



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**CAPITULO II: ¿CUÁLES SON LOS EQUIPOS USADOS EN
RADIOLOGÍA DENTAL Y MAXILOFACIAL? DEL LIBRO
“ROMPIENDO MITOS DE LA RADIOLOGÍA DENTAL Y
MAXILOFACIAL”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

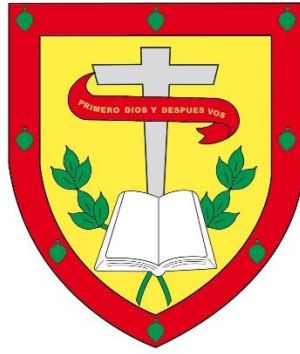
AUTOR: JUAN MANUEL CAMPOVERDE PRADO

DIRECTOR: OD. ESP. ROCIO MAGDALENA MOLINA B.

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**CAPITULO II: ¿CUÁLES SON LOS EQUIPOS USADOS EN
RADIOLOGÍA DENTAL Y MAXILOFACIAL? DEL LIBRO
“ROMPIENDO MITOS DE LA RADIOLOGÍA DENTAL Y
MAXILOFACIAL”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTOR: JUAN MANUEL CAMPOVERDE PRADO

DIRECTOR: OD. ESP. ROCIO MAGDALENA MOLINA B.

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Juan Manuel Campoverde Prado portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105682744**. Declaro ser el autor de la obra **Capítulo II: ¿Cuáles son los equipos usados en radiología dental y maxilofacial?** del libro **“Rompiendo mitos de la radiología dental y maxilofacial”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 17 de agosto de 2023

F: 

Juan Manuel Campoverde Prado

C.I. 0105682744

TABLA DE CONTENIDO

2.1. Historia del equipo de rayos X odontológico	5
2.2. Aparatos Generadores de Rayos X.....	7
2.3. Componentes de la máquina de Rayos X.....	15
2.4. Máquina de Rayos X	28
2.5. Tipos de equipos	29
2.6. Historia de la película de Rayos X	34
2.7. Historia de las técnicas radiográficas dentales	35
2.8. Película de Rayos X dental.....	36
2.9. Película de rayos X.....	44
2.10. Tipos de películas Radiográficas.....	50
2.11. Formación de la imagen latente	52
2.12. Equipos convencionales y actuales de radiología dental.	53
2.13. Sistema radiográfico convencional	57
Referencias.....	61

Capítulo II

¿Cuáles son los equipos usados en radiología Dental y Maxilofacial?

Dra. Verónica Verdugo

Dr. Bolívar Delgado

Juan Manuel Campoverde Prado

Estudiante Universidad Católica de Cuenca – Carrera Odontología

manuel.campoverde@est.ucacue.edu.ec

2.1. HISTORIA DEL EQUIPO DE RAYOS X ODONTOLÓGICO

La radiología forma parte de la medicina, la misma que no se originó de forma espontánea, sino que se basa en numerosos avances científicos y tecnológicos que provienen de diversas disciplinas científicas, tales como las matemáticas, química, física y la biología (1).

En 1913, William D. Coolidge, un ingeniero electricista creó el primer tubo caliente de rayos X o también llamado rayos catódicos, un tubo de vidrio al vacío que contenía un filamento de tungsteno. El tubo de rayos X de Coolidge se convirtió en el prototipo para todos los diferentes tubos de rayos X modernos, revolucionando la forma de generar dichas radiaciones (2,3).

Edmundo Kells fue un pionero en los avances de la radiología dental, es conocido por ser uno de los primeros dentistas en utilizar radiografías dentales en su práctica clínica, Kells nació en 1868 en

Nueva York y se graduó de la Facultad de Odontología de la Universidad de Pensilvania en 1892. Después de graduarse, se trasladó a Nueva Orleans para comenzar su práctica dental (2,3).

En 1896, Kells asistió a una conferencia donde se presentó la tecnología de los rayos X por primera vez. Inmediatamente se dio cuenta del aporte de esta tecnología para el diagnóstico dentro de la práctica dental y empezó a experimentar. En 1899, Kells construyó una máquina de rayos X para el uso de su práctica dental, esta máquina fue la máquina en ser construida específicamente para uso dental (2,3).

Kells fue un defensor de la seguridad en el uso de los rayos X siendo uno de los primeros en utilizar técnicas de protección radiológica, como el uso de insumos de radio protección como, delantales de plomo para proteger a los pacientes y al personal de la radiación, fue uno de los primeros en mencionar los peligros potenciales de la exposición excesiva a la radiación, promoviendo las prácticas seguras en el uso de radiación ionizante dentro del campo odontológico (2,3).

A partir de la década de 1920 se utilizaron técnicas radiográficas intraorales, estableciendo que es la película o el receptor de imagen que se coloca dentro de la cavidad buco dental, por lo mencionado se la denominó radiografía intraoral (2,3).

En 1923, el dentista Estadounidense, Howard Riley Raper considerado el padre de la Radiología quién inventó el primer equipo radiográfico intraoral que emplea receptores de imágenes o películas radiográficas, lo que se obtuvo imágenes con mayor detalle de los dientes y las estructuras adyacentes (1).

Worton fue el primero en tomar una radiografía dental en 1896, utilizando un cráneo humano seco. Un año más tarde, fue el primero

en realizar una radiografía de cuerpo completo, utilizando una película de 36 pies y un tiempo de exposición de 30 minutos (2).

En la década de 1950, la radiología dental se introdujo por primera vez en Centroamérica, principalmente a través de equipos radiográficos importados de Estados Unidos. En esa época, la mayoría de los equipos eran de película convencional y requerían de un proceso de revelado químico para obtener las imágenes, países como Honduras, El Salvador y Chile fueron introduciendo la radiología en el área de la salud (1,30).

En la década de 1960, se introdujeron en Centroamérica equipos radiográficos más modernos que utilizaban técnicas de radiografía intraoral. Estos equipos permitieron a los dentistas obtener imágenes más precisas y reducir la cantidad de radiación necesaria para capturar las imágenes (1,30).

A partir de los avances tecnológicos basados en la radiación ionizante se establece que la creación de aparatos de rayos x y receptores de imagen darán mejor calidad de vida al individuo evitando la propagación de patologías y reduciendo las prevalencias de las mismas (1).

2.2. APARATOS GENERADORES DE RAYOS X

Los equipos de rayos X son los encargados de generar radiación x, es por eso que se debe de conocer dicho funcionamiento desde una perspectiva general, hacia lo específico de cada uno de sus componentes.

Para poder entender cómo los equipos de rayos x funcionan es necesario que el radiólogo entienda que existen parámetros principales para su estudio (1).

1.1. 2.2.1. Entrada para conexión a toma de corriente eléctrica

La corriente eléctrica que se utiliza para generar rayos X tiene una naturaleza oscilatoria y se conoce como corriente alterna. Durante cada ciclo de la onda de corriente, se forman hemiciclos positivos y negativos de forma intermitente. Esta característica es relevante en la producción de rayos X, ya que durante los hemiciclos negativos no se produce emisión de rayos X, lo que provoca que los rayos X, se describan como intermitentes. En otras palabras, durante un disparo de un equipo generador de rayos X, habrá momentos en los que no se producirán rayos X debido a la naturaleza oscilatoria de la corriente (2).

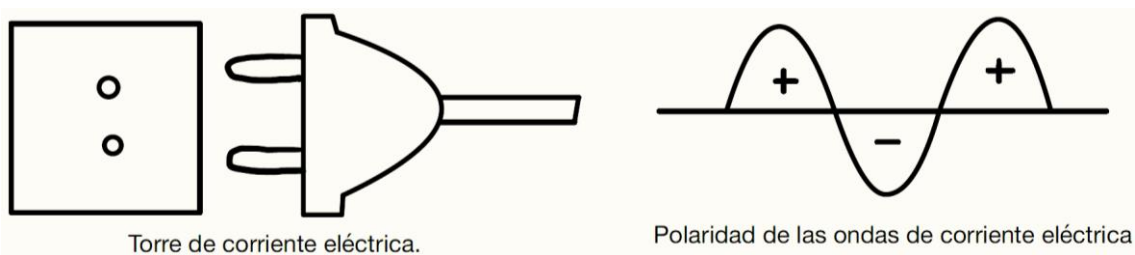


Figura 1. Entrada de Conexión

Fuente: Elaboración Propia

1.2. 2.2.2. Estabilizador de Corriente

Debido al fenómeno de intermitencia en la emisión de rayos X, que se produce a causa de la naturaleza oscilatoria y aleatoria de la corriente eléctrica que los alimenta, los equipos generadores de rayos X suelen contar con un componente adicional, que tiene como propósito estabilizar y convertir la corriente alterna en corriente continua. Este componente elimina los hemiciclos negativos de la onda de corriente, donde no se produce emisión de rayos X, y permite que estos se comporten de forma más continua y estable.

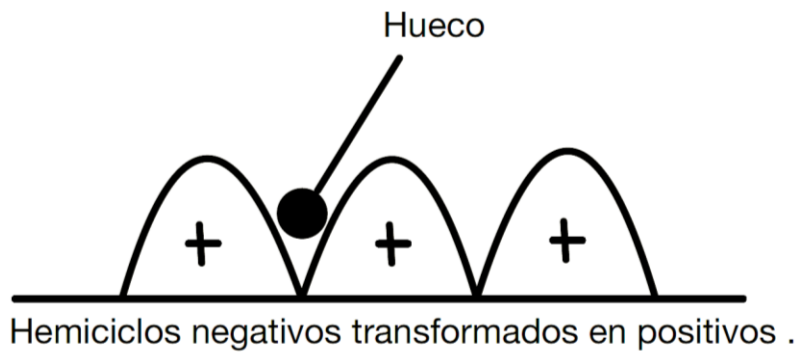
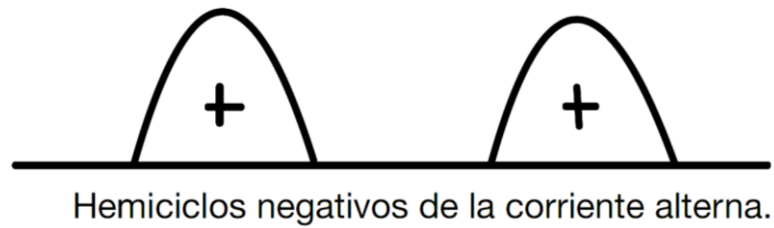


Figura 1. Estabilizador de la corriente

Fuente: Elaboración Propia

1.3. 2.2.3. Electricidad y corrientes eléctricas

La electricidad es la energía que se utiliza para hacer los rayos X. La energía eléctrica se compone de un flujo de electrones a través de un conductor; este flujo se conoce como la corriente eléctrica (1).

La corriente eléctrica se denomina corriente directa (CD) al momento que los electrones fluyen en una dirección a través del conductor.

El término corriente alterna (CA) describe una corriente eléctrica en la que los electrones fluyen en direcciones opuestas, siendo estas dos corrientes tanto la directa como la alterna opuestas (3).

La rectificación es la conversión de la corriente alterna en corriente eléctrica directa. El tubo de rayos X dental actúa como un autorrectificador que cambia de corriente alterna a corriente directa, mientras produce rayos X. Esto va a ayudar a que la corriente fluya siempre en una misma dirección, es decir del cátodo al ánodo (1).

Antes los generadores de máquinas más antiguas producían un haz de rayos X con un patrón ondulado, que emiten mayores dosis de radiación, mientras que los nuevos equipos que tienen potenciales constantes que producen un haz homogéneo longitudinal de onda corta y alta frecuencia, lo que permite tener disminución de la dosis de radiación secundaria (1).

La medición del número de electrones que se mueven a través de conductores que se conoce como amperaje. La corriente se mide en amperios (A) o miliamperios (mA). Se conoce como medición de la fuerza eléctrica a los electrones se muevan del polo negativo al polo positivo, La que se mide en voltios (V) o kilovoltios (kV) (2).

