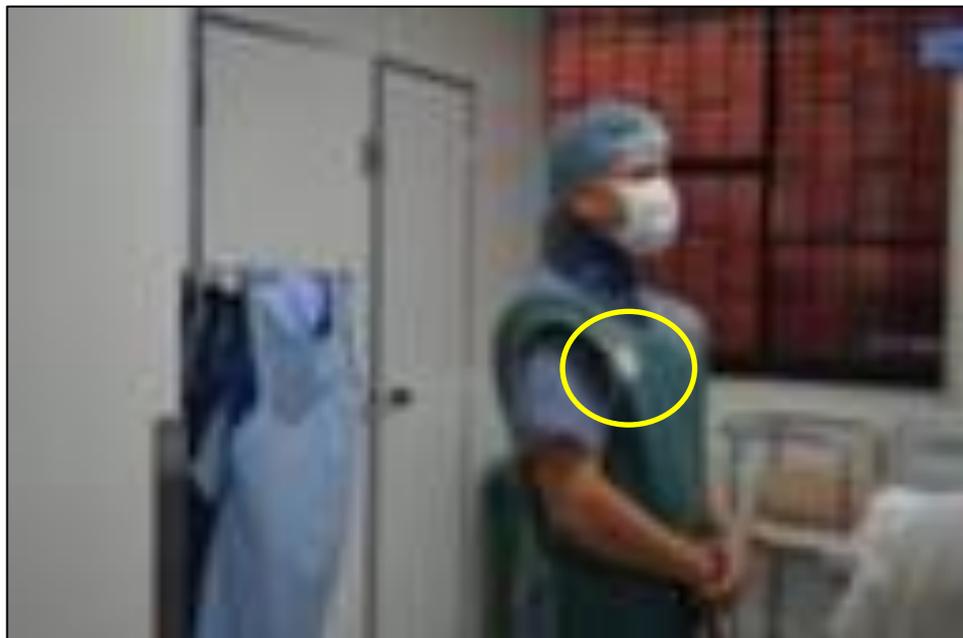
Las normas legales de protección radiológica

- Figura # 10:

Protección radiológica de los trabajadores expuestos, RD 783/2001		
Possibilidad de exposición	1 mSV < dosis anual ≤ 6mSv	Dosis anual > 6mSV
Clasificación de trabajadores	Clase B	Clase A
Clasificación de zonas	Vigilada	Controlada
Vigilancia del ambiente de trabajo	Sí Dosimetría de área	Sí Si hay riesgo de contaminación: EPI y doctores de radiación obligatorios
Vigilancia individual	No	Sí Dosimetría personal
Vigilancia específica de la salud	No	Sí Inical y anual

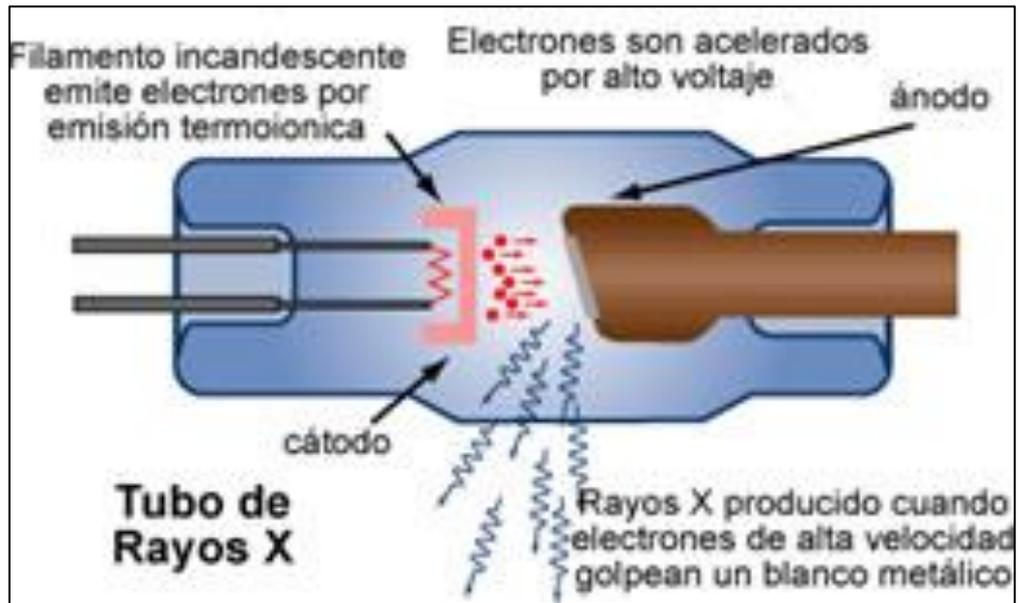
Protección radiológica de los trabajadores ocupacionalmente expuestos

- Figura # 11:



Vigilancia radiológica individual

- **Figura # 12:**



Producción de Rayos X

- **Figura # 13:**

Lesiones térmicas

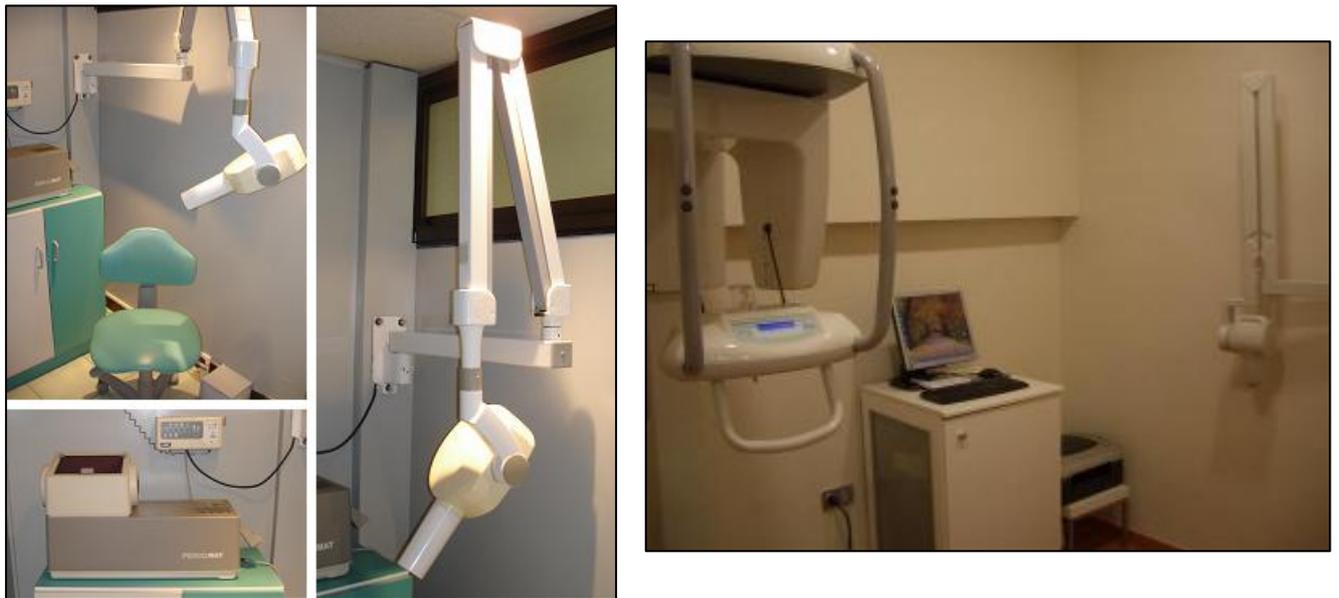


Lesiones no térmicas



