

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO



DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD

MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

**DOSIS DE RADIACIÓN RECIBIDAS POR ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE
ESTOMATOLOGÍA EN PROCEDIMIENTOS DE RADIOLOGÍA PERIAPICAL
PEDIÁTRICA**

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

PRESENTA

GUADALUPE ROBLES PINTO

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR: Enrique Gaona

CO-DIRECTORA: Nelly María Molina Frechero

ASESORA: Lorena López González

DICIEMBRE, 2021

La Maestría en Ciencias Odontológicas de la
Universidad Autónoma Metropolitana está incluida en el
Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del
CONACYT y cuenta con el apoyo del mismo Consejo a través del
convenio PFP 006077



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

**Programa Nacional de
Posgrados de Calidad, PNPC**

El Jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Xochimilco aprobó la tesis que presentó

GUADALUPE ROBLES PINTO

DICIEMBRE 2021

HONORABLE JURADO DE EXAMEN:

PRESIDENTE

Dr. Enrique Gaona

SECRETARIA

Dra. Nelly María Molina Frechero

SINODALES

Dr. Alfredo Nevárez Rascón

Dr. Omar Tremillo Maldonado

Mtra. Denisse Elizabeth Duran Merino

Agradecimientos

Al Dr. Enrique Gaona, Profesor Investigador del Departamento del Hombre y su ambiente y de la Maestría en Ciencias Odontológicas, por su apoyo y asesorías, que hicieron posible el logro de este trabajo.

A la Dra. Nelly María Molina Frechero, Profesora investigadora del Departamento de Atención a la Salud y Coordinadora de la Maestría en Ciencias Odontológicas por su dedicación y esfuerzo en la formación de investigadores.

A la Mtra. Lorena López González profesora investigadora en Atención a la Salud por su asesoría y experiencia en el área clínica.

Al Dr. Teodoro Rivera Montalvo Director del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada-Legaria, IPN (CICATA).

Al Dr. Armando Lara Camilo por su colaboración, apoyo y hacer posible el desarrollo del proyecto en el laboratorio de IPN (CICATA).

A la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco por el apoyo de la liberación de docencia del trimestre 20I para la terminación del trabajo de campo.

Gracias a la Mtra. Sandra Morales Estrella, Jefe de Proyecto de la Clínica Tláhuac, a la Mtra. Julieta Mesa Sánchez, Jefe de Servicio de la Clínica Tláhuac, por su apoyo en el trabajo de campo durante el trimestre 19I.

Al Mtro. Anastacio Oropeza Oropeza por su apoyo en el desarrollo de gráficas a través de la base de datos en el programa estadístico SPSS versión 22.

Agradecimiento a mis compañeros de la primera generación de la Maestría en Ciencias Odontológicas y a los alumnos del turno matutino de la Clínica Tláhuac por su participación en el estudio.

A mi familia por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

Contenido

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. ANTECEDENTES.....	4
4.1 Producción de rayos X	4
4.2 Enseñanza de la radiología periapical en la universidad	8
4.3. Concepto de dosis absorbida y Dosis efectiva.....	9
4.4. Efectos Biológicos de los Rayos X	10
4.5. Principios básicos de protección radiológica	11
4.5. Dosimetría termoluminiscente-TLD	13
5. JUSTIFICACIÓN.....	18
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
7. OBJETIVO	19
7.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	19
8. HIPÓTESIS.....	19
9. METODOLOGÍA.....	20
10. RESULTADOS	24
11. DISCUSIÓN.....	34
12. CONCLUSIONES	38
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
14. ANEXOS.....	44

1. RESUMEN

El alumno que se está formando como cirujano dentista, hace uso de radiografías intraorales periapicales en niños, para el diagnóstico de patologías y como auxiliares en el tratamiento de problemas de salud bucal, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar las dosis de radiación recibidas por estudiantes de la carrera de estomatología en procedimientos de radiología periapical pediátrica. Aceptaron participar en el estudio 19 alumnos de la Licenciatura de Estomatología. Los dosímetros fueron calibrados de (nC) en términos de dosis (mSv) para la comparación de los límites de dosis para público de (1mSv) por año, el grupo de 19 alumnos se subdividió en tres subgrupos y se les colocó los dosímetros por tres semanas, para medir la radiación en: Tórax (mama – cuerpo entero), tiroides, cristalino derecho, cristalino izquierdo, mano izquierda y mano derecha, una vez expuestos los dosímetros se llevaron al laboratorio para su evaluación y determinación de la dosis. En el análisis estadístico se obtuvo la media e intervalos de confianza. En Tórax (mama - cuerpo entero) el resultado fue de 37.1 mSv, tiroides 40.8 mSv, cristalino derecho 56.8 mSv, cristalino izquierdo 62.5 mSv, mano izquierda 121.4 mSv y mano derecha 118.7. Por lo que se concluye que las dosis efectivas anuales de los alumnos superan lo permitido por la norma oficial mexicana que es de 5mSv y para la norma internacional de 1mSv por año, por la falta de destrezas y habilidades, el alumno toma radiografías en exceso que se traduce en exposiciones excesivas de radiación ionizante.

Palabras clave: Radiación, dosis efectiva, dosimetría (TLD 100), estudiantes de Odontología.

2. ABSTRACT

The student who is training as a dental surgeon, makes use of periapical intraoral radiographs in children, for the diagnosis of pathologies and as auxiliaries in the treatment of oral health problems, so the objective of this study was to determine the radiation doses received by students from the stomatology career in pediatric periapical radiology procedures. 19 students of the Bachelor of Stomatology agreed to participate in the study. The dosimeters were calibrated from (nC) in terms of doses (mSv) for the comparison of the dose limits for the public of (1mSv) per year, the group of 19 students was subdivided into three subgroups and the dosimeters were placed by three weeks, to measure radiation in: Thorax (breast-whole body), thyroid, right lens, left lens, left hand and right hand, once exposed the dosimeters were taken to the laboratory for evaluation and determination of the dose. In the statistical analysis, the mean and confidence intervals were obtained. In the chest (breast-whole body) the result was 37.1 mSv, thyroid 40.8 mSv, right lens 56.8 mSv, left lens 62.5 mSv, left hand 121.4 mSv and right hand 118.7. Therefore, it is concluded that the annual effective doses of the students exceed what is allowed by the official Mexican standard which is 5mSv and for the international standard of 1mSv per year, due to the lack of skills and abilities, the student takes X-rays in excess that it results in excessive exposures of ionizing radiation.

Keywords: Radiation, effective dose, dosimetry (TLD 100), Dentistry students.

3. INTRODUCCIÓN

Las radiografías dentales son imágenes que ayudan al dentista a detectar daños y enfermedades no visibles durante un examen dental normal. La frecuencia con la que se deben tomar radiografías dentales depende de su salud bucal actual, su edad, su riesgo para la enfermedad y los posibles signos y síntomas de enfermedades bucales. Por ejemplo, en radiología dental pediátrica, los niños podrán necesitar radiografías con más frecuencia porque sus dientes y maxilares continúan desarrollándose y los dientes de la primera dentición tienen más probabilidades de verse afectados por la caries que los adultos. El dentista revisará su historial, examinará su boca y decidirá si necesita radiografías. Las radiografías dentales periapicales son seguras; sin embargo, exigen un nivel muy bajo de exposición a los rayos X, lo que hace que el riesgo de posibles efectos estocásticos sea muy pequeño para el paciente y para el personal operador del equipo de rayos X. Las técnicas de radiología dental están diseñadas para limitar la exposición del cuerpo a la radiación y se adoptan todas las precauciones para garantizar que la exposición a las radiaciones sea lo más baja posible (según el principio ALARA). Puede usarse un mandil emplomado o un protector para la tiroides, para proteger el abdomen y la tiroides del paciente y en el caso del personal operador del equipo de rayos X debe observar el sistema de limitación de dosis y principios de protección radiológica para reducir la exposición laboral o en sus prácticas clínicas¹.

En el presente estudio es de interés la exposición de los estudiantes universitarios de la carrera de estomatología durante la práctica clínica usando radiología periapical pediátrica. Los estudiantes deberían tener una capacitación en biología de la radiación y protección radiológica previa a la práctica clínica con rayos X, pero esto no sucede de manera general.

Fue realizado un muestreo de las dosis efectivas recibidas por los estudiantes en procedimientos de radiología periapical pediátrica con la finalidad de conocer si las dosis recibidas por los estudiantes superan los límites de dosis establecidos para el público en la legislación mexicana (1mSv/año). Para determinar las dosis efectivas

se usaron dosímetros termoluminiscentes (TLD-100) en tórax (mama - cuerpo entero), tiroides, cristalinos y manos.

4. ANTECEDENTES

4.1 Producción de rayos X

Radiación. Es el transporte de energía, a través del espacio, por ondas electromagnéticas o partículas atómicas. La radiación está compuesta por radiación ionizante y no ionizante. La *radiación ionizante* tiene la suficiente energía para romper enlaces químicos y remover electrones de los átomos y moléculas, formando pares de iones en el material irradiado. La radiación con energía menor, que la requerida para producir iones en la materia, se llama *radiación no ionizante*, como la radiación ultravioleta (excepto radiación ultravioleta en el extremo de su espectro); luz visible, radiación infrarroja, microondas, ondas de radio y televisión, son todas ellas no ionizantes².

Ondas electromagnéticas. Son la propagación de la energía en forma de ondas a la velocidad de la luz y tienen longitud de onda, frecuencia, amplitud y periodo. Son ondas compuestas por un *campo eléctrico* y uno magnético que oscilan perpendicularmente a la dirección del movimiento (figura 1).

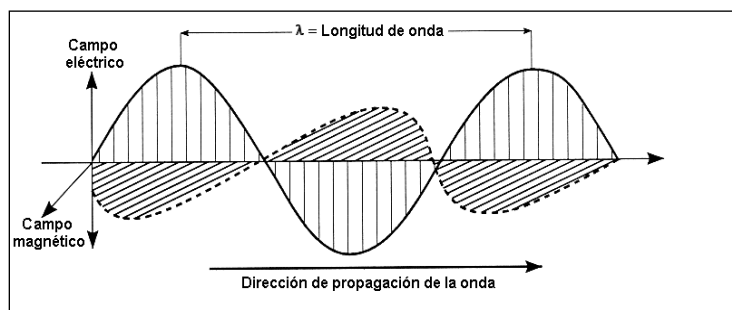


Figura 1. Ondas electromagnéticas.

Los *rayos X* son ondas electromagnéticas de alta energía producidas al interaccionar electrones de alta velocidad con el ánodo del tubo de rayos X. Los rayos X son radiaciones ionizantes.

Equipos de rayos X usados en radiografía periapical.

La figura 2 ilustra un equipo de rayos X usado en radiografía periapical con un potencial eléctrico máximo de 70 kVp, y una corriente en el tubo de rayos X de 8 mA.



Figura 2. Equipo de rayos X periapical.

Producción de rayos X. Los electrones liberados en el *filamento* (cátodo) son acelerados por la diferencia de potencial eléctrica (tensión) aplicada entre ánodo y cátodo e interaccionan con el blanco (ánodo) para producir rayos X. Los rayos X se producen por frenamiento de los electrones por el núcleo de los átomos (Bremsstrahlung) y por la remoción de electrones de las orbitas que provoca transiciones entre las capas de electrones de los átomos produciendo rayos X característicos (figura 3).

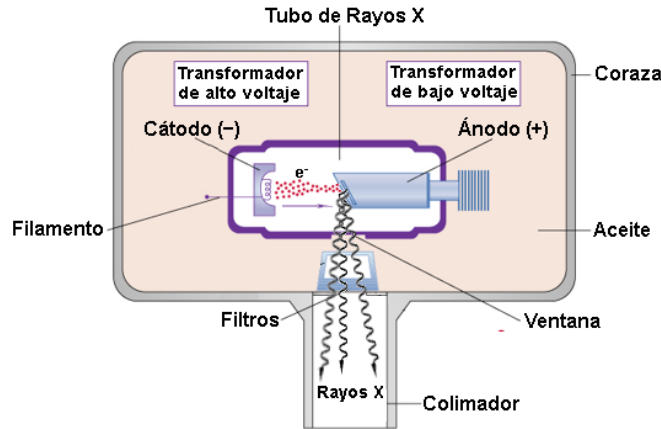


Figura 3. Producción de rayos X. (Cortesía de E. Gaona).

Interacciones de los Rayos X con la materia. Los rayos X (fotones) tienen la capacidad de ionizar la materia (remover electrones de los átomos) y transfieren su energía a cualquier medio material como los tejidos humanos a través de la absorción fotoeléctrica (figura 4 a) y la dispersión Compton (figura 4 b).

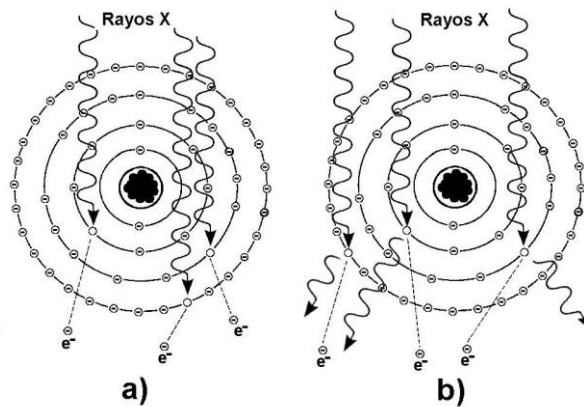


Figura 4. Absorción fotoeléctrica a) y Dispersión Compton b)
(Cortesía de E. Gaona).

La absorción fotoeléctrica es la responsable de formación del contraste de la imagen radiológica y depende de los valores de kV y predomina a kV bajos. La dispersión Compton prevalece a kV altos y su presencia en la imagen introduce un velo y el contraste en la imagen se reduce.

Técnicas radiológicas periapicales. La radiografía periapical está dentro de la radiografía intraoral que incluye también a las radiografía interproximal y oclusal. Las radiografías periapicales se obtienen colocando la placa radiográfica o detector digital directo o CR dentro de la boca del paciente. En las radiografías periapicales se observa el diente completo y las estructuras que lo rodean, son útiles para revelar la profundidad de caries, enfermedad periodontal y lesiones periapicales.³⁻⁴ Las técnicas utilizadas en la toma de radiografías periapicales son: la técnica de la bisectriz del ángulo y la técnica en paralelo, estas técnicas ayudan a mantener el diente y el receptor de imagen en contacto. La Técnica de bisectriz del ángulo se muestra en la (figura 5).