En la producción de los rayos X, tanto el voltaje como el amperaje se pueden llegar a ajustar. En el tubo de rayos X, ambos, el amperaje, como el kilovoltaje miden cantidad y calidad de electrones, es así que el miliamperaje mide la cantidad de los electrones y el kilovoltaje mide calidad de rayos x cuando estos van del cátodo al ánodo, los mismo que de acuerdo al equipo de rayos x pueden ser ajustables (1).

1.3.1 2.2.3.1. Miliamperaje (mA)

Controla la cantidad de corriente eléctrica que fluye a través del tubo de rayos X durante la exposición (1).

La corriente eléctrica es indispensable para la producción de rayos X, teniendo como función controlar la cantidad de electrones que se liberan del cátodo del tubo de rayos X para generar radiación de calidad para la producción de imágenes y así evitar ondas largas y alta frecuencia (1) .

2.

2.1.1 2.2.3.2. Kilovoltaje (kV)

El kVp (pico de kilovoltios) es una de las variables utilizadas en radiología para controlar la calidad y la energía de los rayos X producidos en el tubo de rayos X. El kVp se refiere a la cantidad máxima de voltaje que se aplica al tubo de rayos X durante la exposición, lo que determina, la capacidad de penetración en los tejidos y la obtención de imágenes de calidad (1).

El kV influye en la capacidad de los rayos X para penetrar diferentes tejidos y órganos del cuerpo humano, lo que permite obtener imágenes con diferentes niveles de contraste y detalle (1).

Se ajusta en función de la densidad y la composición del tejido que se va a examinar. Por ejemplo, para examinar estructuras densas como los huesos, se requiere un kV más alto para que los rayos X puedan penetrar a través del hueso y alcanzar el receptor de imágenes. Por otro lado, para examinar tejidos blandos, se utiliza un kV más bajo para evitar una exposición excesiva del paciente a la radiación, para obtener una imagen con menos contraste (1).

2.1.2 2.2.3.3. Tiempo (T)

El tiempo de exposición influye en la cantidad de radiación que recibe el paciente y en la calidad de la imagen radiográfica resultante (1).

En general, el tiempo de exposición se ajusta en función de la densidad del tejido que se está examinando. Por ejemplo, los tejidos más densos, como los huesos, requieren una exposición más larga para que los rayos X puedan penetrar a través del tejido y alcanzar el detector de imágenes. Por otro lado, los tejidos más blandos, como los tejidos musculares o grasos, requieren exposiciones más

cortas para evitar una exposición excesiva del paciente a la radiación (1).

2.2. 2.2.4. Circuitos

Un circuito eléctrico en radiología, es un sistema de componentes eléctricos interconectados que se utilizan para producir y controlar la energía eléctrica necesaria para generar los rayos X utilizados en las imágenes radiográficas. Estos componentes pueden incluir un generador de alta tensión, un transformador, un rectificador, un condensador, una resistencia y otros dispositivos (1).

Los rayos x necesitan tener circuitos de alto y bajo voltaje, los mismos que son capaces de mantener la corriente eléctrica en condiciones óptimas para la producción de rayos x que sean capaces de formar imágenes con buena densidad y contraste (1).

2.2.1 2.2.4.1. Circuito de bajo voltaje

El circuito de bajo voltaje se utiliza para controlar la cantidad de energía eléctrica que se aplica al cátodo del tubo de rayos X, el cual se calienta mediante una corriente eléctrica para producir electrones (1).

El circuito de baja tensión se activa en el momento del encendido del equipo , el mismo que es controlado en el panel de control mediante el miliamperaje, lo cual va a alimentar a los componentes del cátodo en el tubo de rayos x generando un fenómeno fotoeléctrico en el filamento de tungsteno, lo cual libera mediante el calentamiento del filamento y liberando los átomos de las órbitas externas lo cual se va a denominar nube de electrón y cuya cantidad de rayos x se van a producir en el disparo (1).

Cuenta con un transformador reductor que consta de dos bobinas (alambres conductores de energía) roscados . Las bobinas que

reciben la energía poseen más espiras que la segunda y esto permite transformar la corriente eléctrica de 110 V o 220 V a 3 o 12 V promedio en los equipos intraorales (1).

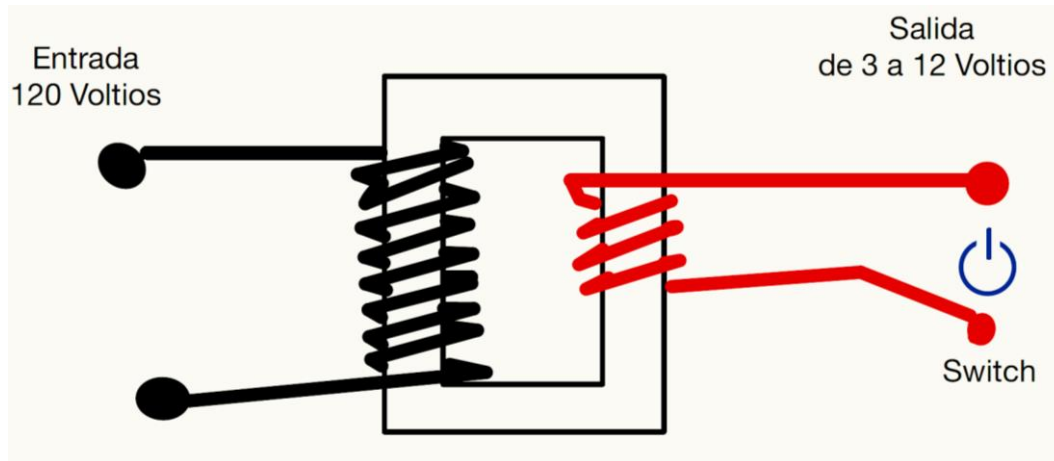


Figura 3. Circuito de Bajo Voltaje

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 2.2.4.2. Circuito de alto voltaje

Por otro lado, el circuito de alto voltaje acelera los electrones y genera rayos X en el tubo de rayos X. La configuración del kilovoltaje es la que controla este circuito, Posee un transformador amplificador que posee 2 bobinas conductoras, la que recibe la corriente o bobina primaria, la cual posee menor cantidad de espiras que la secundaria , en donde sale la corriente hacia el elemento eléctrico , provocando un aumento de 110 V o 220 V a 60000 V o 70000 V (1).

Las dos terminales eléctricas en el circuito van a alimentar al ánodo y al cátodo dentro del tubo de rayos x teniendo como objetivo una diferencia potencial entre los dos de tal manera que la nube del filamento de tungsteno del cátodo con carga eléctrica negativa es atraída con alta velocidad al cátodo y se produce el choque en el blanco del metal, en donde el 99% será calor y un 1% será radiación, el mismo que ocurre solamente cuando se dispara con el cono ruptor (1).

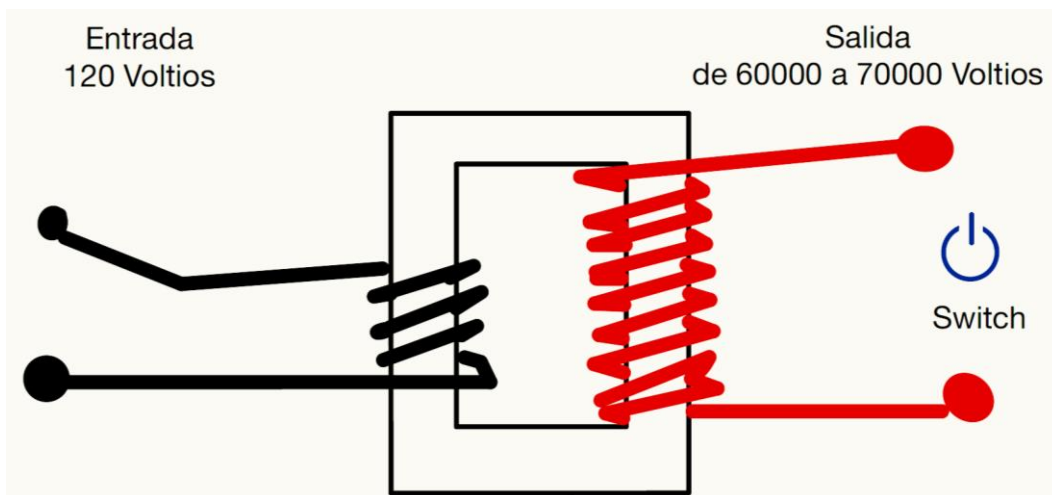


Figura 4. Circuito de Alto Voltaje

Fuente: Elaboración Propia

2.3. 2.2.5. Transformadores

Un transformador es un aparato que se usa para modificar el voltaje en un circuito eléctrico, aumentando o disminuyendo según sea necesario. En el contexto de los equipos de rayos X, los transformadores son responsables de cambiar el voltaje de la corriente eléctrica de entrada y luego transmitir la energía eléctrica al tubo de rayos X (1,5).

En la producción de los rayos X dentales, se llegan a utilizar tres transformadores para poder ajustar los circuitos eléctricos: el transformador reductor, el transformador elevador y el autotransformador (1).

- Un transformador reductor es aquel que se utiliza para poder disminuir la tensión de la entrada de la línea de voltaje 110 o 220 a los 3 a 12 voltios utilizados por el circuito de filamento.

Este transformador posee más rollos de alambre en la bobina primaria que en la secundaria. Los transformadores constan de una bobina que recibe la corriente eléctrica y se la denomina principal o de entrada; y la bobina de salida llamada bobina secundaria (1).

- Un transformador elevador contiene más rollos de alambre en la bobina secundaria que en la primaria (1).
- Un autotransformador nos puede servir como un compensador de tensión que corrige las fluctuaciones menores en la corriente (1).

2.3. COMPONENTES DE LA MÁQUINA DE RAYOS X

Es posible emplear las máquinas de rayos X dentales, para realizar tanto exposiciones intraorales como extraorales a los receptores. No obstante, existen equipos que se dedican exclusivamente a la exposición intraoral y otros que se enfocan únicamente en la exposición extraoral (1).

Las máquinas de rayos X son capaces de emitir radiación ionizante. Para su estudio los equipos de rayos x, puede ser dividida en tres áreas de estudio:

1. Las partes componentes
2. El tubo de rayos X
3. El aparato de generación de rayos X .

2.4. 2.3.1 Partes Componentes

El aparato de rayos x dental está conformado por tres componentes visibles:

1. Panel de control

2. Brazo de extensión
3. Cabezal



Figura 5. Componentes del aparato de Rayos X

Fuente: Elaboración Propia

2.4.1 2.3.1.1. Panel de control

Dentro del aparato de Rayos X Dental, se encuentra un panel de control que incluye varios elementos, entre ellos un interruptor que permite encender y apagar el equipo, el cual viene acompañado de un indicador luminoso. También se encuentra un botón de exposición que tiene su propia luz indicadora, existe algunos dispositivo de control que incluye selectores para ajustar el kilovoltaje, y miliamperaje y el tiempo de exposición , con el fin de regular el haz de rayos X, también se puede visualizar el tipo de radiografía que se va a tomar , y la selección del paciente si es adulto

o niño (1,2). Además, se encuentra en el panel de control dos indicadores luminosos que se activan al prender el equipo: el piloto luminoso, indicador de alimentación eléctrica, y el piloto indicador de emisión de radiación (3).

Los parámetros que se encuentran disponibles en el panel de control algunos son autoajustables y otros ya vienen prediseñados en los mismos que se puede realizar una modificación manualmente son: kilovoltaje, miliamperaje y tiempo de exposición (1,3).

De acuerdo a la modificación que se pueden encontrar en el panel de control se establece la clasificación de los mismos:

Equipos regulables: estos son equipos generadores de rayos X que permiten que se realice una modificación manual de los tres parámetros kilovoltaje, miliamperaje y tiempo de exposición (3).