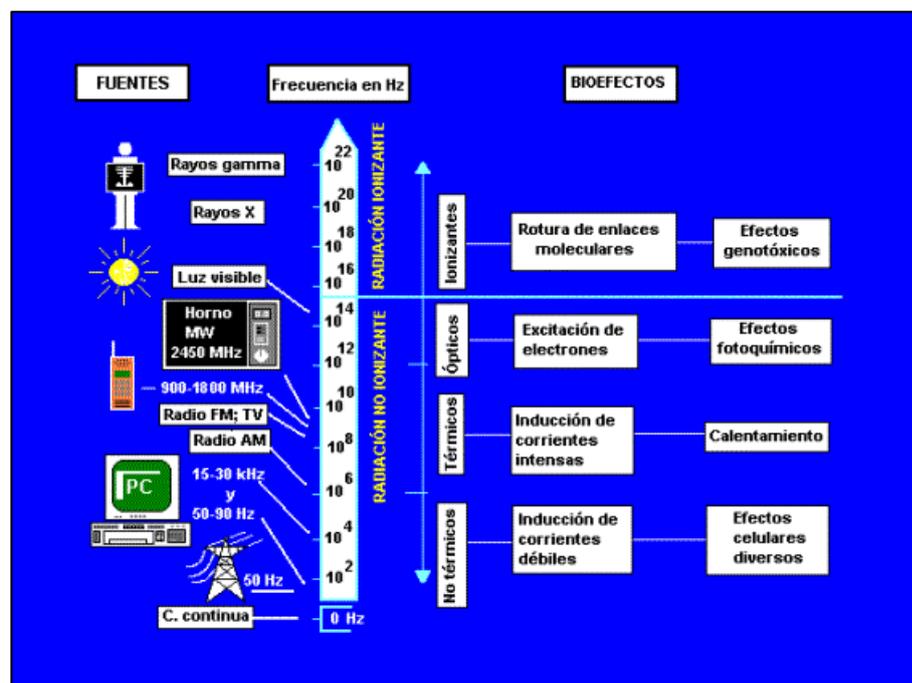
Riesgos a la salud

- **Figura # 14:**



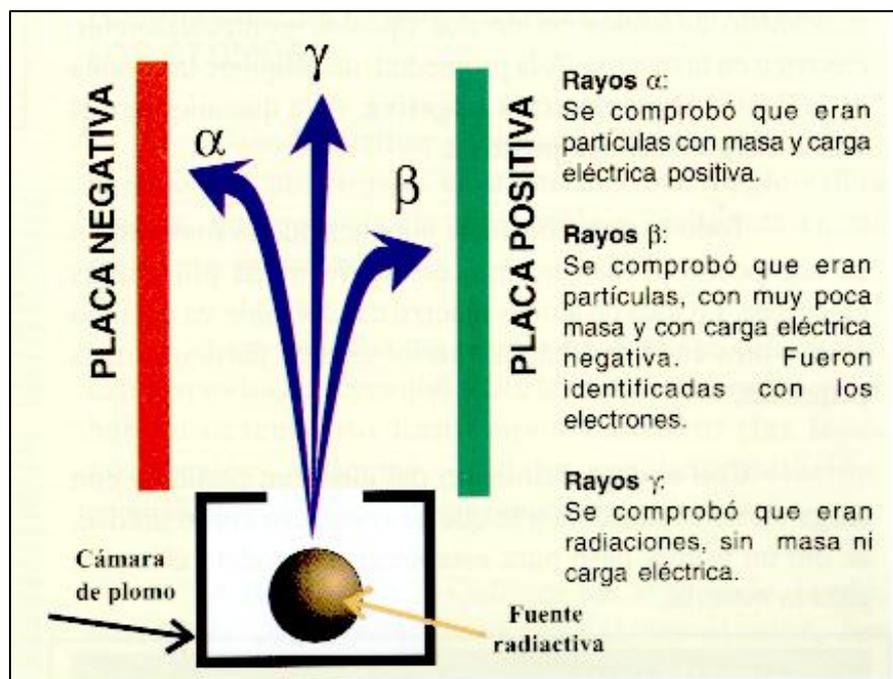
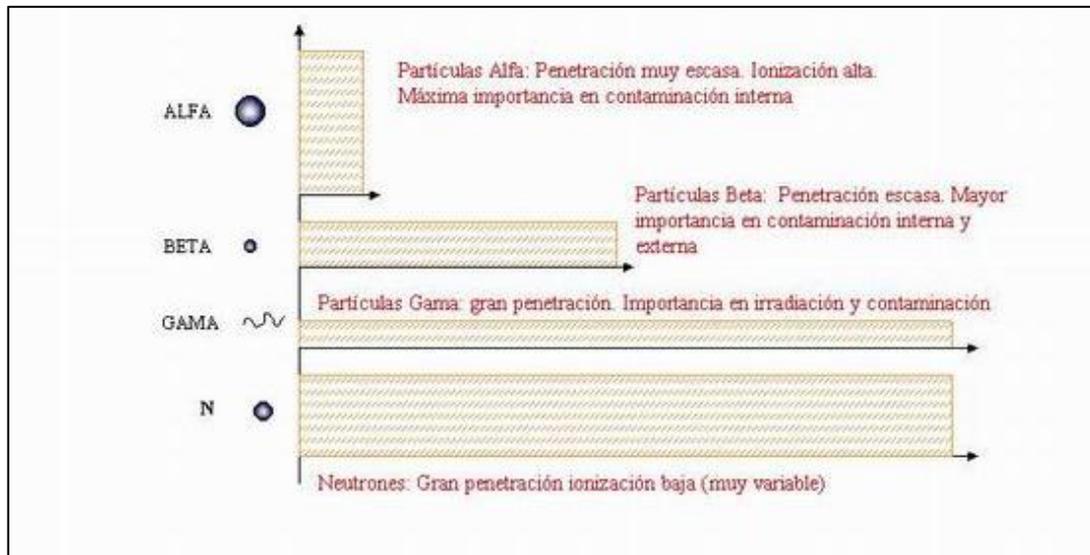
Sala de Rayos X