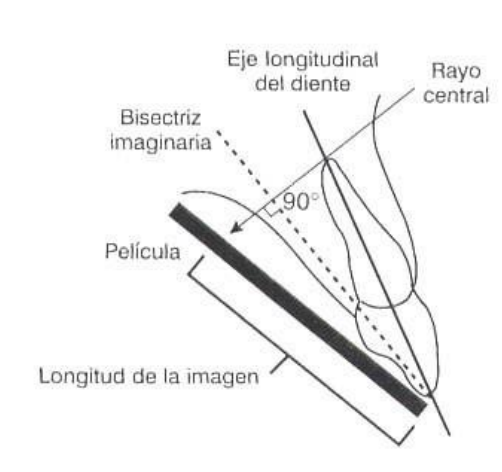


Figura 5. Técnica de bisectriz del ángulo⁵.

Técnica en paralelo. El diente y el receptor de imagen deben estar paralelos entre sí, el receptor de imagen debe ser colocado con su eje mayor en sentido vertical para incisivos y caninos y en sentido horizontal para premolares y molares y el receptor de imagen queda más allá de los ápices de los dientes para que registre la zona periapical (figura 6).

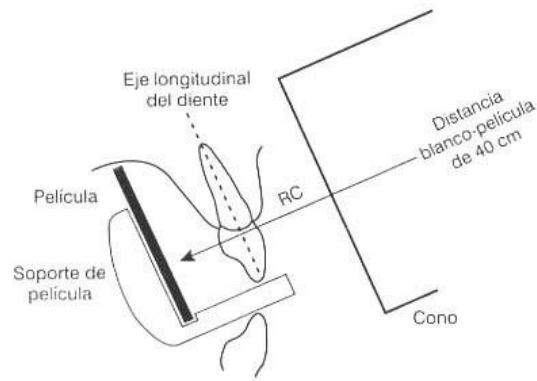


Figura 6. Técnica en paralelo⁵.

El dispositivo paralelizador es un aditamento que posiciona el receptor de imagen en su sitio y direcciona el haz de rayos X con la angulación adecuada para obtener la radiografía⁵⁻⁷.

4.2 Enseñanza de la radiología periapical en la universidad

En el plan de estudio de la Licenciatura de Estomatología de la UAM Xochimilco⁸ en el programa de estudio en el módulo séptimo denominado “Morbilidad del Aparato Estomatognático del Preescolar y Escolar” existen los objetivos teóricos y contenidos sintéticos donde se explican los conocimientos teóricos de radiología dental y de las técnicas radiográficas intrabucales para la exposición, procesado e interpretación de radiografías como auxiliares en el diagnóstico, existe una unidad de radiología dental en estomatología pediátrica donde los estudiantes aprenden los conceptos generales de la radiología dental y sus usos, se estudian las partes y funcionamiento de un equipos de rayos X para uso periapical, además se estudian los principios de protección radiológica aplicables al paciente y estudiantes en cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012⁹, Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante. Los estudiantes adquieren sus conocimientos mediante el sistema modular donde el alumno aprende integrando la teoría con la práctica y se convierten en una autorreferencia en radiología dental, porque no hay especialistas

ni posgrados en radiología dental. Las residencias médicas de especialidad en radiología no incluyen radiología dental en algunas universidades de Argentina¹⁰ y España¹¹. Sin embargo, la práctica de la radiología dental periapical en niños por parte de los estudiantes es similar en las diferentes universidades de los países en desarrollo donde el estudiante con los dedos de su mano sostiene la placa radiográfica dentro de la boca del niño durante la exposición a rayos X y muchos de ellos lo siguen haciendo en su práctica profesional.

Exposición de los estudiantes

La figura 7 muestra a estudiantes realizando estudios de radiografía periapical, observamos una práctica incorrecta que provoca la exposición de manos, cristalino, tiroides y mama de los estudiantes. En el caso de tiroides y mama (mujeres y hombres) son tejidos muy susceptibles a efectos estocásticos de rayos X¹²⁻²¹.



Figura 7. Exposición a los rayos X de los estudiantes durante la radiografía periapical (Cortesía de E. Gaona).

4.3. Concepto de dosis absorbida y Dosis efectiva

En radiología tenemos varias magnitudes y unidades utilizadas para cuantificar el haz de rayos X y la exposición laboral (operador del equipo de rayos X), esto se debe a que existen diferentes aspectos físicos que puede usarse para expresar una magnitud radiológica de interés. La selección de la magnitud más apropiada depende de la aplicación específica de la radiología o de lo que desea medir. El propósito final de la selección de las magnitudes y unidades es para determinar las

dosis absorbidas y dosis efectiva para estimar los posibles efectos deterministas y estocásticos de los rayos X²²⁻²⁴.

Dosis absorbida (D). Se define como la energía depositada por los rayos X por unidad de masa de cualquier material. La unidad de medida es el gray (Gy), donde $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$. La dosis absorbida en órganos y tejidos es un concepto usado a menudo para determinar los efectos deterministas.

Dosis efectiva (H). Para evaluar el riesgo de efectos estocásticos debido a las dosis equivalentes en diferentes órganos y tejidos en el cuerpo humano, en rayos X la dosis absorbida (D) se multiplica por el factor de ponderación de los tejidos (w_T) para determinar la dosis efectiva cuya unidad de medida es el Sv también se usan submúltiplos como mSv, μSv . No todos los órganos y tejidos del cuerpo humano tienen la misma sensibilidad a la radiación ya que, con una misma dosis, el daño biológico es diferente dependiente del tipo de órgano y tejido. La dosis efectiva es sólo aplicable a dosis bajas y está relacionado con los efectos estocásticos en el hombre y los límites de dosis para el POE (Personal Ocupacionalmente Expuesto) de 50 mSv/año en México (20 mSv/año, ICRP 60).²⁵ El límite de dosis para la exposición del público es 5 mSv/año (México) y el valor internacional es 1mSv/año.

4.4. Efectos Biológicos de los Rayos X

Cada exposición radiológica del POE y del paciente implica la interacción de la radiación ionizante con los tejidos corporales y, por lo tanto, lleva el potencial de alteración permanente en el ADN celular con el riesgo final de un efecto estocástico. Además, el riesgo depende del sexo y la edad, siendo mayor para los niños (10 años, 3 veces mayor riesgo de 30 años) y hasta un 40% más para las mujeres que para los hombres²⁵.

Efectos Estocásticos. Es la probabilidad de padecer cáncer o efectos hereditarios con la dosis recibida. Es propósito de la protección radiológica

minimizar los efectos estocásticos en el hombre a niveles considerados aceptables para toda la población como la probabilidad de padecer cáncer y efectos genéticos, no tienen un umbral en la dosis y no cambia la severidad con la dosis, solo la incidencia es una función de la dosis.

Efectos Deterministas. Los efectos deterministas tienen un umbral en la dosis y la severidad del daño es una función de la dosis a partir de superar los límites umbrales de los tejidos. Es propósito de la protección radiológica evitar los efectos deterministas en el hombre fijando límites de dosis por debajo de sus umbrales. Al superar los límites de los tejidos la muerte celular es proporcional a dosis. Son efectos deterministas como cataratas inducidas por rayos X, acortamiento de la vida no específico, esterilidad, depilación².

4.5. Principios básicos de protección radiológica

En el contexto mundial: las dosis individuales al paciente en radiología dental son pequeñas, pero las dosis colectivas no pueden ignorarse debido al alto volumen de procedimientos a nivel mundial. El número anual estimado de exámenes dentales es de aproximadamente 520 millones. (Es el 21% del total a escala global de los procedimientos radiológicos) > 1.5 mil millones /año²¹. Las dosis individuales al personal en radiología periapical son también pequeñas siempre y cuando conozcan y apliquen los conceptos básicos de protección radiológica y biología de radiación en el personal y pacientes²⁶⁻²⁹.

En la protección del POE se debe considerar las Normas Básicas Internacionales (IAEA, 2014). En la protección del POE debe considerarse el Sistema de **Limitación de Dosis** que es la **Justificación**: es un Análisis del Riesgo-beneficio del POE del procedimiento con rayos X. La **Optimización**: es la aplicación del principio ALARA (tan bajo con razonablemente posible la exposición del POE). **Limitación de la dosis anual**: es que ningún POE deberá sobrepasar los límites de dosis que son: POE 20 mSv promedio a 5 años, Público 1 mSv, Cristalino 15 mSv, Piel 50 mSv, Manos y pies 500 mSv³⁰. En la protección del POE también se debe considerar los

Principios de Protección Radiológica que son **Tiempo**: minimizar el tiempo de exposición. **Distancia**: Maximizar la distancia a la fuente de rayos X y **Blindaje**: Interponer barreras entre la fuente de rayos X y el personal².

A los estudiantes de las carreras de estomatología de las diferentes universidades al menos deben conocer los efectos biológicos de los rayos X, sistema de limitación de dosis y principios de protección radiológica previa a la práctica clínica con rayos X. Recomendaciones en la práctica de la radiología, aunque no hay normatividad para radiología periapical:

1. Aplique el sistema de limitación de dosis y los principios de protección radiológica.
2. No muestre un exceso de confianza a los rayos X ya que nuestros sentidos no son capaces de detectar la presencia de rayos X.
3. Nunca introduzca las extremidades en el haz primario.
4. Use los dispositivos de protección radiológica como mandil, protector de tiroides y cristalino si no se hace el disparo desde un área protegida o simplemente siga el ejemplo de la figura 8.
5. Use un dosímetro a la altura del pecho y si usa mandil el dosímetro debe estar debajo del mandil.
6. Nunca sostenga con la mano el receptor de imagen al momento del disparo, use dispositivos especiales para sostener el receptor de imagen.

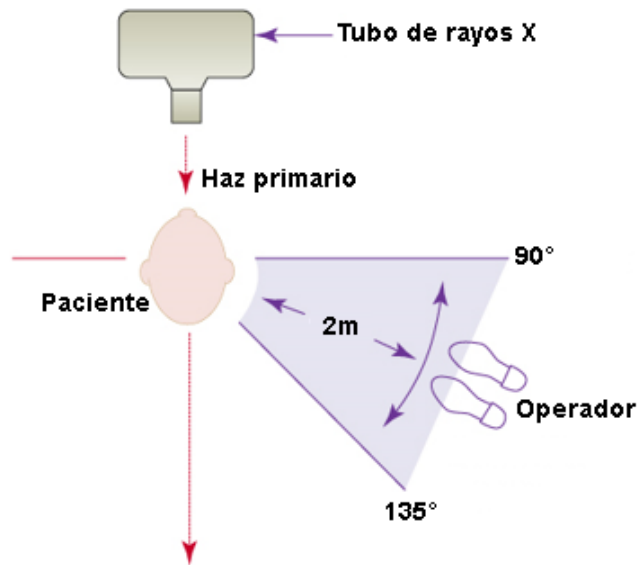


Figura 8. Describe la ubicación del operador en radiografía periapical, en caso de no tener una mampara de protección (Cortesía de E. Gaona).

4.5. Dosimetría termoluminiscente-TLD

Algunos materiales cristalinos exhiben el fenómeno de termoluminiscencia y sucede cuando esos cristales se exponen a radiaciones ionizantes donde la energía absorbida es almacenada en la red cristalina. Después esa energía almacenada se puede recuperar en forma de luz visible al calentar el material. Este fenómeno de liberar fotones de luz visible por el proceso de calentamiento se le conoce como termoluminiscencia. La figura 9 muestra el arreglo experimental para medir la termoluminiscencia de una muestra. El material irradiado se coloca en un calentador o plancheta, en el cual se somete a un ciclo de calor y la luz emitida es medida por el tubo fotomultiplicador que convierte la luz medida en una corriente eléctrica que es amplificada y cuantificada para finalmente mostrar una lectura en unidades de Coulombs (carga eléctrica).

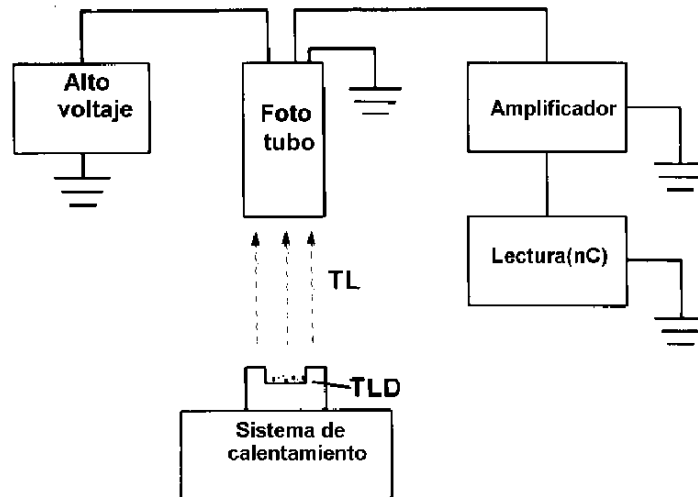


Figura 9. Esquema de sistema lector de termoluminiscencia.

La importancia de este fenómeno en la dosimetría de radiaciones ionizantes radica en el hecho de que la cantidad de luz emitida es proporcional a la dosis absorbida por el material irradiado. La teoría del fenómeno de TL nos indica que, al irradiar un cristal, su estructura sufre cambios producidos por la ionización; en este proceso se liberan electrones de la red y se generan dos tipos de entes móviles electrones y agujeros, ambos portadores de carga, que pueden viajar por el cristal hasta quedar atrapados en defectos de la red, generando centros de color.

Los electrones y agujeros permanecen atrapados hasta que se proporciona al material la energía suficiente para liberarlos, volviéndolos a su estado natural antes de la irradiación, es decir, durante el calentamiento del sólido irradiado, los electrones y los agujeros son liberados de sus trampas para viajar por el cristal, hasta que se recombinan emitiendo un fotón de luz visible y se produce el fenómeno de Termoluminiscencia (TL). La figura 10 muestra el diagrama de un cristal inorgánico exhibiendo el fenómeno de TL por radiación ionizante.

En un átomo individual, los electrones ocupan niveles de energía discretos. En una red cristalina los niveles de energía electrónicos son perturbados por mutua interacción entre átomos dando lugar a dos bandas de energía permitida separadas por la banda de energía prohibida. Además, la presencia de impurezas en el cristal

crea trampas en la región prohibida proporcionando estados metaestables para los electrones.