Equipos semirregulables: Son aquellos que nos permiten realizar una modificación manual de miliamperaje, pero al contrario el tiempo de exposición y el kilovoltaje están ya preestablecidos. Existen también algunos equipos que no permiten que se modifique el tiempo de exposición, pero sí que se modifique el miliamperaje y el kilovoltaje, por ejemplo: las ortopantomografías (3).

Equipos ciegos: Solo permiten la modificación del tiempo de exposición y traen ya establecidos los parámetros de kilovoltaje y miliamperaje. A nivel de los equipos intraorales, el kilovoltaje varía entre 60 y 70 kV dentro del mercado (3).

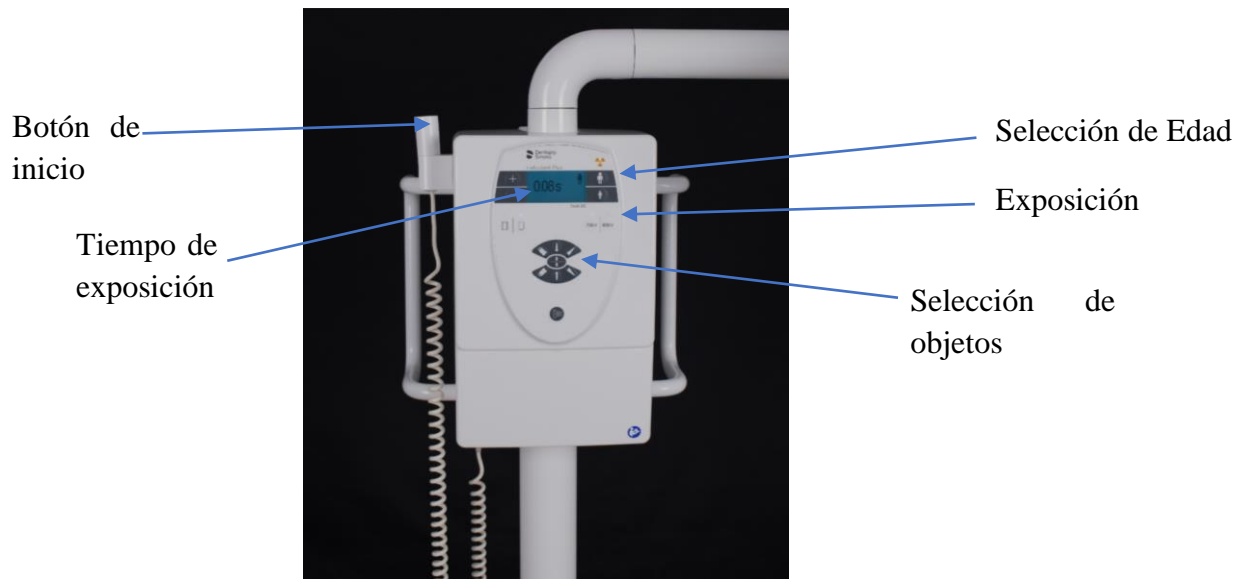


Figura 6. Panel de Control

Fuente: Elaboración Propia

2.4.2 2.3.1.2. Brazo de extensión

El brazo de extensión consiste en una estructura de metal articulada que se instala en la pared y se encarga de sostener el cabezal de los Rayos X y el cajetín de los cables eléctricos que salen del panel de control del cabezal. Gracias al brazo de extensión, es posible mover y ajustar la posición del cabezal de forma que se pueda colocar con facilidad en la posición y ángulo correctos para tomar radiografías (1,2,3).

Es muy importante realizar la mantención del brazo de extensión, ya que si al momento de tomar la radiografía, este se mueve, no se obtiene una imagen de calidad, sino más bien genera una imagen con movimiento no estando acorde a los parámetros para realizar un buen diagnóstico (2).

Todas las unidades de Rayos X intraorales poseen brazos metálicos flexibles, para su movimientos, en cambio que los equipos

extraorales u ortopantomógrafos (panorámicos) no poseen esta característica (3).

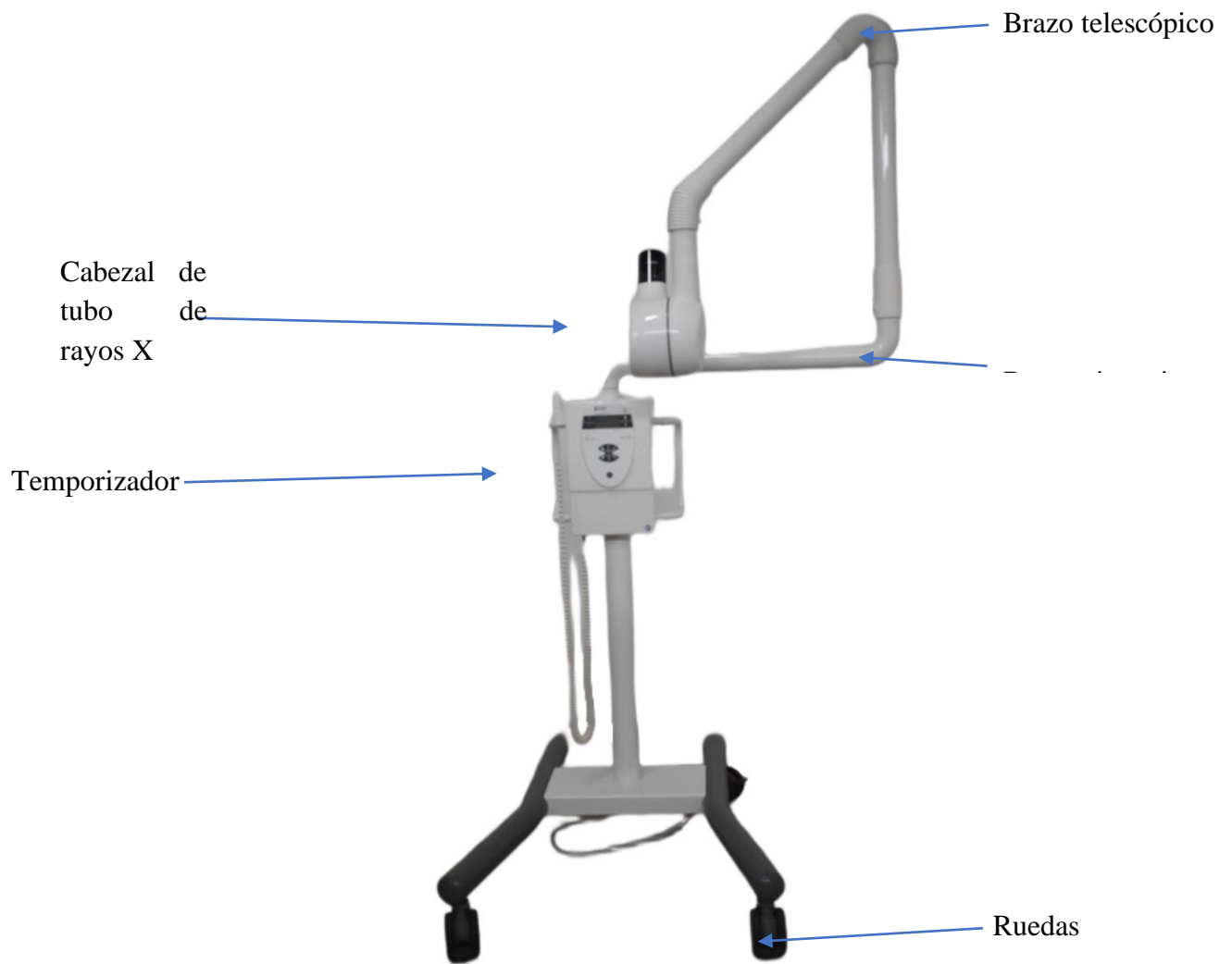


Figura 7. Aparato de rayos X

Fuente: Elaboración Propia

2.4.3 2.3.1.3. Cabezal

El cabezal de los rayos X dental es una carcasa metálica blindada herméticamente cerrada, el mismo que contiene al tubo de rayos X que es el encargado de producir la radiación ionizante (1).

El principal objetivo del blindaje plomado, es proteger al operador y al paciente de la radiación dispersa o inútil cuando se realizan exámenes de calidad, Posee un área única que no se encuentra blindada llamada ventana, por donde emergen los rayos X, los mismos que están orientados hacia el objeto de estudio (3).



Figura 8. Cabezal

Fuente: Elaboración Propia



Figura 9. Cabezal vista inferior

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2. Componentes del cabezal

Los componentes del cabezal están formados por:

- La cubierta de metal, o el cuerpo metálico del cabezal se encuentra rodeando a todo el tubo de rayos X , transformadores, y contiene al aceite para poder proteger al tubo de rayos X (1).
- El aceite aislante, es un líquido que se encuentra en el interior del cabezal y su función es de aislar la carcasa plomada del calor generado, además de amortiguar y refrigerar el calor para la conservación del tubo de rayos X. Al encontrarse dentro de la carcasa plomada, no se recambia en ningún momento, y si existiera una fuga esta debe ser reparada ya que es muy probable que el equipo pueda quemarse debido al calentamiento del tubo de rayos x (3).

- El cabezal de los Rayos X se encuentra recubierto por aluminio y plomo, la cual tiene la función de emitir los rayos x por la ventana que no está recubierta por plomo (1).
- El Dispositivo Indicador de Posición (DIP) es un cilindro de plomo ampliable que se extiende desde la apertura del cabezal metálico hasta el objetivo y ayuda a formar el haz de rayos X, a veces, también se le conoce como cono (1).

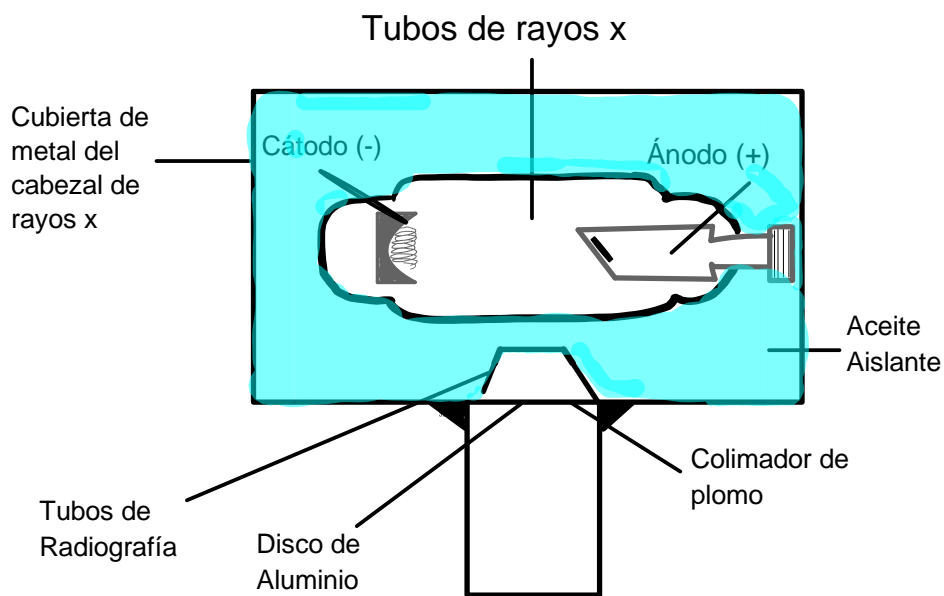


Figura 10. Componentes del cabezal

Fuente: Elaboración Propia

2.4.4 2.3.2.1. Tubo de Rayos X

El tubo de rayos X es fundamental en la generación de radiación ionizante y merece un estudio separado del resto de la máquina de rayos X debido a su importancia. Se trata de un tubo de vacío de vidrio, en el que se ha eliminado todo el aire, que contiene al cátodo y al ánodo, presenta una ventana sin blindaje por la que emergen los rayos X generados (1,3).