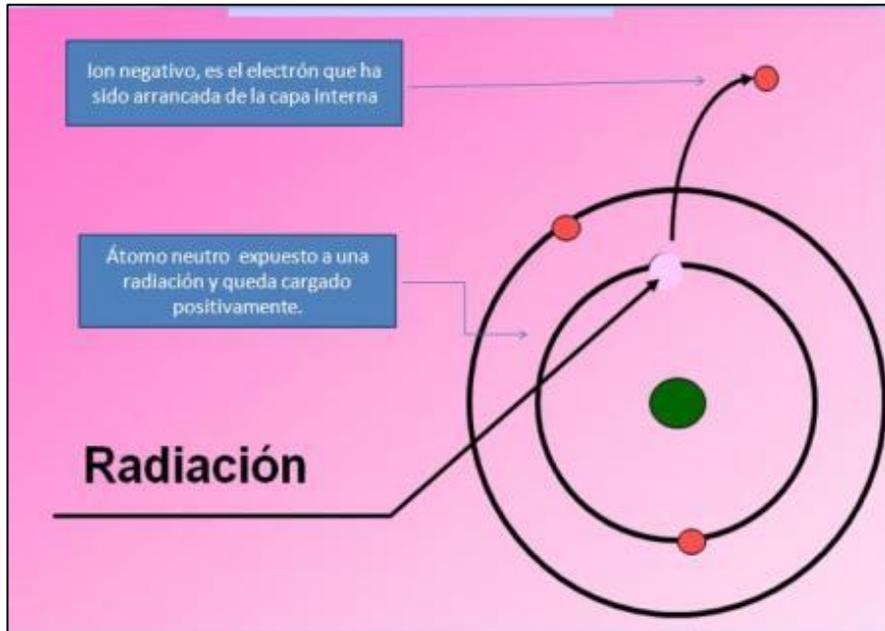
- **Figura # 15:**



Radiaciones

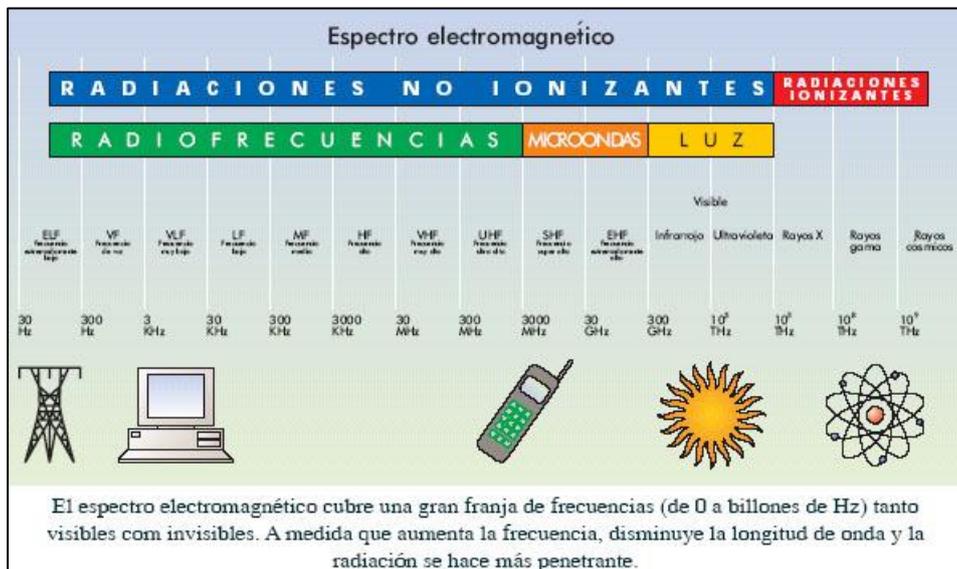
- **Figura # 16:**





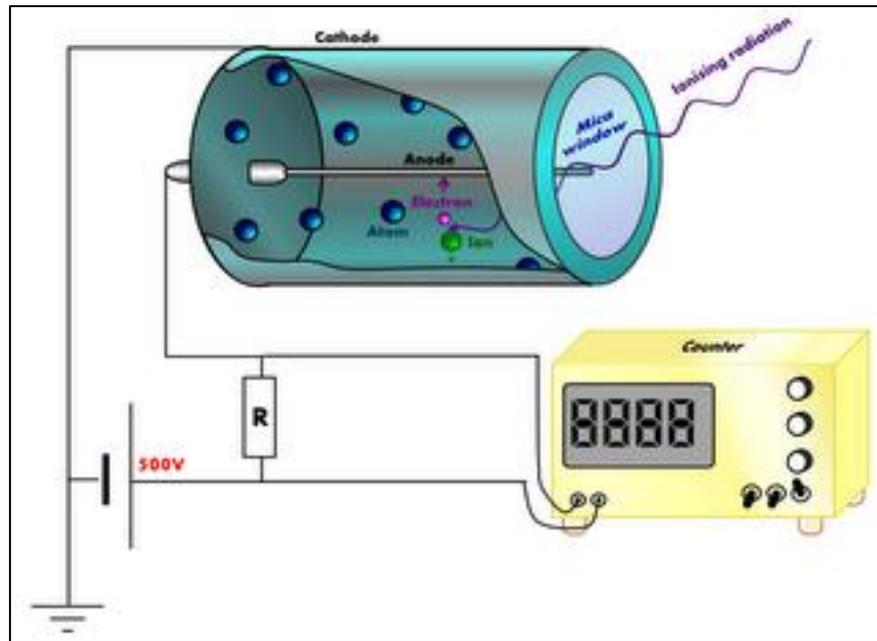
Radiación ionizante

- **Figura # 17:**



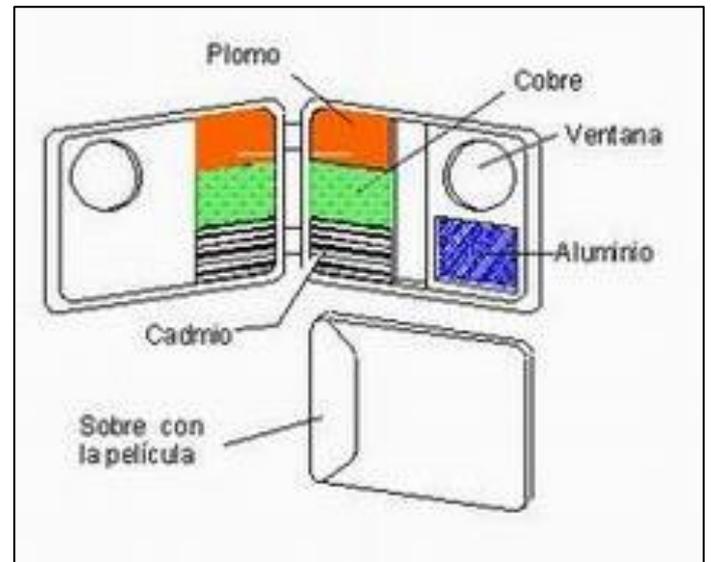
Radiación no ionizante

- **Figura # 18:**



Dosimetría

- **Figura # 19:**



Dosímetro personal o individual

- **Figura # 20:**



Tipos de dosímetros

- **Figura # 21:**



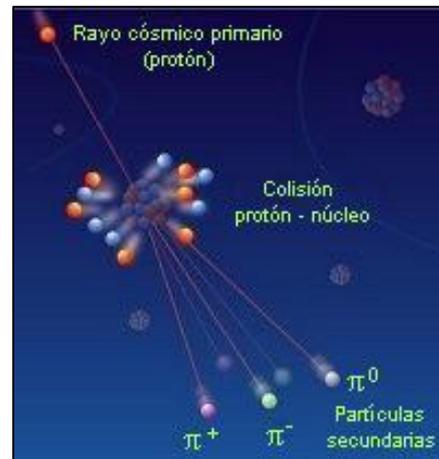
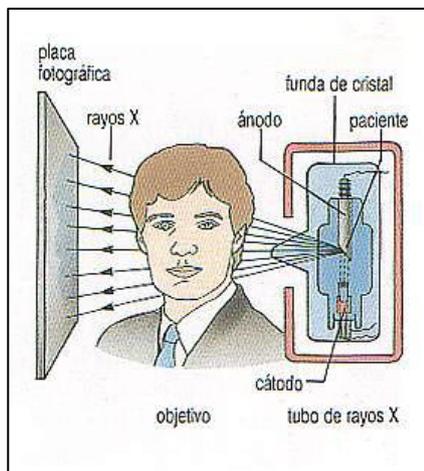


Ubicación del dosímetro

- **Figura # 22:**

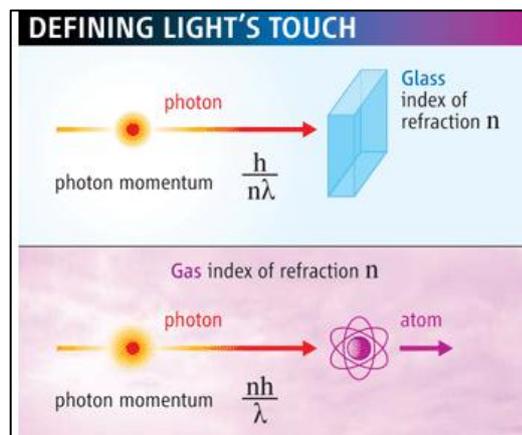
Radiación electromagnética

Radiación corpuscular



Radiación ionizante según sean fotones o partículas

- **Figura # 23:**



Radiación Ionizante directa e indirecta

- **Figura # 24:**



Radiación Ionizante según la fuente emitida

- **Figura # 25:**

TABLA 1. Efectos biológicos de los rayos X

	Determinista	Estocástico
Mecanismo	Letal	Subletal
Naturaleza	Somática	Somática o hereditaria
Gravedad	Depende de la dosis	No depende de la dosis
Dosis umbral	Sí	No
Dosis-efecto	Lineal	Probabilístico
Aparición	Inmediata o tardía	Tardía



RADIACIONES IONIZANTES

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

DOSIS UMBRAL AGUDA	
DOSIS ABSORBIDA (Gy)	EFFECTO
> 0.1	Rupturas cromosómicas difíciles de detectar . Interferencia en la organogénesis
> 0.5	Probable retención momentánea de la espermatogénesis
> 2.0	Síndrome de radiación
> 4.0	50% de probabilidad de muerte
> 6.0	100% de probabilidad de muerte