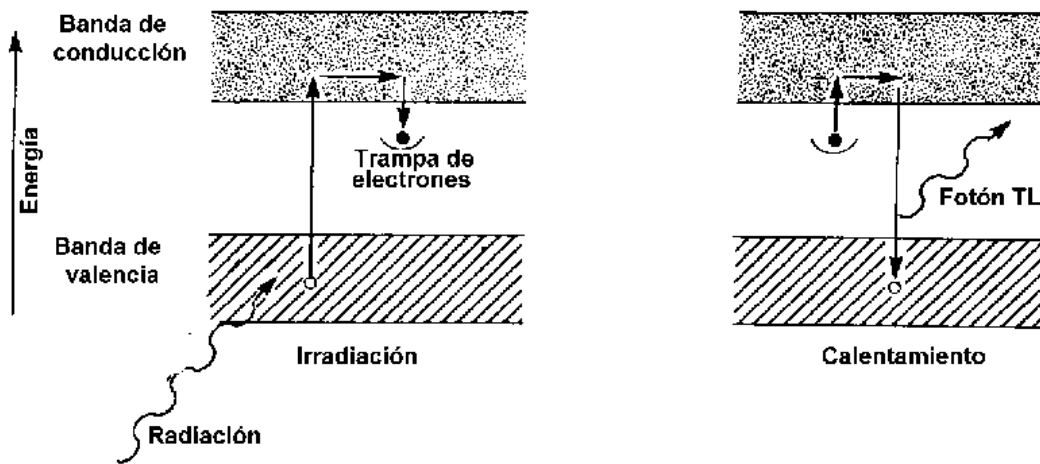


Figura 10. Fenómeno de Termoluminiscencia.

Cuando el material es irradiado algunos electrones de la banda de valencia reciben suficiente energía para pasar a la banda de conducción. Las vacantes creadas por los electrones en la banda de valencia se llaman agujeros. Los electrones y los agujeros se mueven independientemente en sus respectivas bandas hasta que se recombinan o caen en una trampa. Si hay emisión instantánea de luz en esas transiciones el fenómeno se llama *fluorescencia*. Si un electrón en la trampa requiere energía para salir de la trampa y caer a la banda de valencia, la emisión de luz en este caso se llama *fosforescencia*. Si la fosforescencia es muy pequeña a temperatura ambiente, se puede acelerar el proceso con calentamiento, el fenómeno se llama ahora *termoluminiscencia*²².

La gráfica de la termoluminiscencia contra la temperatura se llama curva luminiscente (glow curve), (figura 11). Conforme la temperatura del material irradiado aumenta se incrementa la probabilidad de liberar a los electrones de las trampas. La intensidad de la luz emitida primero aumenta hasta alcanzar un máximo y después cae a cero. La mayoría de los materiales termoluminiscentes contienen un cierto número de trampas de varios niveles de energía en la banda prohibida, razón por la cual la curva luminiscente puede consistir en varios picos luminiscentes

como se muestra en la figura 11, los diferentes picos corresponden a los diferentes niveles de energía de las trampas.

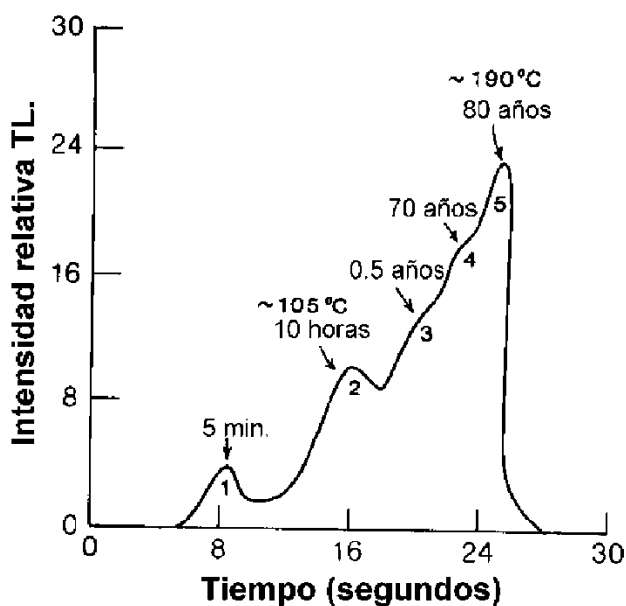


Figura 11. La curva luminiscente obtenida inmediatamente después de haber sido irradiada y muestra los diferentes picos del material TLD-100.

Materiales termoluminiscentes. Los estudios sobre LiF (Fluoruro de Litio) fueron iniciados por Daniels en la Universidad de Wisconsin en 1940. El trabajo de Daniels, interrumpido entre 1956 y 1960 debido a las características poco deseables del LiF para dosimetría, fue reanudado por Cameron, quien concibió un método para la regeneración del LiF e inició la producción comercial de los dosímetros de LiF conocidos como TLD-100, TLD-200, TLD-600 y TLD-700.

Calibración de los cristales. Los dosímetros termoluminiscentes deben ser calibrados antes de ser usados para medir dosis desconocidas. La respuesta del TLD es afectada por su historial previo de irradiación y tratamiento térmico. Los cristales deben ser borrados adecuadamente para remover efectos residuales. Los procedimientos estándar de borrado para TLD-100 son: una hora a 400°C seguido por dos horas a 100°C. El borrado de los picos 1 y 2 de vida media corta se logra con 10 minutos a 100°C posterior a la irradiación o también seleccionando

adecuadamente los intervalos de lectura en el lector de TLD. La curva de repuesta para TLD-100, se muestra en la (figura 12). La curva es generalmente lineal hasta los 10 Gy y más allá de este valor llega a ser supra lineal. Sin embargo, la curva de respuesta depende de las condiciones en las cuales se lleva a cabo la estandarización y la exactitud que se desea alcanzar.

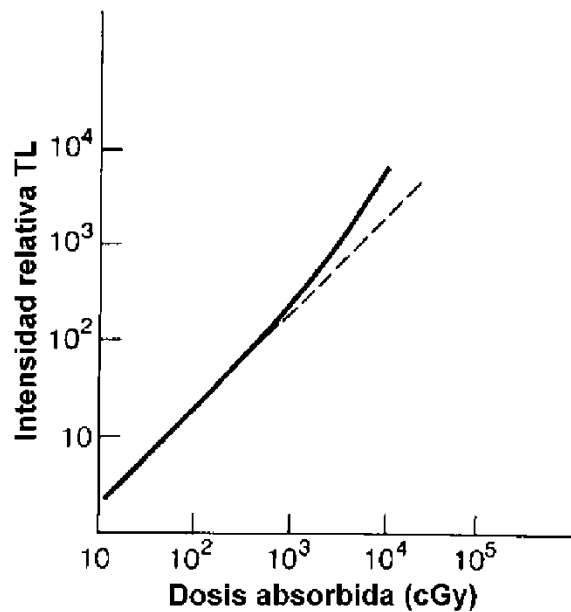


Figura 12. Curva de respuesta para TLD-100.

La respuesta del TLD se define como la termoluminiscencia por unidad de dosis absorbida en el material TL. La respuesta en energías del TLD no es necesariamente lineal para algunas energías, pero en este estudio se considera una respuesta lineal. Para poder hacer la dosimetría con TLD se requiere que el lector TLD sea reproducible en su operación, es decir, que las lecturas de los TLDs para irradiaciones homogéneas sean reproducibles. El equipo que se utiliza para este estudio es un Harshaw con TLD-100 de CICATA Unidad Ligaría (IPN). La calibración de los dosímetros TLD-100 se realiza con un equipo de rayos X con 80kVp, la lectura en nC del lector TLD se convierte a mSv. Para realizar el monitoreo se usa de un porta dosímetros de acrílico donde se colocan los cristales para medir dosis a cristalino, manos, tiroides y cuerpo entero.

5. JUSTIFICACIÓN

El problema de las dosis recibidas no justificadas a los estudiantes de la carrera de estomatología en la práctica de la radiología periapical pediátrica es un problema vigente, pertinente que afecta a los estudiantes con posibles efectos estocásticos a largo plazo.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudiantes de la carrera de estomatología de las diferentes universidades llevan a cabo su práctica clínica con rayos X (RX) sin haber recibido una educación en biología de la radiación y protección radiológica por un especialista en la materia. Esta deficiencia lleva a los estudiantes a practicar la radiología periapical pediátrica como se muestra en la figura 4 con posibles dosis efectivas no justificadas y no hay forma de conocer las dosis recibidas porque ellos no usan dosímetros personales. Esta práctica es realizada durante sus estudios de estomatología y muchos de ellos continúan haciendo su práctica profesional de la misma manera recibiendo dosis no justificadas durante su vida profesional con posibles efectos estocásticos a largo plazo. Medir las dosis efectivas recibidas por los estudiantes permitirá delimitar el problema de las dosis recibidas no justificadas por una práctica de la radiología dental periapical no correcta y comparar con los límites normativos de la exposición del público a radiaciones considerando a los estudiantes como público. Se plantean las siguientes preguntas:

¿Qué dosis de radiación están recibiendo los alumnos de la Licenciatura de Estomatología?

¿Las dosis recibidas por los estudiantes superan los límites de dosis establecidos para público de (1 mSv/año)?

7. OBJETIVO

7.1. Objetivo general

Determinar las dosis efectivas recibidas por estudiantes de la Licenciatura de Estomatología en procedimientos de radiología periapical pediátrica.

7.2 Objetivos específicos

1. Determinar las dosis efectivas a tórax (cuerpo entero), tiroides, cristalino y manos, recibidas por los estudiantes de la Licenciatura de Estomatología en la práctica de la radiología periapical pediátrica usando cristales termoluminiscentes TLD-100.

2. Estimar las dosis efectivas anuales que reciben los estudiantes en base al número de estudios radiológicos que podrían realizar en un año.

3. Comparar las dosis recibidas por los estudiantes con los límites de dosis establecidos para público de 1mSv/ año.

8. HIPÓTESIS

Los estudiantes de la Licenciatura de Estomatología reciben dosis de radiación superiores a las permitidas para el público en general de 1 mSv/año.

9. METODOLOGÍA

Tipo de estudio: se realizó un estudio descriptivo, observacional y transversal en el muestreo de las dosis recibidas por los estudiantes.

Población de estudio: se seleccionó una muestra por conveniencia de 19 alumnos de Licenciatura de Estomatología, durante el Trimestre 19/I turno matutino.

Lugar de estudio: UAM-X, Clínica de Estomatología de Tláhuac y el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaríá (CICATA).

Criterios de selección:

De inclusión: alumnos de la Licenciatura de Estomatología de la UAMX, alumnos que aceptaron participar en el estudio mediante consentimiento informado.

De exclusión: alumnos con problemas de salud y alumnas embarazadas.

Criterios de eliminación: alumnos que abandonen el estudio o que no deseen participar.

El estudio se realizó utilizando un equipo de rayos X Corix 70 Plus-USV-WM, Con especificaciones técnicas de: potencial del tubo 70 KVp, corriente de tubo 8 mA, con tiempos de exposición de 0.03 a 3.00 segundos, el tiempo de exposición utilizado fue de 0.26 a 0.68 segundos que es de acuerdo con el órgano dentario y la posición que ocupa en el maxilar y en la mandíbula. Para medir las dosis se usaron dosímetros TLD-100 (figura 13) y un sistema lector de dosimetría TL Harshaw 5500 de CICATA.

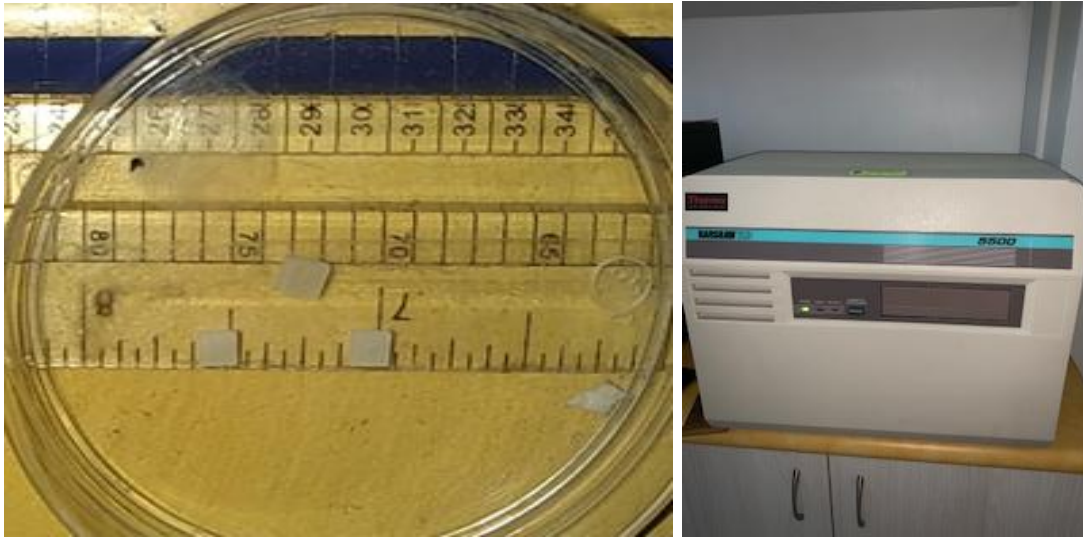


Figura 13. Ilustra los cristales TLD-100 y el Sistema Harshaw 550

La respuesta-lectura del lector TLD a una dosis absorbida de radiación (μGy) a los cristales TL está en unidades de nC, posteriormente se hace la conversión de dosis absorbida (Gy) a dosis efectiva (Sv). La tabla 1 y figuras 14 y 15 muestran las dosis administradas y la respuesta de las lecturas en nC, así como la curva correspondiente.