En el ámbito de la odontología, el tubo de rayos X posee una pulgada de diámetro y sus componentes principales incluyen una cubierta de vidrio plomado, un cátodo negativo y un ánodo positivo (1).

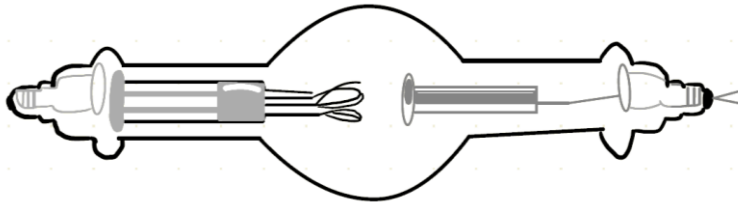


Figura 11. *Tubo de rayos X*

Fuente: Elaboración Propia

2.4.5 2.3.2.2. Cubierta de vidrio con plomo

La cubierta de vidrio con plomo es una parte importante del tubo de rayos X, ya que es un tubo al vacío de vidrio con plomo que evita que los rayos X se escapen en diferentes direcciones. La ventana no plomada en el centro de la cubierta permite que el haz de rayos X salga del tubo y se dirija hacia los componentes del sistema, como los discos de aluminio, el colimador de plomo y el DIP. En el interior se encuentra el cátodo y el ánodo que a continuación hablaremos a detalle (1).

2.4.6 2.3.2.3. Cátodo

El cátodo, en términos generales, es un electrodo que posee una carga eléctrica negativa, en un dispositivo eléctrico o una celda electroquímica. Sin embargo, en la producción de rayos X, su función sólo es evidente durante los ciclos positivos de la corriente eléctrica. En este contexto, el cátodo está compuesto por la copa focalizadora

de molibdeno y el filamento de tungsteno, cuyo propósito es suministrar los electrones necesarios para generar los rayos X. Estos electrones producidos en el cátodo son acelerados hacia el ánodo positivo dentro del tubo de rayos X (1,5).

El cátodo incluye los siguientes componentes:

La copa de molibdeno, es la que centra y enfoca a los electrones en su viaje hacia el ánodo condensando el haz de electrones en un área pequeña de ánodo (5).

-El filamento de tungsteno son hilos delgados de 1 a 2 cm de largo por 2mm de diámetro que pueden ser de materiales de wolframio o tungsteno. Se elige el tungsteno ya que es un elemento que tiene un alto punto de fusión, resistente al calor generado produciendo mayor reacción termoiónica y altos puntos de fusión (5,6).

La cantidad de electrones que son liberados de sus órbitas es directamente proporcional a los miliamperios que se selecciona en el panel de control, y determina la cantidad de rayos X que se producirán (3).

2.5.

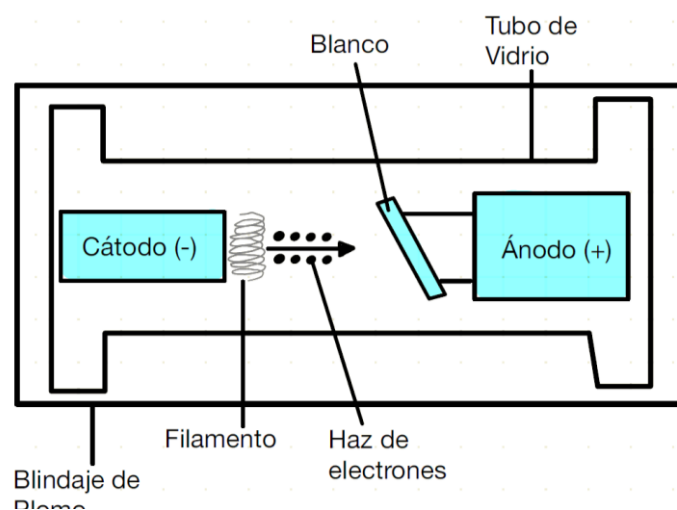


Figura 12. Cátodo y Ánodo con sus componentes

Fuente: Elaboración Propia

2.5.1 2.3.2.4. Ánodo

El ánodo es el componente de polaridad positiva del tubo de rayos X, polaridad que se entrega en los hemiciclos positivos de la corriente alterna durante el disparo, este consiste en una placa delgada como una oblea de tungsteno incrustado en una varilla de cobre sólido. ^{1,3,5}

El objetivo del ánodo es atraer hacia un blanco los electrones de carga negativa generados en el filamento de tungsteno, cuando se realiza el disparo del equipo (1).

Existen 2 tipos de Ánodos los cuales son:

-Ánodo Estacionario: es aquel que está formado por un vástago de cobre ,un cabezal y un blanco que es el sitio en donde chocan los electrones , llamado punto focal , el cual tiene una inclinación de 20 grados . La mayor parte de equipos dentales están formados por ánodos estacionarios (12,29).

-Ánodo Rotatorio: posee un rotor, un blanco de metal el cual permite el disparo en cualquier parte del mismo y más amplio en relación al estacionario, su ventaja es que soporta mayor duración y cantidad de calor permitiendo así la interacción con varios puntos focales y que se disperse el calor (12,29).

La principal ventaja del ánodo estacionario es su simplicidad, ya que no requiere de un mecanismo de rotación. Sin embargo, el ánodo estacionario tiene una capacidad limitada para disipar el calor generado por el frenado de los electrones, lo que puede provocar daños en el equipo si se utiliza por períodos prolongados (12,29).

Tipos de Ánodo

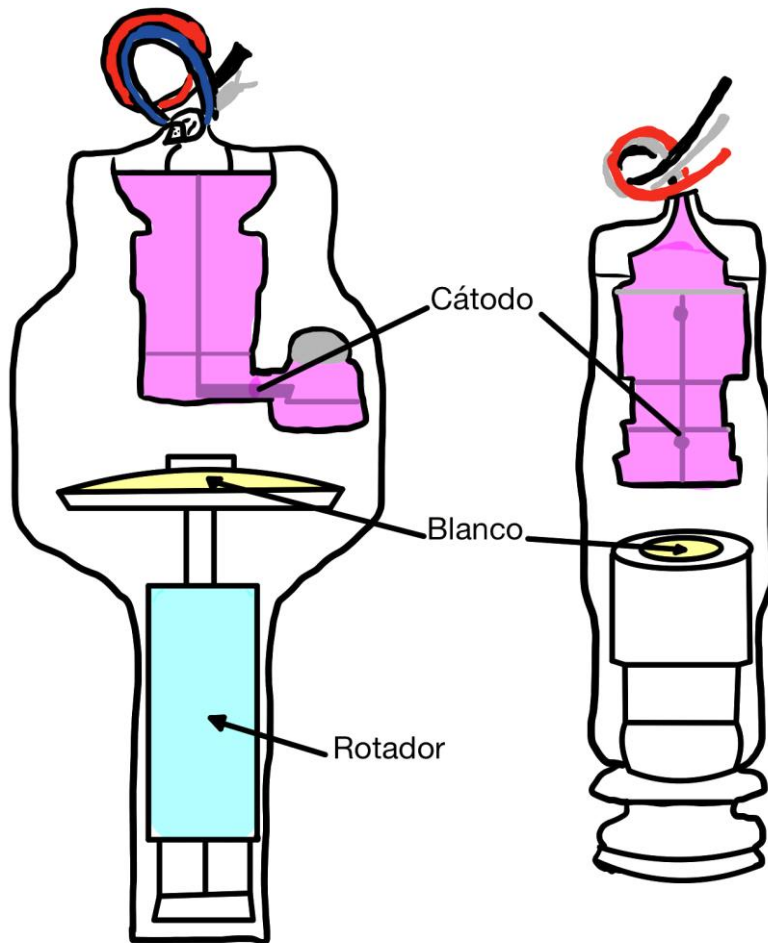


Figura 13. Tipos de Ánodo

Fuente: Elaboración Propia

La principal función del ánodo es:

- Limitar su calentamiento, lo que permite incrementar la intensidad del haz de electrones y reducir el foco o área de impacto en el ánodo (1).

2.5.2 2.3.2.5. Filtro

Los filtros son componentes esenciales en la generación de imágenes radiográficas, ya que ayudan a reducir la cantidad de radiación que llega al receptor de imágenes, lo que puede mejorar la calidad de las mismas y a la vez reducir la dosis de radiación para el paciente. Los filtros pueden ser de aluminio, cobre y hierro cumpliendo la función de purificar la radiación (1).

Existen 2 tipos de filtraciones:

El filtro inherente existe por los elementos estructurales, como el tubo, carcasa de metal, el plomo, el vidrio, el aceite aislante en donde se disminuye la radiación que llega a la piel y mejora la imagen radiográfica que permite que solo pasen los rayos de onda corta (10).

Por otro lado, los filtros añadidos son aquellos en la que se coloca un disco en la salida de haz de rayos x, se interpone por donde sale los fotones antes de que lleguen a, objeto que van a irradiar (1).

Los filtros que se utilizan mayormente en los equipos de rayos X son:

-1.5mm de Al (Aluminio) para valores entre 50 y 70 kVp

-2mm para valores superiores a 70kVp

2.5.3 2.3.2.6. Colimador

El colimador es un componente importante en la generación de imágenes radiográficas. Se trata de un dispositivo que se coloca en el extremo del tubo de rayos X y tiene la función de limitar la cantidad de radiación que se emite para producir una imagen (1).

El colimador consta de dos partes principales: una estructura de metal que rodea al tubo de rayos X y un diafragma que se puede ajustar para cambiar el tamaño y la forma del haz de radiación que se emite. El diafragma puede ajustarse para controlar la cantidad de

radiación que llega al detector de imágenes, lo que puede mejorar la calidad de las imágenes y reducir la dosis de radiación para el paciente (1).

El colimador es el elemento esencial dentro del aparato de rayos x ya que ayuda a reducir la cantidad de radiación que se emite y por lo tanto reduce la exposición al paciente en la radiación ,Además, también ayuda a producir imágenes nítidas y detalladas, reduce la cantidad de radiación dispersa y puede interferir en la imagen (1).

Es importante destacar que en algunos países, existe una regulación que exige que el colimador tenga un sistema automático de control de la apertura, para asegurar que la exposición del paciente se limite únicamente al área que se desea examinar. Además, algunos colimadores modernos pueden incluir tecnologías adicionales, como láseres para ayudar a alinear el tubo de rayos X y el detector de imágenes y mejorar la precisión del examen (1).

3. 2.4. MÁQUINA DE RAYOS X

El radiólogo dental debe estar familiarizado con los equipos dentales de rayos X y los porta películas de rayos X dentales, ya que cada año que pasa la imagen digital es cada vez más frecuente y ampliamente utilizada (1).

Existen una variedad de máquinas de rayos X dental intraorales y extraorales que están disponibles para propósitos de diagnóstico. Las máquinas de rayos X dental varían tanto en el diseño como en su operación, es importante conocer el equipo específico de manera que se evite la exposición inadecuada de los pacientes y el personal de odontología (4).

Los equipos radiográficos que se encuentran en el mercado para el uso odontológico se clasifican en móviles , fijos o portátiles.

En los últimos años se han desarrollado algunos cambios por lo cual en el mercado se han presentado equipos portátiles que se comportan como digitales, pero su uso es recomendable solo en situaciones que sean por falta de equipamiento fijo, ya que el soporte del equipo en este caso lo realiza el operador, incumpliendo así las normativas de protección radiológica en Ecuador (3).

Existen ciertos requisitos ideales para una máquina de rayos X:

- Debe ser seguro y preciso.
- Debe ser capaz de generar rayos X ,con intervalos de energía que se desea.
- Debe ser fácil de colocar y manejar.
- Debe ser estable, equilibrado y estático en todos sus componentes
- Debe ser sencillo su uso y tener la capacidad de producir imágenes digitales y en película en el receptor de películas (4).