Radiación Ionizante y salud, efectos deterministas y estocásticos

- **Figura # 26:**

Radiación en la industria

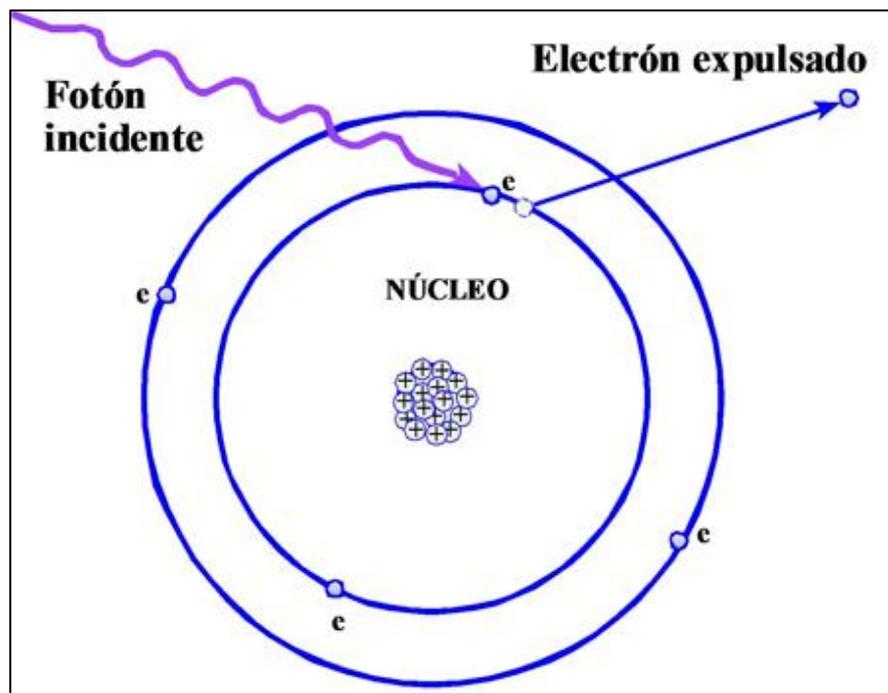


Radiación en la medicina



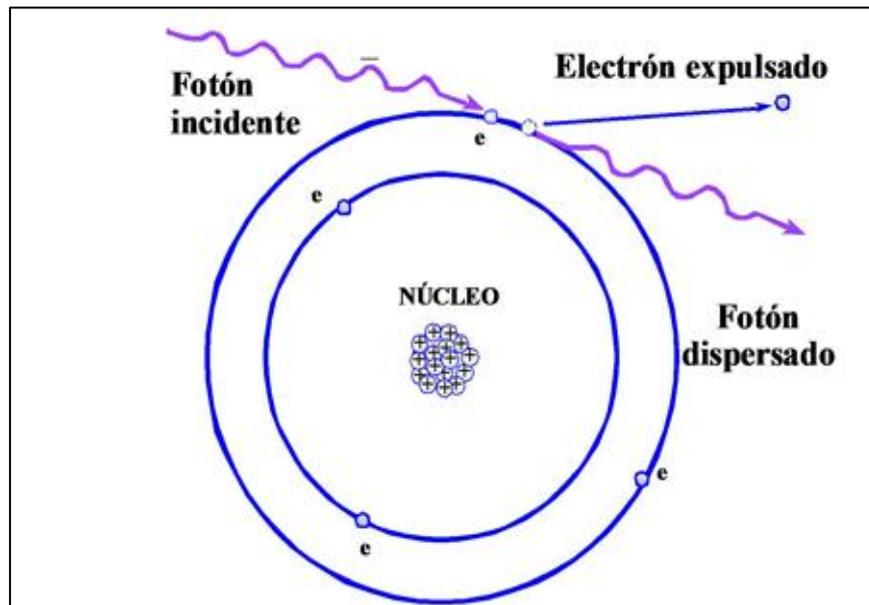
Radiación y su utilidad

- Figura # 27:



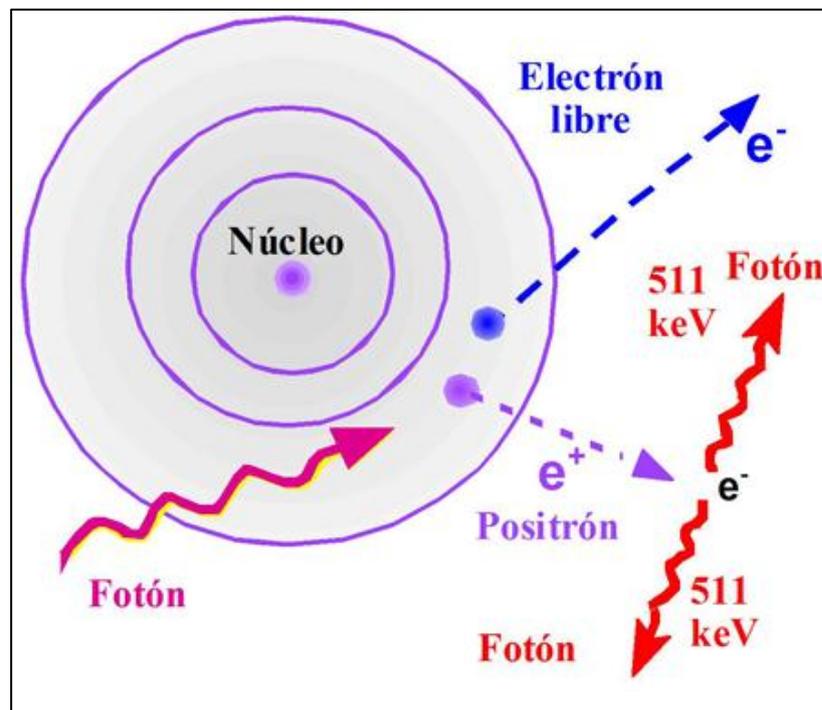
Absorción fotoeléctrica en la interacción de la radiación con la materia