Tabla 1. Valores de dosis para elaborar las curvas de calibración			
Figura 11		Figura 12	
μGy	nC	nC	μGy
234.6	1.71	3.5	234.6
737	6.63	6.849	737
1593.2	15.07	12.026	1593.2
2300.2	21.27	19.561	2300.2

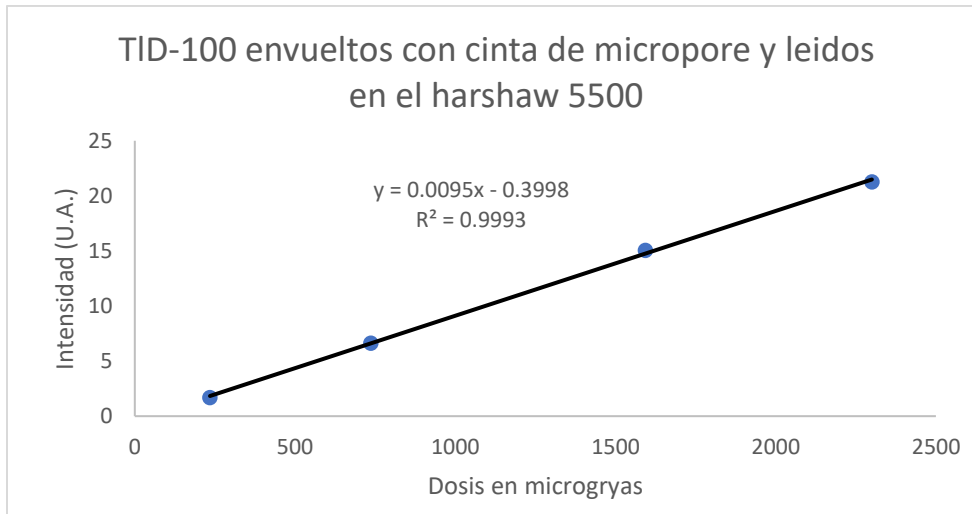


Figura 14. Curva de calibración 1

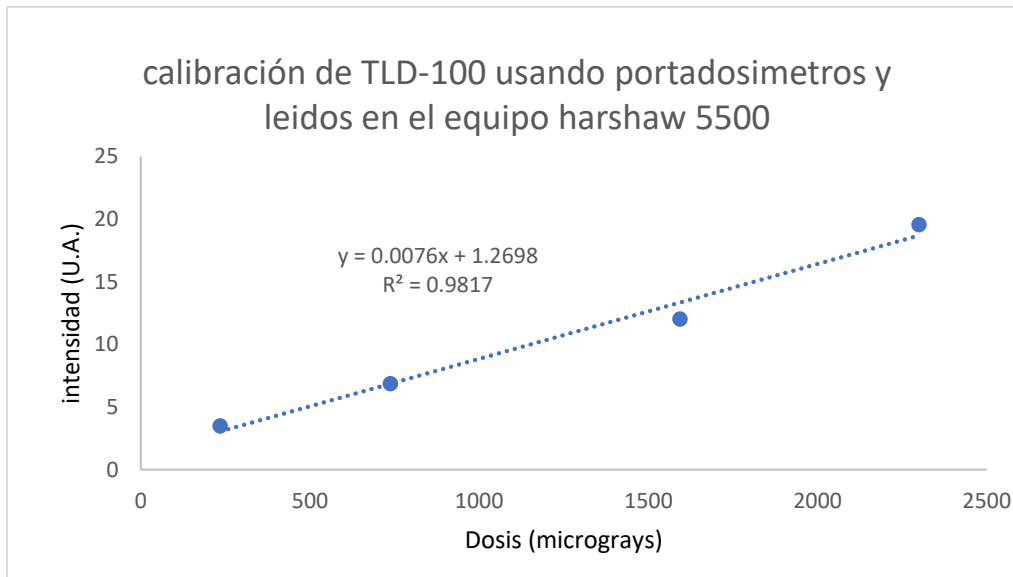


Figura 15. Curva de calibración 2

Las curvas de calibración permiten determinar las dosis recibidas por los estudiantes en mSv para fines de comparación con los límites de dosis. Se colocaron dosímetros TLD-100 durante tres semanas en diferentes partes del cuerpo de los estudiantes participantes como se muestra en la (figura 16).



Figura 16. Muestra los dosímetros colocados en los estudiantes a tórax (cuerpo entero), tiroides, cristalino y manos.

Una vez expuestos los dosímetros se llevaron al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaría (CICATA) para su evaluación y determinación de las dosis. La figura 17 muestra los porta-cristales (dosímetros) usados en el estudio.

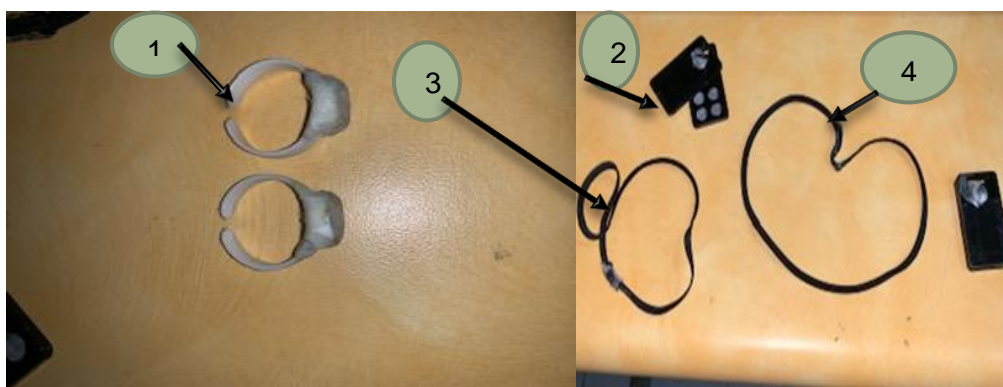


Figura 17. Porta dosímetros, donde cada uno tiene dos cristales TL.

Con las dosis medidas se elabora una base de datos y se procesa con el paquete estadístico SPSS 22.

10. RESULTADOS

Los resultados se muestran en la tabla 2 donde las dosis recibidas están en mSv y los diferentes puntos de medición.

Tabla 2. Base de datos de la dosis promedio (mSv) recibido por alumnos.						
ALUMNO	TORAX	TIROIDES	CRISTALINO D	CRISTALINO I	MANO IZQ	MANO DER
1	3.7	4.5	6.7	6.4	13.4	12.8
2	4.3	4.3	5.8	6	9.2	10.3
3	4.9	4.6	5.1	7.3	15.9	14.7
4	4.1	4.3	6.4	7.2	11.7	11.6
5	4.9	4.8	6.8	6.5	13.6	13
6	3.2	3.9	5.8	6.1	11.9	10.4
7	4.5	5.2	5	7.6	16.4	14.1
8	5	4.8	6.1	6.9	11.3	11.2
9	3.1	3.6	7.2	7	14.4	13.7
10	3.9	3.8	5.7	6	9.7	9.3
11	5.1	3.9	4.7	7.3	15.7	15.5
12	3.5	4.7	6.4	7.2	11.7	11.6
13	3.2	3.8	6.5	6.3	13.2	12.7
14	2.8	3.7	5.8	6.1	9.8	10.4
15	3.4	3.4	4.5	4.6	15.6	19.9
16	4	4.8	6.4	7.2	11.8	11.7
17	3.1	3.7	5.9	5.1	10.6	8.3
18	2.9	4.4	6.7	7.3	15.7	15.1
19	4.7	5.2	6.3	7.1	11.6	11.5

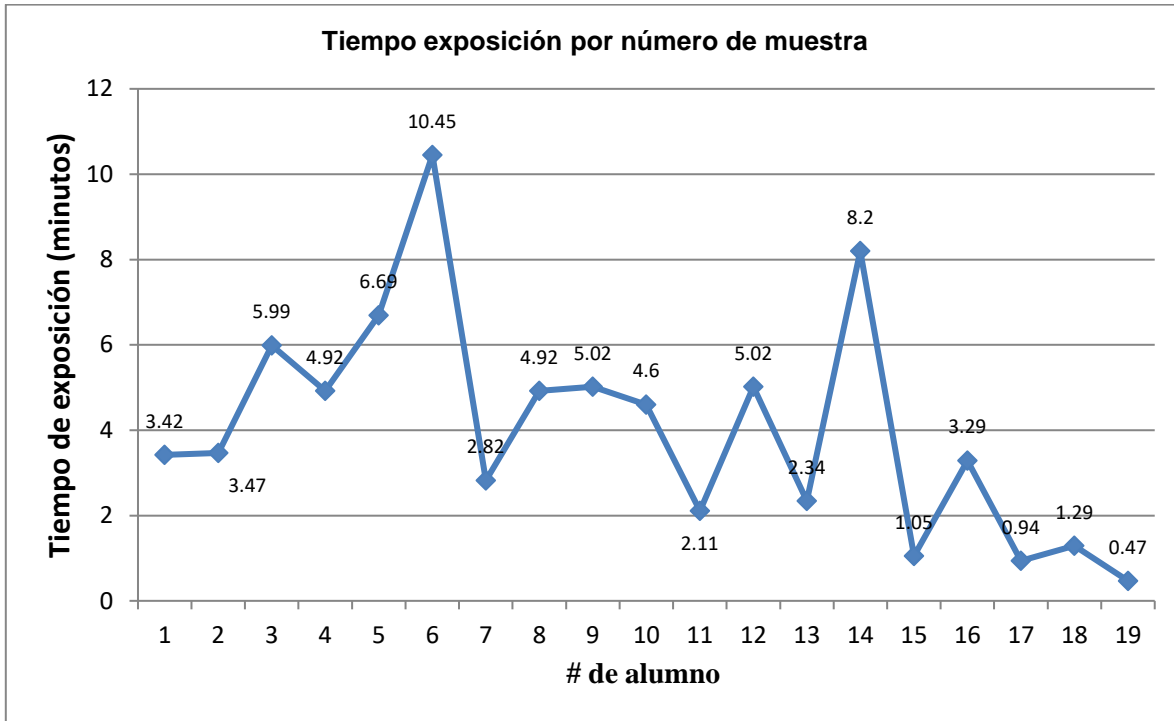
En la tabla 3, se aprecia el número de radiografías tomadas por cada alumno, por 3 semanas, número de radiografías tomadas durante el trimestre y por año. Las especificaciones técnicas del aparato de RX es de 8mA y 70Kv, lo que varió fue el tiempo de exposición, siendo más elevado en los alumnos que tomaron más radiografías.

Tabla. 3.- Tiempo de exposición, número de radiografías tomadas por los 19 alumnos durante las tres semanas con los dosímetros colocados y un estimativo de toma de radiografías durante el trimestre y un año.

A	T Exposición	RX/3 Semana	RX Trimestre	RX Año
1	3.42	9	33	99
2	3.47	8	29.3	88
3	5.99	17	62.3	187
4	4.92	12	44	132
5	6.69	15	55	165
6	10.45	27	99	297
7	2.82	6	22	66
8	4.92	12	44	172
9	5.02	14	51.3	154
10	4.60	10	36.6	110
11	2.11	5	18.3	55
12	5.02	14	51.3	154
13	2.34	6	22	66
14	8.20	20	73.3	220
15	1.05	3	11	33
16	3.29	7	25.6	77
17	0.94	2	7.3	22
18	1.29	3	11	33
19	0.47	3	11	33
		193	707.3	2163

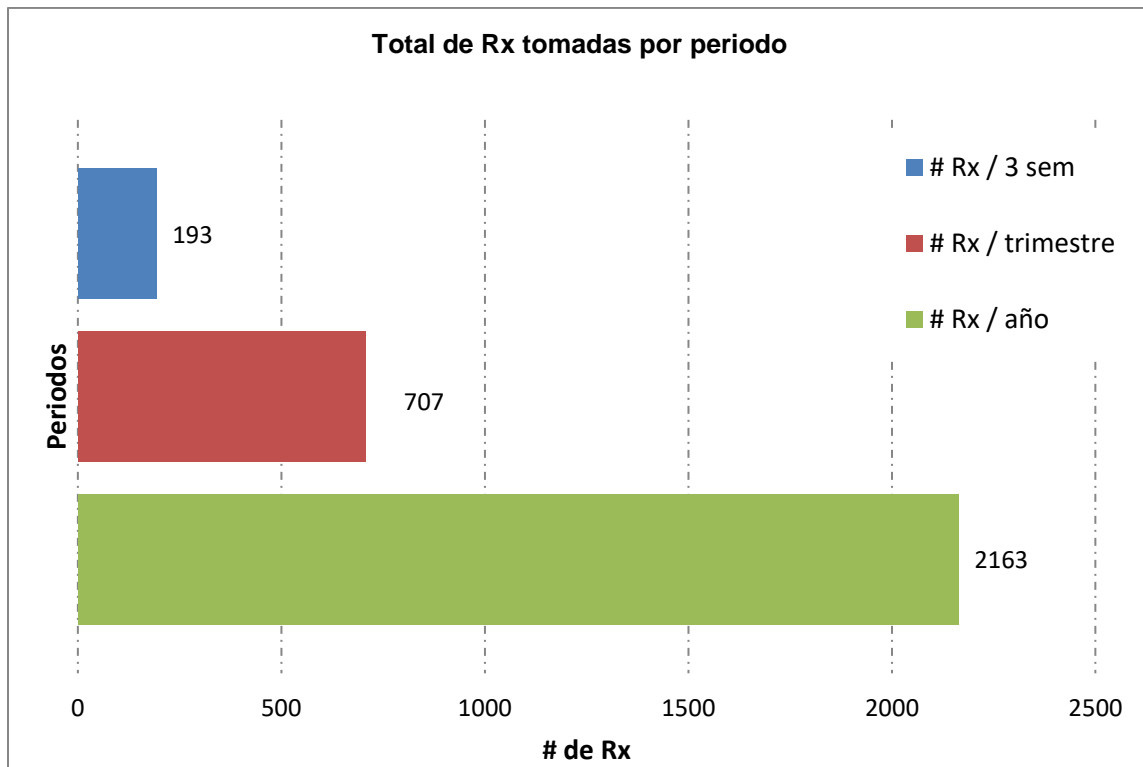
Los resultados de la tabla 3 se refieren al número de radiografías tomadas por los alumnos por tres semanas en las que utilizaron los dosímetros, se hizo un estimativo de radiografías tomadas por un trimestre y por un año, se tomó en cuenta el tiempo de exposición y las especificaciones técnicas del aparato de RX que fueron: 8 mA y 70 Kv.

Las siguientes gráficas relacionan el tiempo de exposición con la dosis de radiación y radiografías tomadas.