4. 2.5. TIPOS DE EQUIPOS

4.1. 2.5.1. Equipos intraorales

Los equipos intraoral es la más utilizada en odontología ya que nos ayudan en la reproducción de técnicas intraorales que son ampliamente utilizadas en la Odontología para obtener imágenes detalladas de los dientes y para obtener imágenes detalladas de los dientes y las estructuras adyacentes. Siendo crucial para el diagnóstico y plan de tratamiento, Existen dos tipos principales de equipos radiográficos intraorales: los equipos analógicos y los equipos digitales. Los primeros usan películas radiográficas para capturar la imagen ,mientras que los segundos utilizan sensores digitales y pantallas de ordenador para mostrar la imagen de forma inmediata (5).

4.2.

4.2.1 2.5.1.1. Equipos Fijos

El equipo fijo de radiología convencional es muy flexible y permite realizar un gran número de exploraciones en cada sala de radiología. Estos equipos tienen todos los soportes y sus propios dispositivos ubicados sobre la pared, lo que les impide moverse de un lugar a otro. Suelen fijarse a la pared lo que permite actuar como soporte en el momento de ser instalados dentro de consultorio odontológico o él área radiológica (1,5).



Figura 14. Equipos Fijos Intraorales

Fuente : Henry Schein. Aparatos de Rayos X Intraorales [Internet]. 2022 [citado 27 octubre 2022].

4.2.2 2.5.1.2. Equipos Móviles

Los equipos intraorales móviles son aquellos que se pueden trasladar de un lugar a otro y que permiten tomar radiografías en cualquier ubicación fuera del consultorio odontológico, el transporte de equipos radiográficos es imprescindible en los establecimientos sanitarios que cuentan con unidades de cuidados intensivos, urgencias, quirófanos, y en cualquier caso no es posible trasladar al paciente desde su ubicación en el servicio de radiología. Dependiendo del tipo de zona requerida, se pueden encontrar varios

tipos de dispositivos portátiles, algunos de los equipos intraorales móviles más comunes (5):

- Equipos de radiografía intraoral inalámbricos: son equipos que utilizan tecnología inalámbrica para tomar imágenes radiográficas con la necesidad de cables y con mayor libertad de movimiento. Estos equipos son especialmente útiles en situaciones de emergencia y en lugares donde no hay acceso a una fuente de energía eléctrica (1).



Figura 15. Equipos Móviles

Fuente : Henry Schein. Aparatos de Rayos X Intraorales [Internet]. 2022 [citado 27 octubre 2022].

En resumen, los equipos intraorales móviles son herramientas útiles en la práctica odontológica, ya que permiten tomar radiografías en cualquier ubicación fuera del consultorio. Estos equipos son especialmente útiles en situaciones de emergencia y en pacientes que no pueden desplazarse hasta el consultorio odontológico (1).

4.2.3 2.5.1.3 Equipos Portátiles

Los equipos intraorales portátiles son dispositivos compactos, que permiten tomar radiografías intraorales fuera del consultorio odontológico. Estos equipos son muy útiles en situaciones de emergencia y en lugares donde no hay acceso a un equipo fijo de radiografía intraoral (5).



Figura 16. Equipos Portátiles

Fuente : Henry Schein. Aparatos de Rayos X Intraorales [Internet].
2022 [citado 27 octubre 2022].

- Los equipos intraorales portátiles con cables: incluyen un generador de rayos X, una unidad de control y un cable que conecta el generador y la unidad de control con el receptor de imagen. Estos equipos son fáciles de transportar y se pueden utilizar para tomar radiografías periapicales, interproximales y oclusales (1,21).

4.3. 2.5.2 Equipos extraorales

Los equipos extraorales son aquellos que utilizan receptores de imágenes que va fuera de la boca del paciente y abarcan cabeza y cuello de acuerdo a la imagen que se desea obtener (21).

4.3.1 2.5.2.1 Equipos 2D

Los equipos extraorales 2D son dispositivos que se utilizan para tomar radiografías en dos dimensiones. Estos equipos son muy útiles para obtener una imagen general de la boca, los dientes y los maxilares, lo que permite una mejor visualización de las estructuras dentales y óseas. Existen varios tipos de equipos extraorales 2D, que se diferencian principalmente por el tipo de imagen que producen (22).



Figura 17. Equipos Extraorales

Fuente : Henry Schein. Aparatos de Rayos X Intraorales [Internet].
2022 [citado 27 octubre 2022].

Uno de los tipos más comunes de equipos extraorales 2D es el panorámico dental. Este equipo toma una imagen panorámica de la

boca y los dientes, lo que permite al odontólogo obtener una vista general de la mandíbula, los maxilares, los dientes y los tejidos circundantes. El paciente se coloca de pie o sentado en un dispositivo que gira alrededor de la cabeza, mientras que el equipo toma múltiples imágenes para crear una imagen panorámica completa. El panoramizador dental es un equipo muy utilizado en odontología debido a su facilidad de uso, rapidez y baja dosis de radiación (1,23).

Otro tipo de equipo extraoral 2D es el cefalostato. Este equipo toma una radiografía lateral de la cabeza y el cuello, lo que permite al odontólogo evaluar la relación entre los huesos de la cabeza y el cuello, el tamaño y la posición de los dientes. El paciente se coloca de pie o sentado frente al equipo, que toma una imagen lateral de la cabeza mientras el paciente muerde en un soporte especial (1,23).

En resumen, los equipos extraorales 2D son herramientas muy útiles en la odontología, ya que permiten obtener imágenes detalladas de las estructuras dentales y óseas fuera de la boca del paciente. Los tipos más comunes de equipos extraorales 2D son el panoramizador dental, la cefalostato y el tomógrafo de haz cónico, cada uno con sus propias características y usos específicos en la práctica odontológica.

5. 2.6. HISTORIA DE LA PELÍCULA DE RAYOS X

En los años de 1896 a 1913, los paquetes de radiografías dentales eran placas fotográficas de vidrio o películas cortadas en piezas pequeñas y envueltas a mano en papel negro y hule. El embalaje

manual de las películas dentales intraorales de rayos X era un procedimiento que tomaba mucho tiempo (3) .

Kodak se fundó en 1888 con el propósito de producir películas fotográficas en Japón. Sin embargo, poco después de su fundación, la compañía comenzó a investigar y producir emulsiones fotográficas y pronto comenzó a producir películas fotográficas y películas negativas, en una etapa temprana, Kodak también se interesó en la película de rayos X, que eventualmente se usaría para tomografías computarizadas, inspección de equipaje y otros usos, como una extensión de su línea de películas. La compañía comenzó a producir películas de rayos X Kodak en 1920 (3).

En la actualidad, las películas utilizadas en radiografía dental han mejorado en gran medida comparando a las radiografías del pasado. Las películas actuales requieren de un tiempo de exposición mucho más corto, con lo que también se crea una exposición mucho menor del paciente frente a la radiación; estos nuevos productos requieren una quinta parte del tiempo de exposición que se necesitaba hace 25 años (1, 2).

6. 2.7. HISTORIA DE LAS TÉCNICAS RADIOGRÁFICAS DENTALES

En el campo de la odontología, se emplean varias técnicas intrabucales, tales como la técnica de la bisectriz, la técnica paralela y la técnica de aleta de mordida. Estas técnicas fueron creadas por diferentes odontólogos, entre ellos Weston Price de Cleveland, quien en 1904 introdujo la técnica de la bisectriz, y Howard Riley Raper, quien perfeccionó la técnica de bisectriz original y posteriormente, después de algunos años, desarrolló la técnica de aleta de mordida. Además, en 1913, Howard Riley Raper escribió uno de los primeros libros de texto sobre Radiología Dental (1,2).

En 1896, C. Edmund Kells presentó por primera vez la técnica de paralelismo que después de algunos años en 1920 fue utilizada por Franklin W. McCormack para la toma de placas dentales. En 1947, F. Gordon Fitzgerald, el "padre de la radiología dental moderna", reavivó el interés en la técnica paralela ya que introdujo la técnica con cono paralelo (1,2).

La técnica extrabucal más utilizada es la de radiografías panorámicas. El japonés Hisatugu Numata fue el primero que aplicó una exposición para una placa panorámica, en 1933, aunque colocó la película al lado lingual de los dientes. Yrjo Paatero de Finlandia se considera el "Padre de la radiografía panorámica" que experimentó con radiografías que eran formadas por un haz que pasaba por una ranura, intensificación de pantallas y técnicas de rotación (1,2).

7. 2.8. PELÍCULA DE RAYOS X DENTAL

La película de rayos X es un medio de registro y almacenamiento de imágenes radiográficas utilizado en la radiología dental. Este medio de registro se compone de dos capas de emulsión de haluros de plata recubiertas de una capa de soporte, y se utiliza para registrar las imágenes radiográficas de los pacientes. La emulsión de haluros de plata es sensible a la radiación ionizante y, cuando se expone a ella, se produce una reacción química que provoca la formación de una imagen (1,13).

La película de rayos X se utiliza en la radiología dental para obtener imágenes detalladas de la estructura ósea de la mandíbula y los dientes. Se coloca en la boca del paciente durante la exposición a los rayos X, y luego se procesa en un cuarto oscuro utilizando soluciones químicas para revelar la imagen. La imagen resultante se

puede utilizar para identificar problemas dentales y de la mandíbula, como caries, fracturas, abscesos y tumores (13).

La calidad de la imagen de la película de rayos X depende de varios factores, como la calidad de los rayos X utilizados, la técnica de exposición, la posición de la película y la calidad del procesamiento químico. La calidad de la imagen también puede verse afectada por la edad de la película, la exposición a la luz y la humedad (1,27).

A pesar de que la película de rayos X sigue siendo un medio de registro comúnmente utilizado en la radiología dental, su uso se ha reducido en los últimos años debido a la introducción de nuevas tecnologías como los sensores digitales y los sistemas de radiografía digital. Estos sistemas proporcionan una calidad de imagen superior, reducen el tiempo de exposición y eliminan la necesidad de procesamiento químico (13).

7.1. 2.8.1. Calidad Radiográfica

Existen parámetros a evaluar en la calidad de imagen radiográfica convencional:

Anatómicos: dependerá de la zona a radiografiar, estructuras óseas, grosor , etc.

Exposición: dependerá de factores como la densidad, contraste, detalle, nitidez, visibilidad, borrosidad y distorsión

Densidad: Se refiere al grado de oscurecimiento de una radiografía. Una densidad adecuada es importante para poder distinguir los detalles anatómicos. Una densidad excesiva puede hacer que la imagen sea muy oscura, mientras que una densidad insuficiente puede hacerla demasiado clara (1).

Contraste: Es la diferencia entre las áreas claras y oscuras en una radiografía. Un buen contraste permite una mejor visualización de las estructuras anatómicas, dependerá del kV que utilicemos (1).

Detalle: Se refiere a la capacidad de una radiografía para mostrar pequeñas estructuras y detalles anatómicos. Una buena calidad de detalle es esencial para un diagnóstico preciso.

Nitidez: Es la capacidad de los contornos de las estructuras para ser definidos y bien delimitados en una radiografía. Una imagen nítida facilita la identificación y evaluación de las estructuras anatómicas.

Visibilidad: Se refiere a la capacidad de una radiografía para mostrar adecuadamente las estructuras de interés. Una buena visibilidad implica una imagen clara y sin obstrucciones que permita una interpretación precisa (1).

Borrosidad: Es la falta de nitidez o la pérdida de detalles en una radiografía. La borrosidad puede deberse a movimientos del paciente, del equipo o de las estructuras internas. Una imagen borrosa puede dificultar la interpretación y el diagnóstico (1).