- **Figura # 28:**



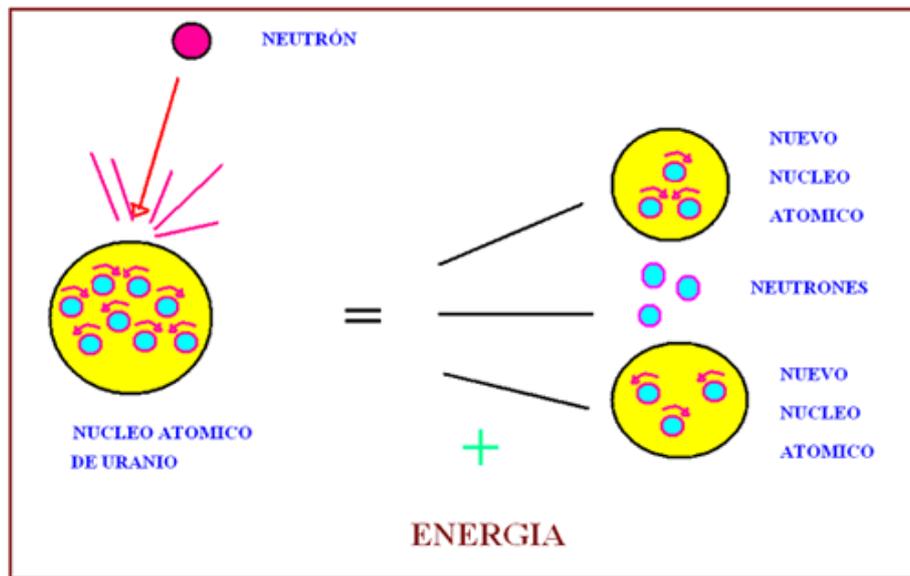
Efecto Compton en la interacción de la radiación con la materia

- **Figura # 29:**



Producción de pares en la interacción de la radiación con la materia

- **Figura # 30:**



Fisión de los neutrones con el núcleo, en la interacción de la radiación con la materia

- **Figura # 31:**

MAGNITUD	UNIDAD (S. Internacional)	UNIDAD (S. Tradicional)	EQUIVALENCIA
Actividad	Bequerel (Bq)	Curio (Ci)	1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq
Dosis absorbida	Gray (Gy)	Rad	1 Gray = 100 Rad
Dosis efectiva	Sievert (Sv)	Rem	1 Sv = 100 rem
Tasa de dosis	Sievert/hora	Rem/hora	1 Sv/h = 100 rem/h

Unidades de medidas tradicionales y sistema internacional

COLOCACIÓN DE AFICHE RESTRINTIVO EN LA SALA DE RAYOS X



TEMA
USO DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SU
INCIDENCIA EN LOS NIVELES DE RADIACIÓN
RECIBIDA.

UNIVERSIDAD
SAN GREGORIO
DE PORTOVIJEJO



**PELIGRO
RIESGO DE RADIACIÓN**

- ⚠ INGRESO SOLO A PERSONAL AUTORIZADO
- ⚠ UTILIZAR ELEMENTOS Y NORMAS DE PROTECCIÓN
- ⚠ RESTRINGIDO EL INGRESO A MUJERES EMBARAZADAS