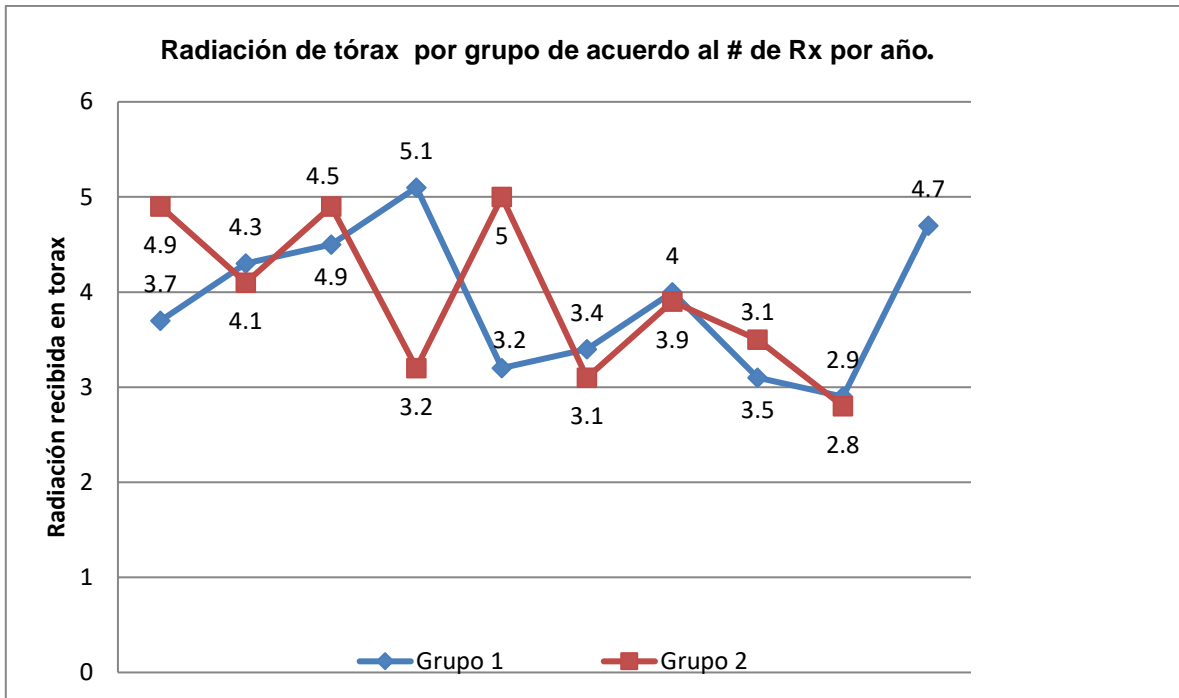
Gráfica 1.- Tiempo de exposición a las dosis de radiación de los alumnos de estudio.

En la gráfica 1 se relaciona el tiempo de exposición por el número de muestra, donde el tiempo de exposición va de acuerdo con el número de radiografías tomadas y el órgano dentario a valorar, si es en el maxilar superior o inferior. El mayor tiempo de exposición obtenido fue de 10.45 minutos y el mínimo de 0.47 minutos, donde la media fue de 4.05 y una desviación estándar de 2.60.



Gráfica 2.- Número de radiografías tomadas en 3 semanas, un trimestre y un año

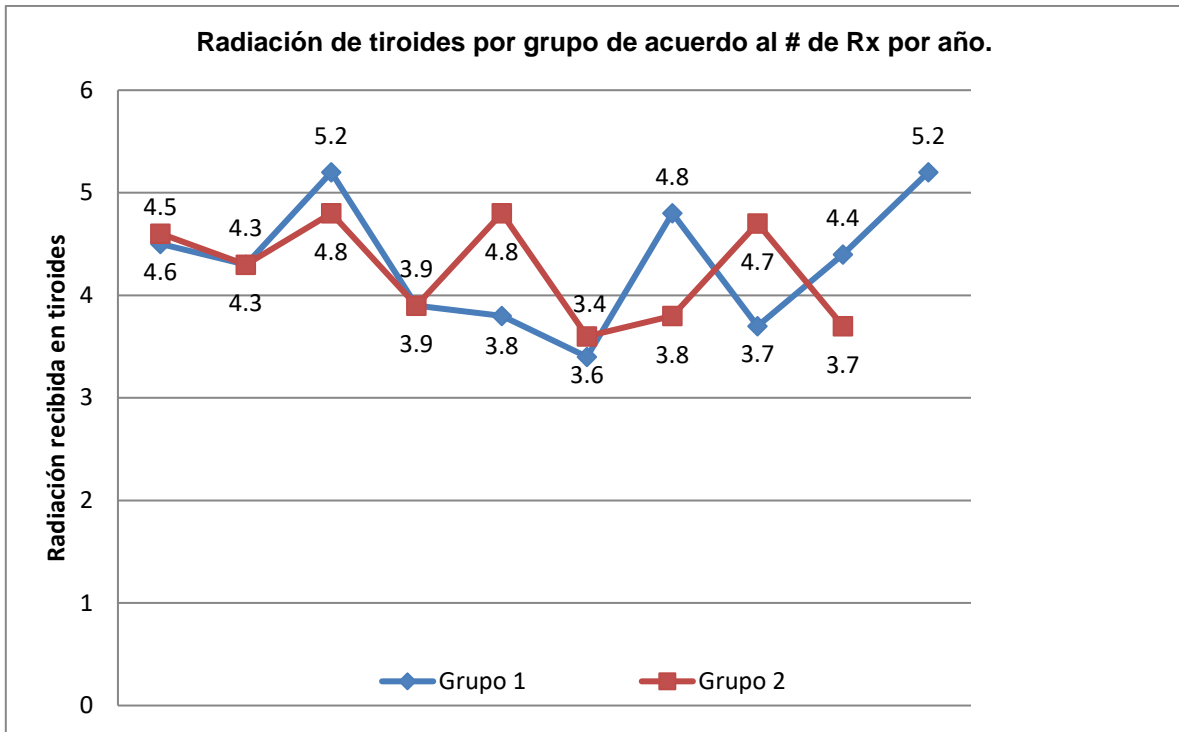
En la gráfica 2, se muestra el número de radiografías tomadas: en tres semanas fueron 193, en un trimestre se realizó un estimativo obteniéndose 707 y en un año serían 2163 radiografías que serían tomadas por ese grupo de estudiantes.



Gráfica 3.- Radiación del tórax en los grupos expuestos 1 y 2 con 22 a 99 radiografías en el grupo 1 y el grupo 2 ≥ 100 radiografías.

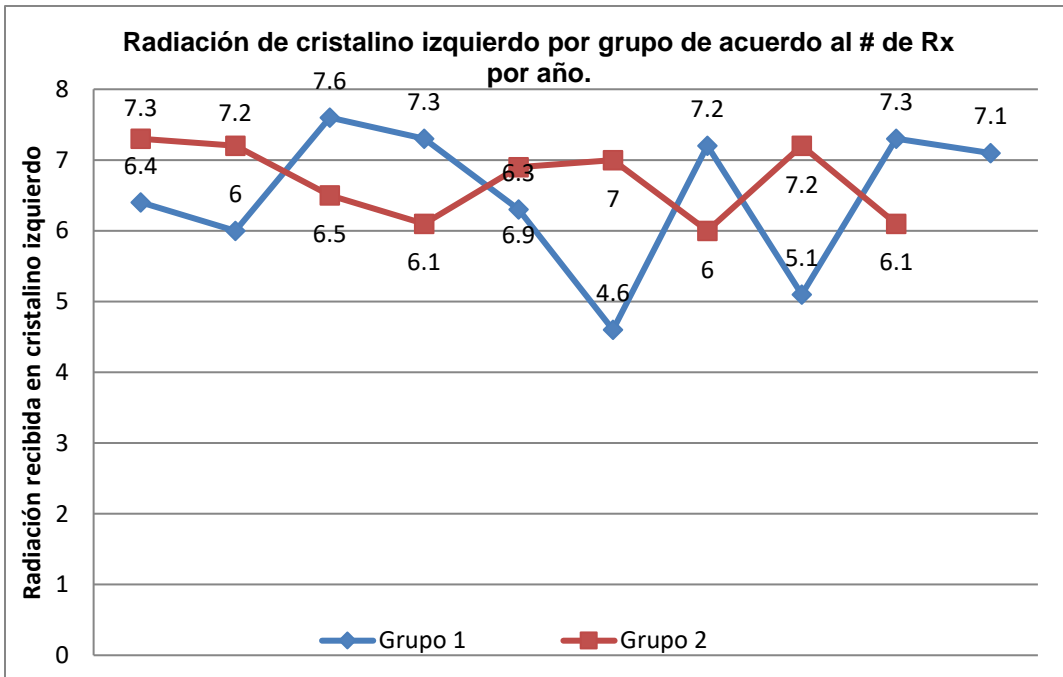
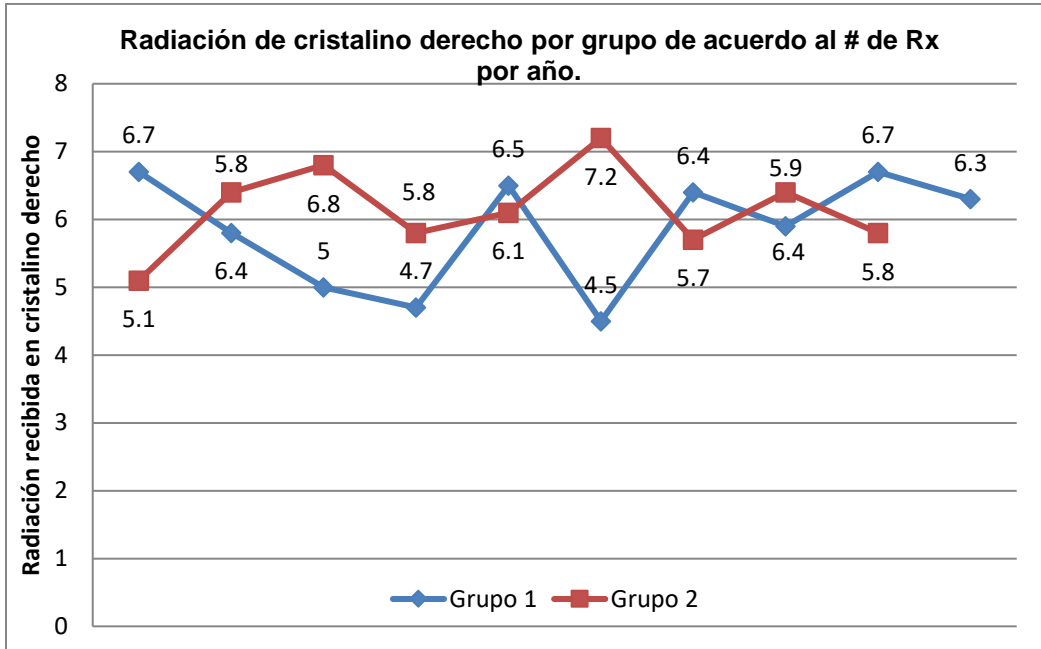
La Gráfica 3 muestra la exposición de los alumnos en tórax agrupados en dos grupos de acuerdo con el número de radiografías tomadas donde el grupo 1 tomó de 22 a 99 RX y el grupo 2 tomó ≥ 100 RX.

Las dosis efectivas reportadas en este sitio son las más bajas, en comparación con las reportadas en los otros y no existe en algunos alumnos una relación de dosis con el número de radiografías.

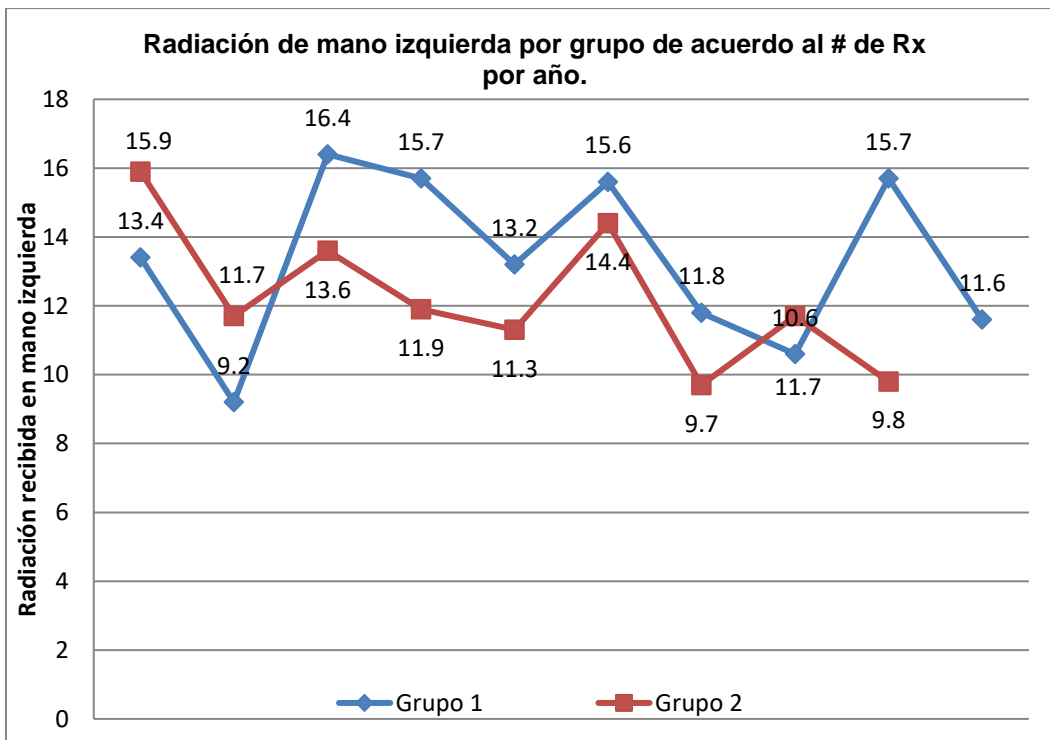
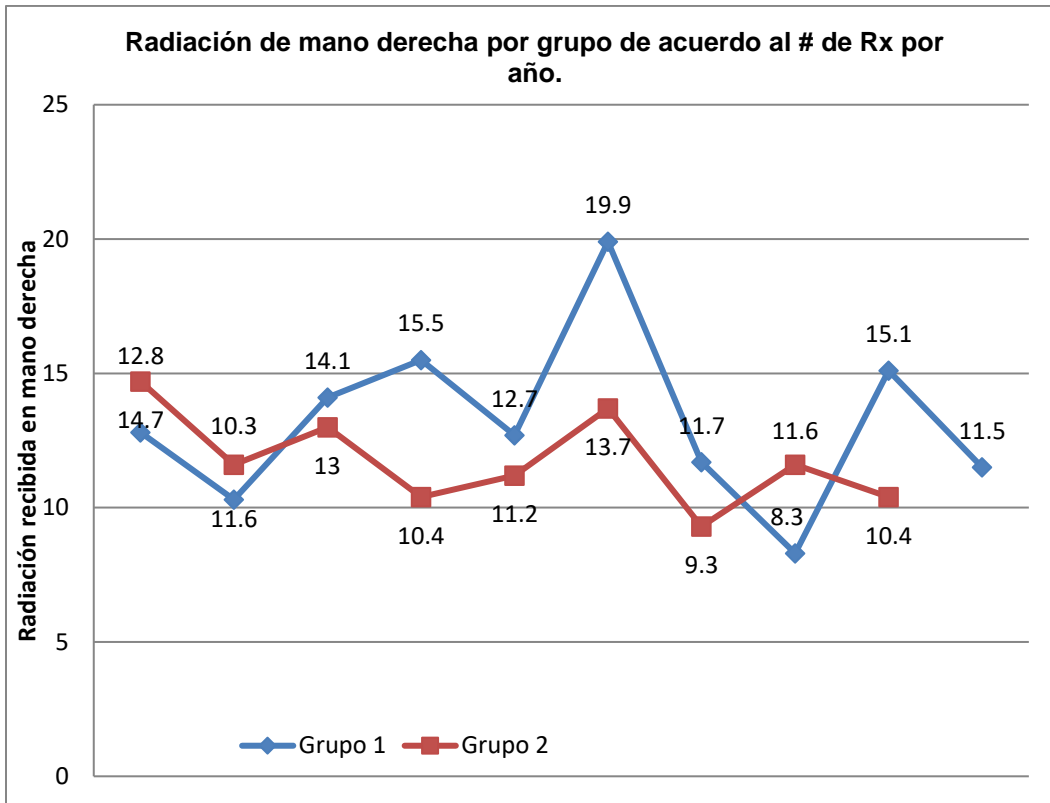


Gráfica 4.- Radiación de tiroides en los grupos expuestos 1 y 2 con 22 a 99 radiografías en el grupo 1 y el grupo 2 \geq 100 radiografías.