Distorsión: Es la alteración de la forma o tamaño real de las estructuras en una radiografía. La distorsión puede ocurrir debido a la posición incorrecta del paciente, la angulación del tubo de rayos X o la superposición de estructuras. La distorsión afecta la precisión de la imagen y puede dificultar la interpretación correcta, algunos ejemplos de estas son:

-Elongación. Ocurre cuando la angulación vertical es insuficiente o si el rayo central se dirige perpendicular al eje longitudinal del diente y no a la bisectriz imaginaria (14).

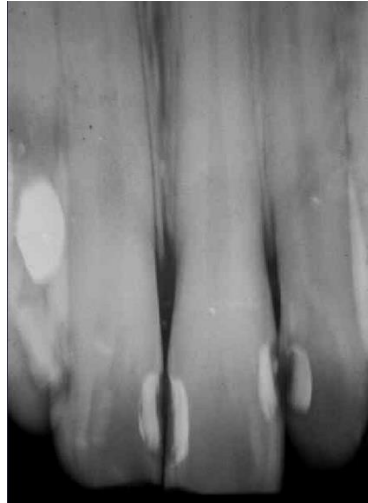


Figura 18. Elongación

-Escorzamiento. Producto de una angulación vertical excesiva o si el rayo central se dirige perpendicular al plano del receptor y no a la bisectriz imaginaria (20).



Figura 19. Escorzamiento

7.2. 2.8.2. La calidad de imagen radiográfica digital

- Brillo: Este término sustituye al de la densidad en la radiología convencional, las variaciones de mAs tiene efecto de control sobre el brillo de imágenes digitales , pueden ser corregidas mediante software

- **Contraste:** En la radiología digital, el contraste se puede mejorar y ajustar de manera más flexible en comparación con la radiología convencional.
- **Resolución:** Capacidad de distinguir visualmente un objeto, es la combinación de los factores tradicionales en la radiología convencional como lo es : tamaño focal del punto focal, factores geométricos , factores de movimiento y tamaño de pixel
- **Distorsión :** Inadecuada representación del tamaño o la forma del objeto.
- **Ruido:** Variaciones de densidad óptica , aleatorias en la imagen radiográfica que afectan la correcta interpretación.

7.3. 2.8.3. Película Radiográfica Duplicada

La película radiográfica duplicada es una herramienta valiosa en odontología y en otras especialidades médicas. Esta técnica permite la reproducción de imágenes radiográficas de alta calidad, lo que es útil para fines de diagnóstico y tratamiento (1,13).

La película radiográfica duplicada se utiliza cuando se necesita una copia de una radiografía existente. Este proceso es útil para enviar copias de las imágenes radiográficas a otros profesionales médicos, para el registro del paciente y para fines de seguimiento. También es útil en situaciones donde una radiografía original puede ser dañada o perdida (13).

La película radiográfica duplicada se realiza utilizando un proceso de copiado que implica la exposición de una película radiográfica en una caja de luz. La radiografía original se coloca sobre la caja de luz con la película duplicada encima. La luz pasa a través de la radiografía original y se expone en la película duplicada, creando una imagen similar a la original (1,13).

La calidad de la imagen de la película radiográfica duplicada depende de varios factores, incluyendo la calidad de la radiografía original, la calidad de la película duplicada y la técnica de copiado utilizada. Es importante tener en cuenta que la calidad de la imagen puede disminuir ligeramente con cada duplicación (13).

A pesar de que la película radiográfica duplicada es una técnica útil, su uso se ha reducido en los últimos años debido a la introducción de nuevas tecnologías como los sistemas de radiografía digital y los escáneres de tomografía computarizada (TC). Estos sistemas proporcionan una calidad de imagen superior y eliminan la necesidad de procesamiento químico (13).

En conclusión, la película radiográfica duplicada es una técnica valiosa en odontología y en otras especialidades médicas. Esta técnica permite la reproducción de imágenes radiográficas de alta calidad, lo que es útil para fines de diagnóstico y tratamiento. Sin embargo, su uso ha disminuido en los últimos años debido a la introducción de nuevas tecnologías (13).

7.4. 2.8.4. Película Radiográfica Intraoral

La película radiográfica intraoral es uno de los medios más comunes para la captura de imágenes radiográficas en odontología. Estas películas están diseñadas para adaptarse a la forma de la boca del paciente y permitir la captura de imágenes detalladas de los dientes, las raíces y las estructuras óseas circundantes (13).

La película radiográfica intraoral está compuesta de dos capas de emulsión de haluros de plata y un soporte de plástico flexible. Durante la exposición a los rayos X, la emulsión se somete a una

reacción química que produce una imagen de alta calidad de las estructuras dentales y óseas (13).

Las películas radiográficas intraorales están disponibles en diferentes tamaños para adaptarse a diferentes áreas de la boca. Por ejemplo, las películas periapicales se utilizan para capturar imágenes de un solo diente y su raíz, mientras que las películas oclusales se utilizan para capturar imágenes de toda la arcada dental y las estructuras óseas circundantes (13).

La calidad de la imagen de la película radiográfica intraoral depende de varios factores, como la calidad de los rayos X utilizados, la técnica de exposición, la posición de la película y la calidad del procesamiento químico. La calidad de la imagen también puede verse afectada por la edad de la película, la exposición a la luz y la humedad (13).

A pesar de que la película radiográfica intraoral sigue siendo un medio de registro comúnmente utilizado en odontología, su uso se ha reducido en los últimos años debido a la introducción de nuevas tecnologías como los sensores digitales y los sistemas de radiografía digital. Estos sistemas proporcionan una calidad de imagen superior, reducen el tiempo de exposición y eliminan la necesidad de procesamiento químico (13).

7.5. 2.8.5. Tamaños

Existen diferentes tamaños de película acorde a una dimensión promedio de la boca que son los siguientes:

- 22x35 mm (periapicales y aleta de mordida)
- 57x76 mm (occlusales)



Figura 20. *Tamaños de la Películas*

Fuente: Elaboración Propia

Empaquetamiento de la película Intraoral

Cada película Intraoral se empaqueta para protegerla de la luz y de la humedad, la película y su empaque que la rodea se conoce como el paquete de la película. En odontología existe una gran diferencia entre los términos “paquete de película” y “película”. Los paquetes de película intraorales suelen encontrarse disponibles en cantidades de 25, 100 o 150 películas por envase (1).

Los paquetes de las películas están empaquetados en bandejas de plástico o en cajas de cartón que nos permiten que se puedan reciclar. Estas cajas se encuentran identificadas con una etiqueta con el tipo de película, el número de películas por paquetes individuales, el número total de películas cerradas y la fecha de expiración de la película radiográfica (1).

Un paquete de película radiográfica intraoral está compuesto de cuatro elementos independientes:

1. Película de rayos X
2. Envoltura de papel de la película

3. Lámina de plomo
4. Envoltura exterior de la película exterior (1,2).

8. 2.9. PELÍCULA DE RAYOS X



Figura 21. Película de rayos X

La película intraoral de rayos X se compone de una doble emulsión y se usa en lugar de la película de emulsión simple debido a que requiere menos exposición a la radiación para producir una imagen. Cada paquete de películas puede contener una o dos películas dependiendo del tipo de paquete (1).

La película tiene un punto en relieve en una esquina que se usa para ayudar a la orientación de la película, al cual se lo conoce como punto de identificación. El lateral de la película en el que se alza el punto se colocará siempre hacia el haz de rayos X. Cuando se colocan las películas, este punto se dirige hacia el operador, y así las películas se disponen anatómicamente y se visualizan como si el operador estuviera de frente al paciente (4).

8.1. 2.9.1. Envoltorio de papel de película

El envoltorio de papel de la película sin el paquete es una lámina protectora que cubre a la película y la protege de la luz (1).

8.2. 2.9.2. Lámina de plomo

La lámina de plomo es una lámina de plomo delgada que se encuentra en el interior del paquete de la película, ubicada detrás de la envoltura de papel de protección. Su función principal es proteger la película de la radiación de retrodispersión (secundaria) y prevenir que se produzca un velado en la imagen de la misma (1,4).

8.3. 2.9.3. Paquete envoltorio externo

El paquete envoltorio externo es un paquete de vinilo blando o de plástico que ayuda a que se dé el sellado hermético del paquete de película, esta envoltura exterior sirve para proteger a la película de la exposición a la luz y a la saliva (1,4).

La envoltura exterior del paquete de la película radiográfica tiene dos partes:

1. Lado del tubo
2. Lado de la etiqueta

8.3.1 2.9.3.1. Lado del tubo

El lado del tubo es blanco y tiene una protuberancia en una esquina que corresponde como se mencionó anteriormente al punto de identificación en la película de rayos X. Cuando esta se coloca en la boca, el lado blanco (el lado que da hacia el tubo) de la película es el que debe estar frente a los dientes y al cabezal (10).

8.3.2 2.9.3.2. Lado de la etiqueta

El lado de la etiqueta de la película tiene una aleta utilizada para abrir el paquete de la película y que así se pueda remover antes de su procesamiento. El lado de la etiqueta tiene un código de color para poder identificar las películas fuera de los paquetes plásticos, los códigos de color nos ayudan para diferenciar los paquetes: de una película, dos películas y las películas rápidas (11).

Al momento de colocarlo en la boca, el lado del color codificado es decir el lado de la etiqueta del paquete debe hacer frente a la lengua. Puede ser fácil de recordar que el lado blanco de la película se adosa a las caras linguales de las piezas dentarias (12).

La siguiente información se encuentra impresa en la etiqueta del paquete:

- Un círculo o punto que corresponde con el punto de identificación de la película.
- La frase "hacia el lado opuesto del tubo"
- Nombre del fabricante
- Sensibilidad de la película
- Número adjunto de la película



Figura 2. Lado de la etiqueta

8.4. 2.9.5. Película Radiográfica Extraoral

La película radiográfica extraoral es un medio común utilizado en la captura de imágenes radiográficas en odontología y en otras especialidades médicas. A diferencia de las películas intraorales, las películas extraorales se utilizan para capturar imágenes más grandes de áreas más amplias de la cabeza y el cuello (13).

Estas películas están disponibles en diferentes tamaños y se pueden utilizar para capturar imágenes de la mandíbula, el maxilar, las articulaciones temporomandibulares (ATM) y las estructuras óseas de la cara. Las películas extraorales también se utilizan para la detección temprana de fracturas, infecciones y tumores en la cabeza y el cuello (13).

Las películas radiográficas extraorales consisten en una emulsión sensible a los rayos X que se encuentra entre dos capas de material de soporte. Durante la exposición a los rayos X, la emulsión se somete a una reacción química que produce una imagen de alta calidad de las estructuras óseas (13).

La calidad de la imagen de la película radiográfica extraoral depende de varios factores, como la calidad de los rayos X utilizados, la técnica de exposición, la posición de la película y la calidad del procesamiento químico. La calidad de la imagen también puede verse afectada por la edad de la película, la exposición a la luz y la humedad (13,27).

A pesar de que las películas radiográficas extraorales siguen siendo un medio comúnmente utilizado en odontología y otras especialidades médicas, su uso se ha reducido en los últimos años debido a la introducción de nuevas tecnologías como los sistemas de radiografía digital y los escáneres de tomografía computarizada (TC). Estos sistemas proporcionan una calidad de imagen superior, reducen el tiempo de exposición y eliminan la necesidad de procesamiento químico (13).

8.5. 2.9.6. Composición de la película dental radiográfica

La película de Rayos X que es utilizada en odontología está compuesta por cuatro componentes básicos

1. Una base de la película
2. Una capa adhesiva
3. Emulsión de la película
4. Una capa protectora

8.5.1 2.9.6.1. Base de la película

La película dental tiene una base de plástico flexible hecha de poliéster de 0.2 mm de grosor que puede soportar el calor, la humedad y la exposición química. La base es transparente con un tinte azul ligero que mejora el contraste y la calidad de la imagen. Además de dar soporte a la emulsión, la base proporciona resistencia y estabilidad a la película (1,5).