DIEGO POZO HIDALGO Autor
DRA. TATIANA MOREIRA Directora de Tesis

OBSERVACIÓN DEL ESTADO DEL EQUIPO DE RAYOS X



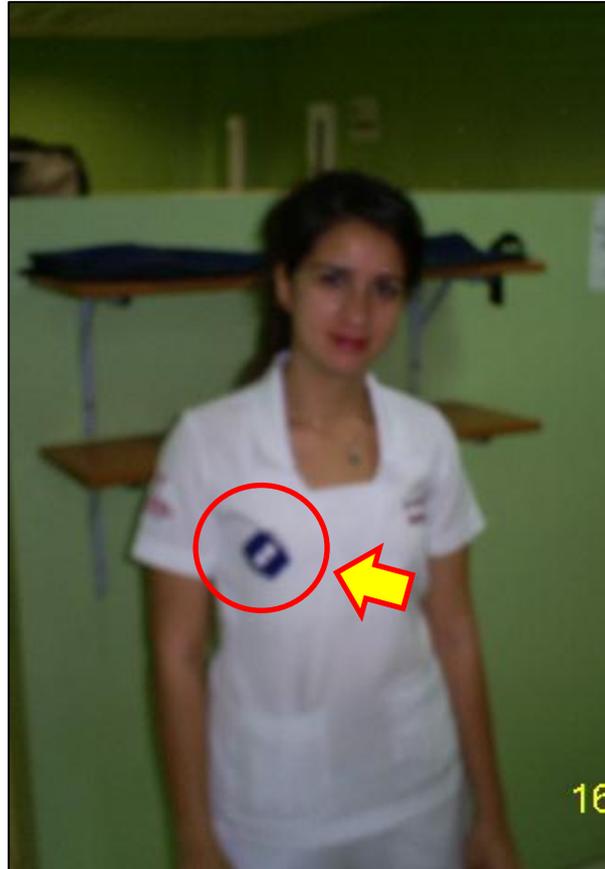
CHALECO PROTECTOR



DOSÍMETRO DE PELÍCULA

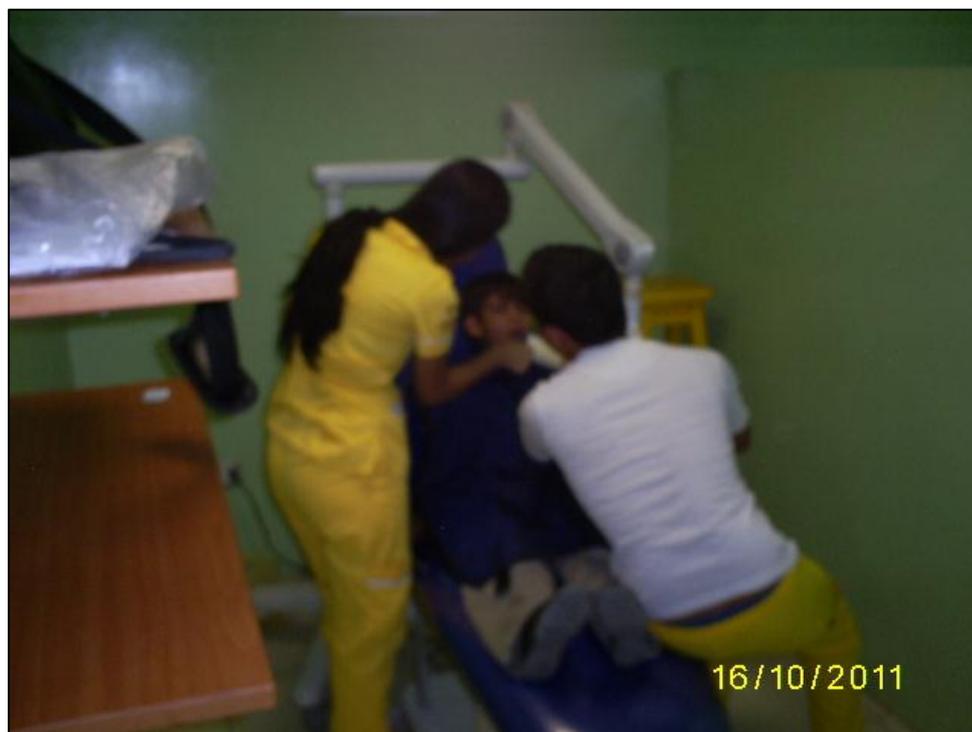


ENTREGA DEL DOSÍMETRO DE PELÍCULA



Entrega del dosímetro de película a la estudiante Ana Belén Wittong Montesdeoca, alumna del 9no semestre profesional "B"

FICHA DE OBSERVACIÓN DURANTE LAS CLÍNICAS EN LA SALA DE RAYOS X DE LOS ESTUDIANTES DE SEXTO A NOVENO SEMESTRE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD "SAN GREGORIO"





ALA DE REVELADO DE RADIOGRAFÍAS



GROSOR DE LAS PAREDES DIVISORIAS DE LA SALA DE RAYOS X



COLOCACIÓN DE LAS GIGANTOGRAFÍAS Y CHARLAS EDUCATIVAS SEÑALANDO LOS RIESGOS QUE CAUSAN LAS RADIACIONES A LOS ESTUDIANTES Y PACIENTES.



CÓDIGO/ PDPH

CONTRATO HASTA DICIEMBRE/2.011

AUTORIZACIÓN:0872110



Ministerio de Salud Pública

Instituto Nacional de Higiene "L.I.P"

Subp. Radiobiología

Telef. 2-282281 ext. 262

Guayaquil - Ecuador

Sres.

UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO

Portoviejo

De mis consideraciones:

A continuación informamos el resultado de las Películas correspondiente a los meses de **Noviembre-Diciembre/2011** que han sido usados por los siguientes técnicos.

DOSÍMETRO N°	NOMBRE	DOSIS
01	Dr. Diego D. Pozo Hidalgo	0.05 mSv

NOTA.- La dosis máxima permisible por la Comisión Internacional de Protección Radiológica es de **20 milisieverts (mSv) al año.**

M = Menor al mínimo detectable

Muy Atentamente,

Ing. Quím. Milton Santos Gómez
Líder Subp. Radiobiología

MSG/Fanny.