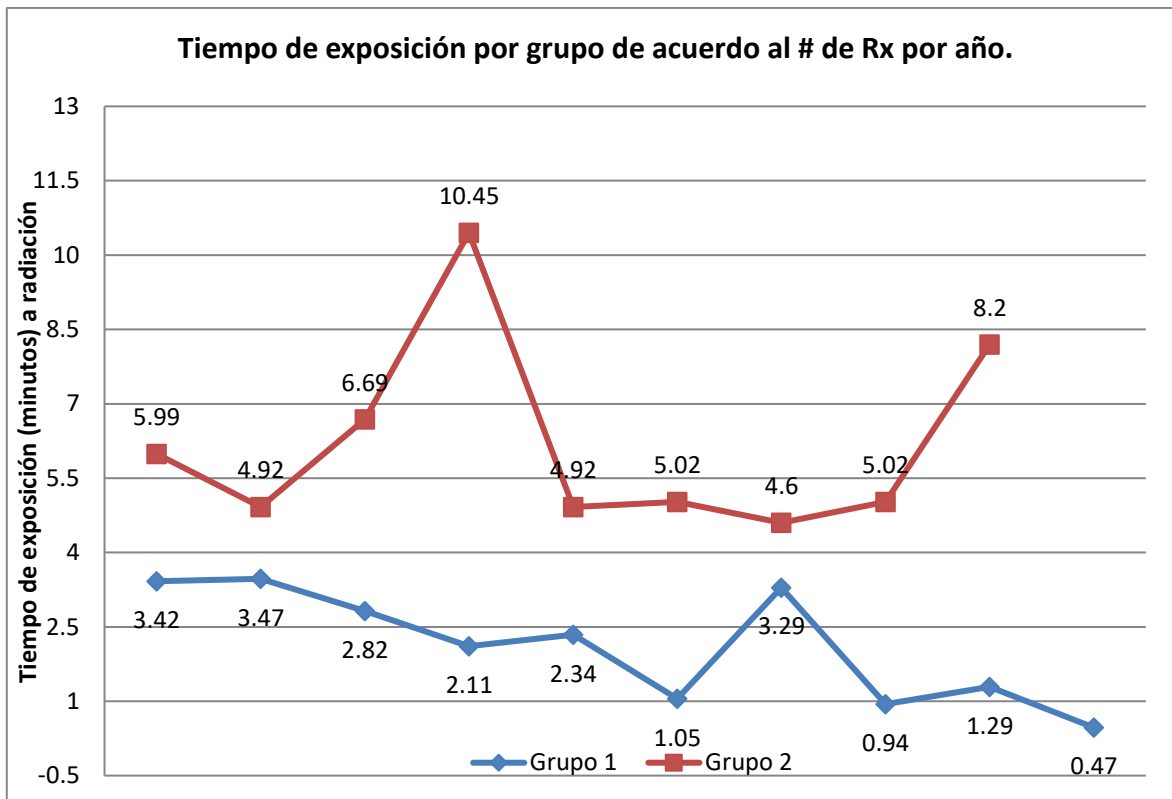
Las dosis en tiroides son un poco más altas que en Tórax siendo las dos más altas en los alumnos que tomaron menos radiografías, pertenecientes al grupo dos lo cual un alumno tomó 33 y el otro 66.



Gráfica 5 y 6.- Radiación de cristalino izquierdo en los grupos expuestos 1 y 2 con 22 a 99 radiografías en el grupo 1 y el grupo 2 \geq 100 radiografías.



Gráfica 7 y 8.- Radiación de mano derecha e izquierda en los grupos expuestos 1 y 2 con 22 a 99 radiografías en el grupo 1 y el grupo 2 \geq 100 radiografías.



Gráfica 9.- Tiempo de exposición en minutos en los grupos expuestos 1 y 2 por número de radiografías al año.

Gráficas 5 y 6.- Radiación de cristalino derecho e izquierdo en los grupos expuestos 1 y 2 con 22 a 99 radiografías en el grupo 1 y el grupo 2 \geq de 100 radiografías, se encontró que las dosis en el cristalino izquierdo fueron más altas, sólo que la más alta la tuvo un estudiante del grupo uno con menos de 100 radiografías.

Gráficas 7 y 8.- Radiación de mano derecha e izquierda en los grupos expuestos 1 y 2 con 22 a 99 radiografías en el grupo 1 y el grupo 2 \geq 100 radiografías. Ocurre una situación similar que, con el cristalino izquierdo, la dosis más alta en la mano izquierda se la lleva un estudiante que tuvo menos de 100 radiografías.

Gráfica 9.- Muestra el tiempo de exposición en los grupos expuestos 1 y 2 por número de radiografías al año, se encontró lo siguiente:

El tiempo de exposición más alto fue de 10.45 en el grupo 2 y el más bajo fue de 4.6, obteniéndose una media de 6.20.

En el grupo 1 el tiempo de exposición más elevado fue de 3.47 y el más bajo de 0.47, con una media de 2.12. Lo que significa que existe una relación proporcional del tiempo de exposición con el número de radiografías tomadas.

Tabla 4. Resultados de las dosis efectivas totales.

Resultados de las dosis totales efectivas medidas en 19 alumnos de la carrera de Estomatología durante la toma de radiografías dentoalveolares pediátricas.				
Dosis medida en:	Dosis media (mSv)	$\bar{x} \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ 95% IC \pm	Dosis/ radiografía (mSv)	Dosis anual (mSv)
Tórax (cuerpo entero)	3.9	0.39	0.3	37.1
Tiroides	4.3	0.20	0.4	40.6
Cristalino Derecho	6.0	0.39	0.5	56.8
Cristalino Izquierdo	6.6	0.39	0.6	62.5
Mano Izquierda	12.8	0.98	1.1	121.4
Mano Derecha	12.5	1.18	1.1	118.7

La tabla 4 concentra los resultados totales de las dosis efectivas de los 19 alumnos, dosis media (mSv), el intervalo de confianza, dosis por radiografía y la dosis anual calculada en mSv, radiografías por alumno y el número de radiografías anuales estimadas por alumno.

Cada estudiante tomó un promedio de 11.6 radiografías durante el periodo del estudio y radiografías anuales estimadas por alumno fue de 110.

11. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio señalan que la dosis efectiva estimada para una exposición anual en estudiantes de odontología, que practican la toma de radiografías dentales, se encuentra por encima del estándar permisible para la exposición del público en general (1 mSv/año). La mayor cantidad de dosis efectiva acumulada se registró en la mano izquierda (121.4 mSv), seguido de la mano derecha (118.4 mSv), lo cual pudiera ser explicado por la incidencia directa del haz de rayos X por la sujeción manual intraoral de la película radiográfica adyacente al órgano dentario blanco (tabla 4). En contraste, la menor dosis recibida se registró en el tórax (37.1 mSv), que, a pesar de ser el área más alejada de la región de cabeza y cuello, y en consideración de las demás zonas evaluadas, también superó el límite permitido. De igual forma se observó una disminución de la radiación recibida en tiroides y cristalino en comparación con las manos, pero aun así es considerado superior al valor de referencia.

Las cifras reportadas son incluso superiores a lo permitido para el personal ocupacionalmente expuesto (POE), que es de 20 mSv/5 años, y también supera la dosis permitida a cristalino (15 mSv), piel (50 mSv), manos y pies (500 mSv)³⁰. Es por esto que a los alumnos practicantes se les considera como POE, lo cual incrementa la probabilidad de sufrir efectos estocásticos como consecuencia de la sobreexposición demostrada a radiaciones ionizantes.

En similitud con el presente estudio, diferentes investigaciones han reportado la dosis efectiva equivalente en relación con un determinado número de disparos efectuados y el tiempo de exposición durante la práctica de enseñanza impartida para la toma de radiografías intraorales. Loya y cols., (2016) reportan que estudiantes en entrenamiento en los que se evaluó la dosis efectiva de cuerpo completo recibieron 28.41 ± 0.11 mSv, lo que corresponde a una cifra casi 29 veces mayor a los límites para público²⁹. Aun así, esto es menor a lo reportado en nuestro estudio, donde la dosis media de cuerpo entero (tórax) fue de 37.1 mSv, lo que indica que los estudiantes participantes mantuvieron una alta exposición a rayos X.

En un estudio realizado en México por Ceceña-Bonifant y cols., (2015) en una clínica especializada de endodoncia, se evaluó la dosis recibida en cuerpo entero de diez individuos capacitados para la obtención de radiografías intraorales, donde ocho de ellos registraron un valor mayor de 1 mSv, con la cifra más alta reportada de 1.42 mSv, por lo que solo dos individuos se encontraron fuera del riesgo de daño al organismo debido a radiaciones ionizantes³¹. Asimismo, en nuestro estudio los valores registrados de dosis efectiva en esta región anatómica resultaron ser superiores.

En otra investigación realizada por Kim y cols. (2016), donde se evaluó la exposición de 456 profesionales a través de procedimientos de toma de radiografías panorámicas y dentales principalmente, se obtuvo como resultado de dosis de radiación anual efectiva 0.17 mSv, y una dosis efectiva acumulada de 0.95 mSv, consideradas de bajo riesgo. Esto fue debido a que se emplearon mandiles de plomo, a diferencia de nuestro estudio donde los estudiantes usaron en menos medida esta protección, reflejado en las cifras más altas de dosis acumulada en todas las regiones anatómicas evaluadas³².

En relación con las radiografías tomadas (tabla 3), el tiempo de exposición, y la dosis efectiva (gráfica 1 - 9), se encontraron diferencias entre los grupos de alumnos 1 (22-99 radiografías tomadas) y 2 (≥ 100 radiografías tomadas), pero no se observó una correlación lineal de la cantidad de radiografías tomadas y las dosis de radiación recibidas. Esto se debe a que algunos estudiantes tomaron otras radiografías que no reportaron, de igual forma apoyaron a otros compañeros en esta práctica, pero los dosímetros sí registraron las dosis recibidas. De forma contraria, algunos alumnos que tomaron más radiografías que otros registran dosis más bajas, lo que se pudiera explicar por el uso de las medidas de protección durante la toma de radiografías, o por el apoyo de otros compañeros para la obtención de estas.

Las gráficas muestran la relación del tiempo de exposición con las dosis de radiación recibidas y el número de radiografías tomadas en tres semanas, un trimestre y el estimativo de un año. De acuerdo con estos resultados, el tiempo de exposición juega un papel muy importante y es directamente proporcional con las

dosis recibidas. Así lo demuestra otro estudio en donde se emplearon 30 dosímetros para evaluar la radiación registrada en diferentes tiempos de exposición de 8, 30, 45 y 60 minutos, y los resultados en dosis equivalente en mSv fueron de 0.69 mSv, 2.60 mSv, 3.90 mSv, y 5.20 mSv respectivamente, lo cual muestra una relación directamente proporcional de tiempo de exposición y dosis efectiva³³. Estos valores fueron menores a lo reportado en nuestro estudio, esto debido a que los estudiantes no siguieron de forma estricta los protocolos de protección en tomas de radiografías, donde se obtuvo una dosis de 37.1 mSv en tórax en una media de exposición de 4.05 minutos, la menor registrada en todo el cuerpo de los participantes.

Es importante destacar que ante una exposición por la obtención de una radiografía intraoral se recibe una dosis de radiación de 7 mGy, en donde el 25% de las radiografías tomadas en México son de este tipo. En algunos casos estos niveles se excedieron a ($10,6 \pm 0,7$ mGy y $9,2 \pm 1,4$ mGy) para molares izquierdo y derecho respectivamente, puede suceder en sistemas radiológicos convencionales que utilizan películas reveladas en forma manual o automática, cifra que supera lo establecido en las normas oficiales mexicanas³⁴⁻³⁵. De igual forma, estos resultados coinciden con lo registrado en nuestro estudio.

Uno de los factores determinantes para la sobreexposición verificada en la presente investigación y en el resto de los artículos analizados, es la falta de uso adecuado del equipo de protección y monitoreo de radiaciones ionizantes en personal dedicado a la obtención de los estudios radiográficos (titulares y auxiliares), así como de los individuos que reciben la atención médica especializada.

En un estudio realizado en Ecuador, donde se investigó la exposición a través de un programa de protección radiológica de un Servicio de Radiodiagnóstico Odontológico en laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante, se reporta que un alto número de profesionales no respetaron las normas de la prevención y control de la exposición a los rayos X³⁶. Esto coincide con lo observado en el desarrollo de esta investigación, donde la mayoría de los alumnos de odontología incumplen con el uso apropiado de las barreras necesarias para la toma de radiografías, lo cual produce un aumento de dosis efectiva acumulada.