8.5.2 2.9.6.2. Capa adhesiva

La capa adhesiva es una capa delgada que presenta un material adhesivo que cubre los dos lados de la base de la película radiográfica. Esta capa adhesiva se añade a la base de la película antes de colocar la emulsión y nos ayuda a fijar la emulsión a la base de la película radiográfica (1).

8.5.3 2.9.6.3. Emulsión de la película

La emulsión de la película es un revestimiento que está unido a ambos lados de la base de la película por la capa de adhesivo para poder dar a la película una mayor sensibilidad a la radiación X. La emulsión es una mezcla homogénea compuesta por gelatina y cristales de hialuro de plata (1).

- **Gelatina**

La gelatina está hecha de piel y huesos que después de la cocción dan un líquido viscoso en el que los cristales de la emulsión fotográfica pueden distribuirse uniformemente y al enfriarse dan una masa viscosa y la consistencia permite controlar fácilmente su espesor. Se utiliza para dispersar y suspender uniformemente millones de cristales microscópicos que son de hialuro de plata sobre la base de la película. Durante el procedimiento del procesamiento de la película la gelatina cumple la función de absorber las soluciones de procesamiento y permite que los productos químicos reaccionan con los cristales de hialuro de plata (2,6).

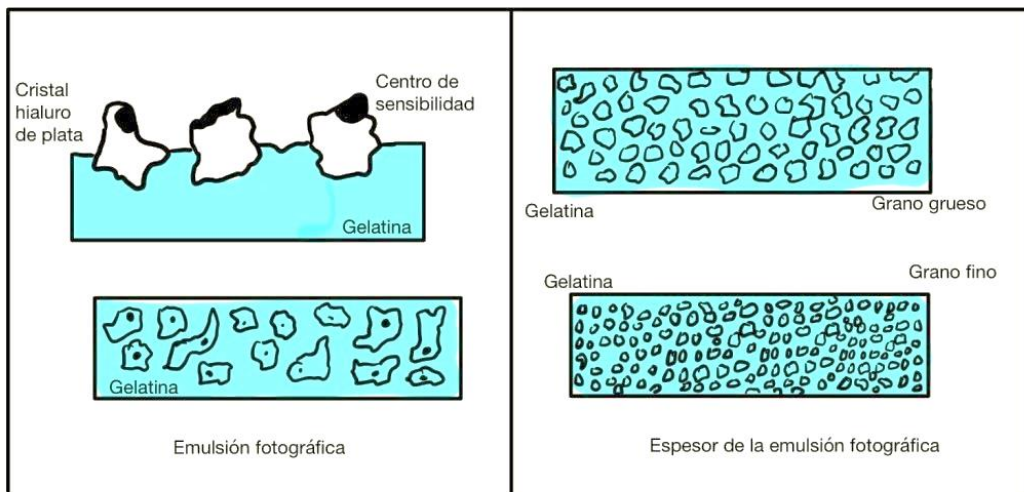


Figura 23. Componentes de la Gelatina

Fuente: Elaboración Propia

- **Cristales de hialuro**

Los cristales de hialuro son los componentes fundamentales de la emulsión fotográfica que se utiliza en la fabricación de las películas radiológicas. Estos cristales están hechos de sales de plata, como el bromuro de plata (AgBr) y el yoduro de plata (AgI). Durante la exposición a los rayos X, estos cristales absorben la energía de la

radiación y la convierten en una imagen latente en la película. La cantidad y el tamaño de los cristales de haluro en la emulsión afectan la calidad de la imagen radiográfica resultante (1).

Los cristales de haluro de plata, que consisten en bromuro de plata (AgBr) y yoduro de plata (AgI), son los componentes de la emulsión de la película de rayos X. Normalmente, la emulsión contiene entre el 80% y el 99% de bromuro de plata y entre el 1% y el 10% de yoduro de plata. Durante la exposición a los rayos X, estos cristales absorben la radiación y almacenan su energía (1).

- **Capa protectora**

es una capa delgada, transparente que se coloca sobre la emulsión, esta nos ayuda a proteger la superficie de la emulsión de la manipulación que se realiza, así como de los daños mecánicos y el procesamiento, por lo general suele ser una sola capa de gelatina caliente encima de la emulsión anterior (1).

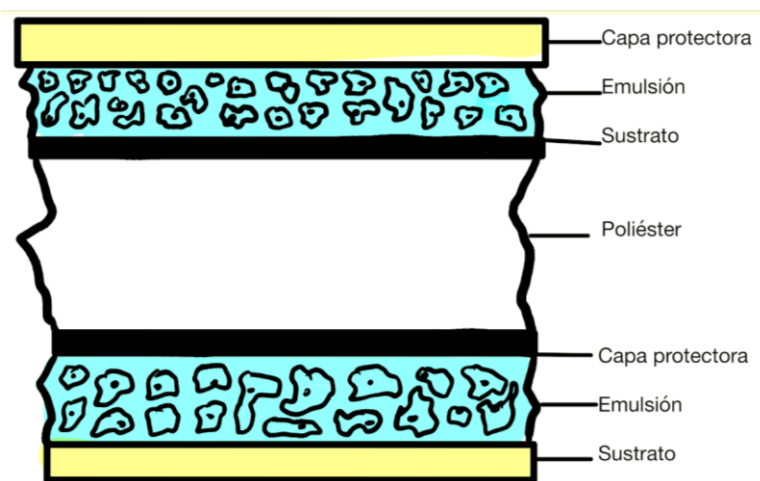


Figura 24. Base de la película radiográfica

Fuente: Elaboración Propia

9. 2.10. TIPOS DE PELÍCULAS RADIOGRÁFICAS

Se clasifican básicamente según el número de emulsiones fotográficas que pueden producir, por lo que clásicamente podemos distinguir dos tipos diferentes de película de rayos X (6,7):

9.1. 2.10.1. Película de doble emulsión

Las películas de rayos X de doble emulsión son las más utilizadas en el diagnóstico médico de rayos X y consisten en películas cuyos sustratos están recubiertos en ambos lados con una emulsión fotosensible (7).

Este tipo de película siempre debe usarse con dos pantallas mejoradas, dispuestas en un lado. Cada lado está en estrecho contacto con cada emulsión (7).

9.2. 2.10.2. Película de emulsión simple

La película en la que solo se coloca una emulsión fotosensible en un lado de un sustrato de poliéster se denomina película de "emulsión simple". Su estructura es diferente a la vista de la parte anterior, ya que, en el lado de la base de poliéster, donde no hay emulsión fotosensible, se coloca una capa denominada capa antihalo (7).

Este tipo de película se utiliza en radiografía directa o sin pantalla, o con chasis que constan de una sola pantalla reforzada (7).

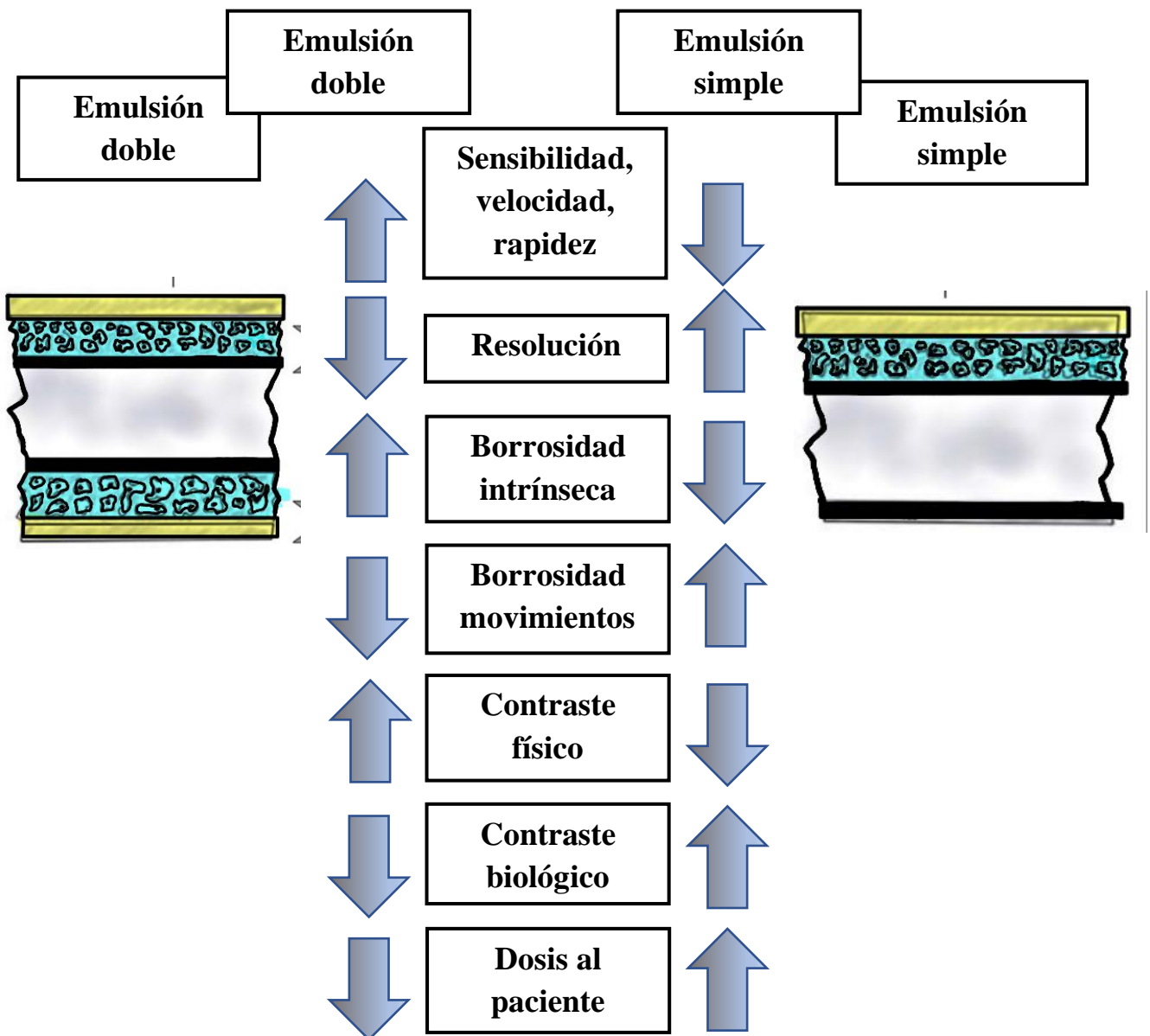


Tabla 2. Diferentes características de la película radiográfica según su emulsión fotográfica

Fuente: Elaboración Propia

10.2.11. FORMACIÓN DE LA IMAGEN LATENTE

Los cristales de haluro de plata son responsables de absorber los rayos X durante la exposición y de almacenar la energía de la

radiación. La cantidad de energía que se almacena en los cristales de haluro de plata depende de la densidad de los objetos presentes en el área expuesta. Si los objetos son densos y absorben los rayos X, los cristales de haluro de plata no recibirán mucha radiación y por lo tanto, no estarán energizados (1,6).

Por otro lado, si los objetos son menos densos y permiten que los rayos X los atraviesen, los cristales de haluro de plata recibirán más radiación y se energizarán más. Esta energía almacenada crea un patrón invisible en la emulsión de la película, conocido como imagen latente.⁷

La imagen latente permanece invisible dentro de la emulsión hasta que se somete a los procedimientos de procesamiento químico. Cuando la película expuesta con la imagen latente se procesa, se genera lo que se conoce como la imagen visible (1).

11.2.12. EQUIPOS CONVENCIONALES Y ACTUALES DE RADIOLOGÍA DENTAL.

La radiología dental es sumamente importante en el ámbito de la odontología, ya que prácticamente cada dentista toma personalmente sus propias radiografías (12).

Desde hace algunos años, los sistemas radiográficos a base de películas han sido utilizados en el medio de la salud oral. Una vez irradiadas, estas películas son procesadas químicamente e interpretadas en un negatoscopio. El procesamiento químico de estas películas consume tiempo y más aún el procesamiento químico que requiere de una técnica sensible, que puede causar por falta de tiempo la pérdida de visibilidad de patologías (13).