A diferencia de lo anteriormente reportado, en otro estudio realizado en India en el estado de Karnataka en catorce colegios dentales, el personal de radiología evaluado mostró dosis acumuladas en un nivel aceptable de 1.50 mSv por año³⁵.

Con la finalidad de regular la exposición del POE a las radiaciones ionizantes producto de los análisis radiográficos de diagnóstico, se han implementado diferentes normativas a nivel global que establecen los lineamientos necesarios para la protección de los individuos involucrados en el proceso de obtención de estas imágenes, con la finalidad de reducir al mínimo las dosis absorbidas acumuladas en un periodo determinado y ante un tipo de estudio imagenológico específico.

La Comisión Internacional de Energía Nuclear creó tres principios que son directrices para proteger de la radiación ionizante los cuales son: 1) justificación, es un análisis del riesgo- beneficio del POE, que significa si una práctica radiológica sería de gran utilidad para los fines deseados; 2) optimización, que implica mantener el nivel de radiación lo más bajo posible, siguiendo el principio de ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) sin perder la calidad de la imagen; 3) la limitación de la dosis anual, esto es, que no pase los límites de dosis establecidas por las normas de regulación³⁷.

De igual forma, se deben aplicar los principios de protección como: 1) el tiempo de exposición, 2) la distancia, que implica estar lejos de la fuente de radiación y 3) el blindaje, que significa el uso de barreras de protección como: mandil de plomo, lentes plomados y collar tiroideo^{37,38}.

Es por ello la importancia de emplear los dosímetros para confirmar si se está cumpliendo con la normatividad y verificar que no se encuentren en riesgo tanto pacientes como POE, en base al adecuado uso de las medidas de protección³⁹.

Las limitantes de este estudio se enfocan en la falta de control de los factores de confusión identificados durante las prácticas realizadas por los alumnos participantes para la obtención de las imágenes radiográficas, específicamente en el registro de uso de las barreras de protección y el número de sujetos involucrados

en la toma de una radiografía, donde los niveles registrados en los dosímetros se incrementan por una exposición no necesaria y que pudiera ser prevenible.

Además, debido a las condiciones intrínsecas de la pandemia por COVID-19, no resultó posible aumentar la muestra y con ello el número de evaluaciones en diferentes espacios de atención odontológica para corroborar lo evidenciado en la presente investigación. Por ello, esto abre la posibilidad de efectuar estudios posteriores que, en similitud con lo efectuado, puedan complementar lo reportado en la presente investigación.

12. CONCLUSIONES

Las dosis efectivas de los alumnos superaron la dosis límite establecida en la legislación mexicana.

Los límites anuales equivalentes de dosis para individuos del público para efectos estocásticos son de 5 mSv y para efectos determinísticos es de 50 mSv, este último aplica al grupo de población que está ocupacionalmente expuesto.

Analizando el proceso de cómo los alumnos tomaron las radiografías, se concluye que hubo ausencia de las medidas y aditamentos para protegerse de la radiación ionizante, esto explica que las dosis efectivas superaran las dosis permitidas para todo público.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADA. Radiografía Dental [internet] American Dental Association; 2020. Disponible en: <https://www.mouthhealthy.org/es-MX/az-topics/x/x-rays>.
2. Gaona E. Física de la radiología y seguridad radiológica, Ciudad de México: Distribuidora y Editora Mexicana; 2006.
3. Surco VJ, Ferrel IW. Rayos X en Odontología Pediátrica. Rev Act Clin Med. 2013; 38(38):1869-75.
4. Gordan VV, Riley JL, De Carvalho RM, Snyder J, Sanderson JL, Anderson M, Gilbert GH; DPBRN Collaborative Group. Methods used by dental practice-based research network dentists to diagnose dental caries. Tex Dent J. 2013; 130(4): 321-32.
5. Jaring J I, Jansen L. Radiología Dental. Principios y Técnicas. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2006.
6. Court AK, Martínez JC. Técnicas de localización radiográfica en endodoncia. Acta Odontol Venezolana. 2012; 50(4):1-7.
7. Tewary S, Luzzo J, Hartwell G. Endodontic radiography: ¿who is reading the digital radiograph?. J Endod. 2011; 37(7): 919-21.
8. Plan de Estudios de la Lic. en Estomatología. México: UAMX. www.xoc.uam.mx
9. NORMA Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012, Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante. Secretaría de Salud. Diario oficial. Octubre 2012. <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-012.pdf>

10. Ros LH, Navarro Y, Rambla T. La enseñanza en Radiología: un nuevo método para planificar y evaluar por competencias. *Rev Argent Radiol.* 2017;81(4): 279-84.
11. Berná JD, Rey E, Méndez JM. Una web para la docencia de la asignatura de radiología especial. España: Universidad de Murcia; 2013.
12. Ubeda C, Nocetti D, Inzulza A, Oyarzún C, Alarcón R. Magnitudes y unidades para dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto en radiodiagnóstico e intervencionismo. *Rev Chil Radiol.* 2018; 24(1): 5-11.
13. Nejaim Y, Vasconcelos K, Roque GD, Meneses A, Bóscolo F N, Haiter F. Racionalización de la dosis de radiación. *Rev Estomatol Herediana.* 2015; 25(3): 238-45.
14. Goodhead DT. New radiobiological, radiation risk and radiation protection paradigms. *Mutat Res.* 2010;1:687(1-2): 13-16.
15. Arias CF. La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Rev Panam Salud Pública.* 2006; 20(2/3): 188-97.
16. Preciado M, Luna V. Medidas Básicas de Protección Radiológica. *Cancerología.* 2010; 5: 25-30.
17. Fuentes L, Felipe S, Valencia V. Efectos biológicos de los Rayo-X en la práctica de estomatología. *Rev Hab de Cie Méd.* 2015; 14(3): 337-47.
18. Okano T, Sur J. Radiation dose and protection in dentistry. *Jap Dent Sci Rev.* 2010; 46: 112-21.

19. Ubeda C, Nocetti D, Aragón M. Safety and radiological protection in dental imaging procedures. *Int J Odontostomat*. 2018; 12(3): 246-51.
20. ICRP, Sociedad Española de Protección Radiológica. Publicación 103: Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. *Ann ICRP* 2007; (3): 46-8.
21. EC, European Commission. Medical Radiation Exposure of the European Population. 2014. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/content/rp-180-medical-radiation-exposure-european-population-part-1-part-2_es
22. Gaona E. Análisis de dosis absorbida en cristales termoluminiscentes expuestos a haces de rayos X y de electrones de alta energía [Tesis de Maestría]. Ciudad de México: Universidad nacional Autónoma de México; 1998.
23. Gaona E. Física de la radiología y seguridad radiológica. Ciudad de México: Distribuidora y Editora Mexicana; 2004.
24. Andisco D, Blanco S, Buzzi A.E. Dosimetría en radiología. *Rev Argent Radiol*. 2014; 78(2): 114-7.
25. ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann. ICRP* 21 (1-3). Disponible en: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=icrp%20publication%2060>
26. Farris K, Spelic D. Nationwide Evaluation of X-Ray Trends: Highlights of the 2014-15 NEXT Dental Survey. Proceedings of the 47th National Conference on Radiation Control. CRCPD Publication: E-15-4, August 2015.
27. Naserpour F, Hassanpour N, Panahi F, Karami V, Gholami M. An Estimate of Radiation Dose to the Lens of the Eyes, Parotid Gland, and Thyroid Gland in Dental Panoramic Radiography. *Iran J Med Phys* 2019; 16: 425-9.

28. Jodar S, Alcaraz M, Martínez-Beneyto Y, Pérez L, Velasco E, López M. Manejo de las radiaciones ionizantes en instalaciones dentales españolas: intraorales y panorámicos. *Av Odontoestomatol* 2005; 21(1): 361-70.
29. Loya M, Sanín LH, González PR, Ávila O, Duarte R, Ojeda SL, Montero-Cabrera ME. Measurements of radiation exposure of dentistry students during their radiological training using thermoluminescent dosimetry. *Appl Radiat Isot.* 2016; 107: 234-8.
30. IAEA Annual Report for 2014 [Internet]. IAEA Organismo Internacional de Energía Atómica. 2021 [citado 19 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/publications/reports/annual-report-2014>
31. Ceceña A, Serrano V, Lara A, Castro G Y, Ayala A del R. Exposición a radiación ionizante en una clínica universitaria de endodoncia. *Rev Tamé.* 2015; 3(9) 304-7.
32. Kim YJ, Cha ES, Lee WJ. Occupational radiation procedures and doses in South Korean dentists. *Community Dent and Oral Epidemiol.* 2016; 44(5): 476-84.
33. Cruz E, Aponte DF. Lectura de dosímetro TLD en el contexto de la protección radiológica. *Rev Invest.* 2011; 5(10): 28-39.
34. Aquino MC, Avilés P, Romero MR, Bojorge J, Ramírez VP. Cuantificación de la dosis absorbida por medio de dosimetría termoluminiscente en radiología dental. *Rev Odont Mex.* 2010; 14(4): 231-6.
35. Azorín C, Azorín J, Aguirre F, Rivera T. Dose measurements in intraoral radiography using thermoluminescent dosimeters. *J Physics: Conference Series.* 2015; 582(1):1-4.

36. Vázquez Sandra, Villacis William. Implementación de un Programa de Protección Radiológica en laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante y en el Servicio de Radiodiagnóstico Odontológico de la
37. Escuela Politécnica Nacional. Rev Poli 2019 [Fecha de acceso, el 05 de noviembre de 2021]; 43(1): 51-60. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292019000200051&lng=es&tlng=es.
38. International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection in Medicine. Ann ICRP 2007; 37(6): Disponible en: https://www.icrp.org/docs/else_icrp_2006_catalogue_final.pdf
39. Reddy SS, Rakesh N, Chauhan P, Clint JB, Sharma S. Is dosimetry still a necessity in current dental practice? J Radiol Prot. 2015; 35(4): 911-6.
40. NORMA Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X. DOF: 15/09/2006. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4931612&fecha=15/09/2006

14. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
SECRETARÍA DE EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN



Otorga la presente

Constancia

A **GUADALUPE ROBLES PINTO**

POR SU PARTICIPACIÓN CON EL TRABAJO:
**“ERRORES MÁS COMUNES EN EL PROCESAMIENTO DE RADIOGRAFÍAS
DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE LA UAMX”**

PRESENTADO EN LA EXPOSICIÓN DE CARTELES EN EL MARCO DEL
**CONGRESO NACIONAL E INTERNACIONAL
DE SALUD PÚBLICA BUCAL 2019**

Coautores:

ENRIQUE GAONA, LORENA LÓPEZ, NELLY MOLINA,
ENRIQUE CASTAÑEDA, DENISSE DÚRÁN

Atentamente

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Ciudad Universitaria, CD MX, 7 y 8 de marzo de 2019




Dra. Elba Rosa Leyva Huerta
Directora
Facultad de Odontología, UNAM


Lic. Lucelly Montaña Ruiz
Secretaría de Extensión y
Vinculación

ISSSD 2019



The Mexican Society of Irradiation and Dosimetry

CERTIFIES THAT

***Guadalupe Robles Pinto, Enrique Gaona,
Nelly Molina-Frechero, Teodoro Rivera Montalvo,
Armando Lara-Camilo, Enrique Castañeda Castaneira,
Jesús Gabriel Franco Enriquez
& Lorena López González***

Presented the paper Effective dose measurements in dentistry students by X-ray scattering during children periapical dental radiography during the XIX International Symposium on Solid State Dosimetry held, from October 7th to 11th, 2019 at Zacatecas, Zac., México.

Dr. Hector R. Vega-Carrillo
Scientific committee chairperson



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



Constancia

Que otorga la
**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**
a través del Departamento
de Educación Continua

a *Guadalupe Robles Pinto*

Por la presentación del Cartel: **Desinfección del paquetero radiográfico por un grupo de alumnos de la UAMX**, durante el **XIII Encuentro Internacional de Producción de Servicios en Ciencias de la Salud. XI Encuentro Internacional de Investigación Odontológica**, el día 6 de noviembre del año en curso, llevado a cabo en línea vía Zoom, organizado por la Carrera de Cirujano Dentista de esta Facultad.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Ciudad de México, a 6 de noviembre de 2020.

109644890410398711120261961760762297



Dr. Vicente Jesús Hernández Abad
Director

Desinfección del paqueto radiográfico por un grupo de alumnos de la UAMX.

Guadalupe Robles pinto. Sandra Morales Estrella. Julieta Meza Sánchez. Enrique Castañeda Castaneira. Lorena López González

grobles@correo.xoc.uam.mx

UAM- Xochimilco

Resumen:

Objetivos.

Determinar si desinfectan el paqueto radiográfico un grupo de alumnos de la UAMX.

Material y Métodos.

A un grupo de 21 alumnos de 7º trimestre se les aplicó un cuestionario sobre la desinfección del paqueto radiográfico, utilizando la escala de Likert de 5 puntos, las preguntas fueron: 1. Lavado y secado del paqueto, 2. Desinfección del paqueto con alguna solución antiséptica. Los alumnos que aceptaron participar firmaron la carta de consentimiento informado

Resultados.

Los resultados de la pregunta sobre si lavaban y secaban el paqueto fueron: el 28.57% respondieron que siempre, el 9.52% dijo que la mayoría de las veces sí, el 4.76% algunas veces si algunas veces no, el 19% contestó que la mayoría de las veces no y el 38% afirmaron que nunca. Sobre la pregunta de desinfección del paqueto contestaron: el 0% que siempre, el 0% la mayoría de las veces sí, el 4.76% respondió algunas veces si algunas veces no, el 9.52% la mayoría de las veces no y el 85.71% contestó que nunca.

Conclusiones.

Según los resultados se concluye que es necesario reforzar los apoyos de control de infecciones, la necesidad de evaluar las normas de limpieza y desinfección, implementar programas de monitoreo, para disminuir el riesgo de adquirir infecciones en la práctica radiográfica, ya que un porcentaje importante de los alumnos (38 %) dice que no enjuaga la radiografía y un porcentaje más alto (85%) nunca la desinfecta.

Bibliografía

Lee G, Calderón V, Sacsquispe S. Bacterias en superficies contactadas durante las tomas radiográficas intraorales. Rev Estomatol Herediana. 2016; 26(1): 4-12.



**Facultad de Estudios Superiores
Zaragoza UNAM**



MEMORIAS

**XIII Encuentro Internacional de
Producción de Servicios en Ciencias
de la Salud**

**XI Encuentro Internacional de
Investigación Odontológica**

Noviembre 2020

El revelado de la película radiográfica y su relación con la mala calidad de imagen de un grupo de estudiantes de la UAMX

Lorena López González. Guadalupe Robles pinto. Sandra Morales Estrella. Julieta Meza Sánchez

UAM- Xochimilco

Resumen:

Objetivos.

Determinar el revelado de la película radiográfica y su relación con la mala calidad de imagen de un grupo de estudiantes de la Lic. De Estomatología de la UAMX.

Material y Métodos.

A un grupo de 21 alumnos de 7º trimestre se les aplicó un cuestionario sobre errores que han tenido en el revelado de radiografías, se utilizó la escala de Likert de 5 puntos, las preguntas fueron 2: Errores al revelar las radiografías y Fallas en el fijador. Los alumnos que aceptaron participar en el estudio firmaron la carta de consentimiento informado.

Resultados.

Se les aplicó el cuestionario a 21 alumnos de los cuales se les preguntó sobre errores al revelar radiografías a lo que contestaron: el 4.76% siempre, el 23.8 la mayoría de las veces sí, el 28.5% algunas veces si algunas veces no, el 28.5% la mayoría de las veces no y el 14.28 contestó que nunca. Sobre la pregunta de falla en el fijador contestaron: el 9.52% siempre, el 4.76% la mayoría de las veces sí, el 38% algunas veces si algunas veces no, el 42.85% la mayoría de las veces no y el 4.76% contestó que nunca.

Conclusiones.

Según los resultados se concluye que es necesario reforzar los apoyos de radiología, ya que el (28.5 %) de los alumnos dice que algunas veces falla en el revelado y el (38%) falla algunas veces en el fijador.

Bibliografía.

Pilatasig Mullo, Gabriela Alexandra (2016). Errores radiográficos al utilizar la técnica de la bisectriz y el revelado mediante el método visual en pacientes que acuden a la Clínica de Imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador. Proyecto de investigación presentado como requisito previo a la obtención del título de Odontóloga. Carrera de Odontología. Quito: UCE. p. 85.



The Mexican Society of Irradiation and Dosimetry

CERTIFIES THAT

*Guadalupe Robles Pinto, Enrique Gaona,
Nelly Molina Frechero, Teodoro Rivera Montalvo,
Armando Lara Camilo & Enrique Castañeda Castaneira*

Presented the paper *Medición de Dosis Efectiva de radiación a un grupo de estudiantes de la licenciatura de Estomatología* during the XXI International Symposium on Solid State Dosimetry held online from September 27th to October 1st, 2021.



Dr. Pedro Ramón González Martínez
SMID President

Dr. Hector R. Vega-Carrillo
Scientific Committee Chairperson

ISSSD 2021

**XXI INTERNATIONAL SYMPOSIUM
ON SOLID STATE DOSIMETRY**

Proceedings

Vol. 3

ONLINE
September 27th to October 1st, 2021



ISSSD 2021

Contents

Irkimbekov, R.A. <i>et al.</i>, Estimating the neutron component of radiation properties of IVG.1M Research reactor irradiated Low-enriched fuel.	1
Abdulhamid, M., <i>et al.</i>, Assessment of head and neck CT protocols to reduce the Absorbed dose in Thyroid in some selected hospital in Kaduna State, Nigeria.	26
Mosqueira-Yauri, J. <i>et al.</i>, Synthesis and thermoluminescence properties of Strontium aluminate.	38
Cruz da Silva, R. <i>et al.</i>, Radionuclide transfer factor in herbal infusion processes: A suggestion to dose adjustment due to the intake of K-40.	49
Machado Pereira, E.L. <i>et al.</i>, X-ray attenuation properties of PVDF-Bi₂O₃ composite thin films.	61
Abdel-atif, M.A & Kassab, M.M. Effect of Chromium contents on radiation shielding and macroscopic Cross-section in Steel alloys.	71
González Zamora, L. & Hidalgo-Tobón, S. Análisis del comportamiento de Campos electromagnéticos utilizados en Medicina.	92
Robles Pinto, G. <i>et al.</i>, Medición de Dosis Efectiva de radiación a un grupo de estudiantes de la licenciatura de Estomatología.	113
Acuña Huamani, J. & Carita Montero, R.F. Solución de la ecuación de transferencia radiativa por métodos numéricos y la simulación del transporte de partículas por el método Monte Carlo.	118
Gastelo, E. <i>et al.</i>, Cálculo de la Dosis Equivalente en Cristalino para el personal expuesto en procedimientos de Medicina nuclear mediante el método Monte Carlo.	133
Enoch, L. <i>et al.</i>, Efectos de la radiación en la expresión funcional de los canales de Potasio activados por el voltaje Kv10.1.	157
Cabrera Vazquez, A.J. <i>et al.</i>, Computational analysis of quantification of Liver fat.	171

Medición de Dosis Efectiva de radiación a un grupo de estudiantes de la Licenciatura de Estomatología

Guadalupe Robles Pinto^{1,*}, Enrique Gaona¹, Nelly Molina Frechero¹, Teodoro Rivera Montalvo², Armando Lara Camilo² & Enrique Castañeda Castañeira¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud, Coyoacán, CP. 04960 Ciudad de México, México.

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada-Legaria, IPN, Av. Legaria 694, 11500, Ciudad de México, México.
*Email: grobles@correo.xoc.uam.mx

Resumen

El alumno que se está formando como cirujano dentista, hace uso de radiografías intraorales periapicales en niños, para el diagnóstico de patologías y como auxiliares en el tratamiento de problemas de salud bucal, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar las dosis de radiación recibidas por estudiantes de la carrera de estomatología en procedimientos de radiología periapical pediátrica. Aceptaron participar en el estudio 19 alumnos de la Licenciatura de Estomatología que se subdividieron en tres grupos y se les colocó dosímetros (TLD 100) por tres semanas, para medir la radiación en: mama-cuerpo entero, tiroides, cristalino derecho, cristalino izquierdo, mano izquierda y mano derecha, una vez expuestos los dosímetros se llevaron al laboratorio para su lectura. En el análisis estadístico se obtuvo la media e intervalos de confianza. En mama-cuerpo entero el resultado fue de 37.1 mSv, tiroides 40.8 mSv, cristalino derecho 56.8 mSv, cristalino izquierdo 62.5 mSv, mano izquierda 121.4 mSv y mano derecha 118.7. Por lo que se concluye que las dosis efectivas anuales de los alumnos superan lo permitido por la norma oficial mexicana que es de 5mSv y para la norma internacional de 1mSv por año, por la falta de destrezas y habilidades, el alumno toma radiografías en exceso que se traduce en exposiciones excesivas de radiación ionizante.

Palabras clave: Radiación; dosis efectiva; dosímetros (TLD 100); estudiantes de Estomatología.

1.- INTRODUCCIÓN

En Odontología se requieren radiografías como auxiliares para el diagnóstico y con esto tener mayor éxito en el tratamiento, la toma de radiografías se debe hacer con mucha responsabilidad, en el cual se indiquen solo cuando sean necesarias y en el caso de los estudiantes evitar hacer repeticiones no deseadas, debido muchas veces a la falta del desarrollo de destrezas. Es

importante el conocimiento de los efectos biológicos que puede producir la radiación ionizante si no se siguen las indicaciones sobre el uso de las medidas de protección radiológica, por lo que se debe actuar de acuerdo con la normatividad establecida en beneficio del paciente y de los estudiantes. Es importante tener información sobre las bases teóricas que sustenta la práctica radiológica, adquirir el conocimiento sobre lo que son los rayos X, hacer de ellos un uso adecuado y evitar los efectos biológicos [Tirado *et al.*, 2014].

El uso de dosímetros para medir las dosis recibidas por los estudiantes proporciona información al estudiante para no superar los límites de dosis permitidas por la legislación vigente. Los dosímetros termoluminiscentes son una opción para la medición de las dosis efectivas que reciben los estudiantes en sus prácticas clínicas con radiología dental. El objetivo de este trabajo fue determinar las dosis efectivas por rayos X que reciben los estudiantes de la carrera de estomatología en procedimientos de radiología periapical pediátrica usando dosímetros termoluminiscentes (TLD-100).

2.-MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, observacional y transversal en estudiantes de la carrera de Estomatología. Para medir las dosis efectivas participaron 19 alumnos de 7º y 8º trimestre de Licenciatura de Estomatología durante el Trimestre 19/I en una de las Clínicas Estomatológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Los dosímetros fueron proporcionados por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria, (CICATA). Este grupo de 19 alumnos se subdividieron en tres grupos y se les colocó dosímetros (TLD 100) para determinar las dosis de radiación recibidas en: mama, cuerpo entero, tiroides, cristalino derecho, cristalino izquierdo, mano derecha y mano izquierda en los procedimientos de radiografías periapicales pediátricas. En el estudio se usó un equipo de rayos X Corix 70 Plus-USV-WM, con especificaciones técnicas de: potencial del tubo 70 KVp, corriente máxima 8 mA, rangos de tiempo de exposición de 0.03 a 3.00 segundos, Este equipo

fue usado por los estudiantes en estudios de radiografías periapicales, el tiempo de exposición utilizado fue de 0.26 a 0.68 segundos que es de acuerdo al órgano dentario y la posición que ocupa en el maxilar y en la mandíbula

3.- RESULTADOS

La tabla 1 muestra las dosis efectivas recibidas por cada uno de los alumnos durante el periodo del estudio.

Tabla 1. Dosis efectivas promedio recibidas por los alumnos (mSv)

ALUMNO	TORAX	TIROIDES	CRISTALINO DER	CRISTALINO IZQ	MANO IZQ	MANO DER
1	3.7	4.5	6.7	6.4	13.4	12.8
2	4.3	4.3	5.8	6	9.2	10.3
3	4.9	4.6	5.1	7.3	15.9	14.7
4	4.1	4.3	6.4	7.2	11.7	11.6
5	4.9	4.8	6.8	6.5	13.6	13
6	3.2	3.9	5.8	6.1	11.9	10.4
7	4.5	5.2	5	7.6	16.4	14.1
8	5	4.8	6.1	6.9	11.3	11.2
9	3.1	3.6	7.2	7	14.4	13.7
10	3.9	3.8	5.7	6	9.7	9.3
11	5.1	3.9	4.7	7.3	15.7	15.5
12	3.5	4.7	6.4	7.2	11.7	11.6
13	3.2	3.8	6.5	6.3	13.2	12.7
14	2.8	3.7	5.8	6.1	9.8	10.4
15	3.4	3.4	4.5	4.6	15.6	19.9
16	4	4.8	6.4	7.2	11.8	11.7
17	3.1	3.7	5.9	5.1	10.6	8.3
18	2.9	4.4	6.7	7.3	15.7	15.1
19	4.7	5.2	6.3	7.1	11.6	11.5

En la tabla 2. Se muestran los resultados generales de las dosis efectivas recibidas por los estudiantes. Se calculó la dosis efectiva media, el intervalo de confianza, dosis por radiografía y

la dosis anual en mSv, radiografías por alumno y el número de radiografías anuales estimadas por alumno. La dosis efectiva anual promedio recibida de los alumnos fueron: Cuerpo entero 37.1 mSv, Tiroides 40.6 mSv, cristalino derecho 56.8 mSv, cristalino izquierdo 62.5 mSv, mano izquierda 121.4 mSv y mano derecha 118.7 mSv. Número de alumnos = 19, Radiografía/alumno = 11.6, Radiografías anuales estimadas por alumno = 110

Tabla 2. Resultados generales de las dosis efectivas recibidas por los estudiantes durante el estudio.

Dosis medida en:	Dosis media (mSv)	$\pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ 95% IC \pm	Dosis/ radiografía (mSv)	Dosis anual (mSv)
Tórax (cuerpo entero)	3.9	0.39	0.3	37.1
Tiroides	4.3	0.20	0.4	40.6
Cristalino Derecho	6.0	0.39	0.5	56.8
Cristalino izquierdo	6.6	0.39	0.6	62.5
Mano izquierda	12.8	0.98	1.1	121.4
Mano Derecha	12.5	1.18	1.1	118.7

4.- DISCUSIÓN

Los resultados muestran que en algunos casos las dosis efectivas sobrepasan los límites de dosis establecidos por la normatividad actual si se consideran a los estudiantes como personal ocupacionalmente expuesto, pero no existe una norma en procedimientos de radiología periapical. Un estudio similar realizado por [Loya *et al.*, 2016] en 35 estudiantes de Odontología en dos grupos encontraron que la dosis efectiva máxima acumulada durante las prácticas en un grupo fue de 2.59 mSv \pm 0.11 y 4.64 mSv \pm 0.39 y en el grupo fueron 28.41 mSv \pm 0.31. [Reddy *Et al.*, 2015] hicieron un trabajo cuyo objetivo era evaluar la necesidad de uso de dosímetros en catorce colegios dentales en el estado de Karnataka. Los registros de dosimetría del personal de radiología en los últimos tres años muestran dosis de no más de 1.50 mSv por año. La dosis de varias instituciones (persona mSv) estuvo en el rango de 3.70 mSv-3.90 mSv.

5.- CONCLUSIONES

Las dosis efectivas recibidas por los estudiantes superan las dosis establecidas para el público de 1mSv al año. Analizando el proceso de cómo los alumnos tomaron las radiografías, se concluye que hubo ausencia de las medidas de protección radiológica y falta de capacitación.

REFERENCIAS

- EC; European Commission. Medical Radiation Exposure of the European Population. 2014.
- ICRP. *Sociedad Española de Protección Radiológica*. Publicación 103: Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Ann ICRP 3:46-48
- Loya M, Sanin LH, González PR, Ávila O, Duarte R, Ojeda SL, Montero-Cabrera ME. Measurements of radiation exposure of dentistry students during their radiological training using thermoluminescent dosimetry. *Appl Radiat Isot* 2016; 107: 234-38.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012. *Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante*. Secretaría de Salud. Diario oficial Octubre 2012. <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgss/normatividad/normas/Nom-012.pdf>
- Reddy SS; Rakesh N; Chauhan P; Cirt JB; Sharma S. (2015). *Is dosimetry still a necessity in current dental practice?* *J Radiol Prot.* 35:911-16.
- Tirado-Amador LR; González-Martínez FD; Sir-Mendoza FJ. (2015). *Uso controlado de los rayos X en la práctica odontológica*. *Rev. Ciencias Salud.* 13: 99-112.