La radiología digital se introdujo en odontología a finales de los años ochenta y está reemplazando a la película radiográfica. El proceso digital de estas radiografías hace que el procesado, la exhibición y el archivado de todas las imágenes sea más fácil ya que los pasos son automatizados en su mayor parte (7).

Una de las ventajas de estos equipos digitales es la posibilidad de poder modificar el contraste y el brillo de las imágenes, y en la mayoría de los casos existen algunos filtros pre programados para mejorar la interpretación de la imagen, que en cierta forma pueden compensar una sub o sobreexposición, para mayor entendimiento se muestra en el siguiente cuadro entre la radiología digital y la convencional (14,16).

Tabla 1. *Ventajas de la Radiología Digital*

1. Reducir la dosis de exposición	1. Coste económico
2. Eliminar el procesado químico	2. Manipulación cuidadosa
3. Captura rápida de imágenes	3. No valor jurídico
4. Reutilizar	4. "Control de la infección"
5. Almacenamiento	5. "Resolución inferior"
6. Procesamiento de imágenes	

Las imágenes producidas por el sistema digital son excelentes en términos de nitidez, contraste, detalle y variación de densidad, requieren menos radiación que la radiografía convencional. Esto ya reduce el riesgo de los exámenes de pacientes y hace que el entorno

de trabajo de los técnicos sea más seguro. Además, dado que las imágenes se generan instantáneamente en la computadora, se pueden enviar rápidamente a los radiólogos.¹⁵ El profesional envía rápidamente el informe médico a un especialista a distancia o al médico responsable del paciente, quien puede realizar un diagnóstico e iniciar el tratamiento adecuado, haciendo más ágil y eficiente todo el proceso asistencial. La movilidad de todos estos archivos radiográficos digitales se ve facilitada por el Sistema de Comunicación y Almacenamiento Digital (PACS) integrado en el Sistema de Información Radiológica (RIS) utilizado por los servicios médicos de todo el mundo, siguiendo el modelo de calidad establecido por Digital Imaging and Communication Medicine (DICOM). De esta forma, el mecanismo aumenta la productividad en términos de tiempo de procesamiento y transporte (16).

11.1. 2.12.1. Sensores Digitales

El sensor digital es una tecnología relativamente nueva en la industria de la imagen médica y ha revolucionado la forma en que se capturan y se procesan las imágenes radiográficas. La historia del sensor digital se remonta a la década de 1980, cuando los investigadores comenzaron a buscar formas de mejorar la calidad de las imágenes radiográficas y reducir el tiempo de exposición a la radiación (16,28).

En 1987, la compañía americana Foveonics presentó el primer sensor digital para la imagenología médica. El dispositivo, llamado Foveon X3, fue el primer sensor que permitió la captura de imágenes radiográficas de alta resolución con una dosis de radiación significativamente menor. Este sensor utilizó un circuito integrado de silicio que convirtió los rayos X en señales eléctricas, las cuales fueron procesadas para generar una imagen digital (16).

A pesar de su capacidad para reducir la exposición a la radiación, el sensor Foveon X3 no fue ampliamente adoptado por la industria médica debido a su alto costo. Sin embargo, sentó las bases para el desarrollo posterior de sensores digitales más accesibles (16).

En la década de 2000, los sensores digitales comenzaron a reemplazar gradualmente los sistemas de película radiográfica convencionales en la industria médica. Los sensores digitales proporcionaron una imagen radiográfica de mayor calidad y permitieron la edición y el procesamiento de la imagen en tiempo real (28).

En la actualidad, los sensores digitales son ampliamente utilizados en la industria médica, incluyendo la radiología dental, la radiología general, la radiología de mama y la tomografía computarizada. Los avances en la tecnología de los sensores digitales continúan mejorando la calidad de las imágenes médicas y reduciendo la dosis de radiación para los pacientes (16).

Los sensores digitales son dispositivos que convierten señales físicas en señales digitales para su procesamiento y almacenamiento. La tecnología de punta del sensor de radiografía dental digital emplea avanzados sistemas que convierten las señales de rayos X en señales digitales de alta calidad, generando imágenes precisas y detalladas en tiempo real. Esto posibilita un diagnóstico más preciso y efectivo en el tratamiento dental, además su diseño ergonómico y fácil manejo lo hacen ideal para cualquier consulta dental. El sensor se adapta a una amplia variedad de necesidades de radiología dental, y puede ser usado como un sensor radiovisiográfico (16).

El sensor radiográfico es una herramienta utilizada en radiología dental para capturar imágenes detalladas de dientes y estructuras orales. Su funcionamiento se basa en la captura de rayos X que

atraviesan los tejidos y dientes del paciente, los cuales son convertidos en señales eléctricas visibles en un monitor. En comparación con los sensores radiográficos convencionales, la radiografía digital es una tecnología avanzada que permite la obtención de imágenes de mayor calidad y una mayor facilidad de uso (16,28).

12. 2.13. SISTEMA RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL

La radiografía convencional utiliza la emisión de fotones de radiación (en el caso de los rayos X) y su interacción con el tejido humano para producir imágenes. Los rayos X emitidos son parcialmente absorbidos por los organismos vivos, pero algunos logran atravesar el material y chocar con la película de rayos X. En ese momento, sensibiliza las sales de plata que contiene y las quema. Debido a que cada estructura del cuerpo humano (ya sea grasa, muslos, huesos, tejido pulmonar pulido con chorro de arena, etc.) absorbe una cantidad diferente de radiación, la película se quema según este estándar. De esta manera, se creó una imagen de todas las estructuras alcanzadas por el rayo (16).

Para que la imagen fuera visible, es necesario revelar la película y hacer una reproducción en escala de grises. En esta paleta, el tono más cercano al blanco representa el material denso que absorbe toda la radiación y evita que la película se quemara. Los tonos más oscuros indican que la mayoría de los rayos X lograron atravesar la estructura y quemar la película, formando una estructura menos densa (16).

12.1. 2.13.1. Procesado de la imagen radiográfica

El procesado de la imagen radiográfica es el conjunto de técnicas y procedimientos que se utilizan para transformar la imagen latente

captada en una placa radiográfica en una imagen visible y útil para el diagnóstico. Estos procedimientos incluyen:

1. Revelado
2. Fijado
3. Lavado
4. Secado
5. Visualización

En el revelado, se sumerge la placa radiográfica en una solución química para estimular la formación de la imagen latente, que se origina a partir de la exposición de la película a los rayos X. El fijado implica el uso de una solución química para detener la acción del revelador y eliminar el exceso de haluros de plata no expuestos. Luego, se lleva a cabo el lavado para eliminar cualquier residuo químico que pudiera afectar la calidad de la imagen. Después del lavado, la película se seca en una sala oscura para evitar la exposición a la luz, y finalmente se visualiza la imagen radiográfica (1).

12.2. 2.13.2. Placa de Fósforo

La placa de fósforo es un dispositivo utilizado en radiología dental para obtener imágenes de alta resolución de los dientes y las estructuras orales. Esta tecnología, también conocida como radiografía computarizada (CR), se desarrolló a partir de la tecnología de los tubos de rayos X en la década de 1980 (10).

Antes de la invención de la placa de fósforo, se utilizaban películas radiográficas convencionales para capturar imágenes de rayos X. Sin embargo, estas películas eran difíciles de manejar y procesar, y también requerían una gran cantidad de exposición a los rayos X para producir imágenes de calidad. Esto resultaba en una mayor

exposición del paciente a la radiación y aumentaba el tiempo de espera para obtener los resultados (10).

La primera versión de la placa de fósforo se desarrolló en Japón en la década de 1980. En este sistema, se utilizó una placa de vidrio recubierta con una capa de material sensible a los rayos X, similar a la emulsión que se utiliza en las películas radiográficas convencionales. Esta placa se colocaba dentro de un cassette de plomo para protegerla de la exposición a la luz y se exponía a los rayos X durante el procedimiento radiográfico (10).

Una vez expuesta, la placa se colocaba en un escáner de placa de fósforo, que utiliza un láser para leer la información almacenada en la placa. La señal eléctrica resultante se procesaba en un ordenador, lo que permitía visualizar la imagen en una pantalla y mejorar la calidad de la imagen mediante ajustes de brillo y contraste (10).

A medida que la tecnología avanzó, se desarrollaron mejoras en la placa de fósforo para mejorar su capacidad para capturar imágenes de alta calidad con menor exposición a la radiación. Esto incluyó el uso de placas de fósforo más sensibles y un escáner láser más potente para leer la información almacenada en la placa (10).

A pesar de sus limitaciones, la placa de fósforo sigue siendo una herramienta valiosa en la radiología dental. Es especialmente útil en situaciones en las que se requiere una imagen inmediata, como en emergencias dentales o en la toma de imágenes en pacientes que no pueden ser sometidos a radiografías convencionales debido a su estado de salud. También es más económica que los sistemas de radiografía digital más avanzados, lo que la hace más accesible para muchas clínicas dentales (10).

La placa de fósforo es una placa que contiene partículas de fósforo, que se cargan positivamente cuando se exponen a los rayos X. La

exposición a los rayos X en la placa crea una imagen latente en la misma, que se puede leer mediante un escáner específico (10).

Esta herramienta ha evolucionado a lo largo de los años, desde el uso de placas de fósforo a la digitalización de imágenes. La radiografía digital ha reemplazado en gran medida a la placa de fósforo, ya que permite la captura de imágenes de alta calidad de manera más rápida y eficiente. Sin embargo, la placa de fósforo todavía se utiliza en algunos casos específicos (10).

La ventaja principal de la placa de fósforo es la reducción de la dosis de radiación que recibe el paciente en comparación con los sistemas de radiografía convencionales. La placa de fósforo también ofrece una mayor calidad de imagen que los sistemas de radiografía convencionales y es más fácil de manejar. Además, la placa de fósforo es una opción más económica que la radiografía digital, lo que la hace atractiva para algunas clínicas dentales (10).

En cuanto a su uso, la placa de fósforo es fácil de colocar en la boca del paciente y se puede utilizar para capturar imágenes de todo tipo de dientes y estructuras orales. La placa de fósforo es una herramienta muy versátil en la radiología dental, y puede utilizarse para una amplia variedad de situaciones, incluyendo el diagnóstico de caries, enfermedades periodontales y problemas en los dientes de la mordida (10).

Aunque la placa de fósforo ofrece una serie de ventajas, también presenta algunas limitaciones. Una de las principales desventajas es el tiempo que se necesita para procesar la imagen. La placa de fósforo debe ser procesada manualmente en un escáner específico, lo que lleva más tiempo que la captura y procesamiento de imágenes digitales (10).

Otra desventaja es que la placa de fósforo es un material frágil, por lo que se deben tomar precauciones para evitar que se rompa.

También se debe tener en cuenta que la placa de fósforo es un material reutilizable, pero con el tiempo puede perder calidad y ser necesario reemplazarla (10).

13. REFERENCIAS

1. Iannucci JM, Howerton LJ. Radiografía Dental - Principios y técnicas. AMOLCA ed. Cruz GS, editor. New York: Amolca ; 2013.
2. Dávalos Villca Maybeli Vivian¹. Historia de la Radiología. Rev. Act. Clin. Med [periódico na Internet]. [citado 2023 Jan 17].
3. Binda MC. Historia de la Radiología. Rev Argent Radiol / Argent J Radiol [Internet]. 2018 [citado el 17 de enero de 2023];82(01):053–4. Disponible en:
<https://www.acronline.org/Nosotros/Historia-de-la-Radiolog%C3%ADa>
4. Bolaños, M. Arévalo,L. Evaluación de un equipo de radiografía dental intraoral en javesalud ips usando la norma técnica iec. Colombia (2016) [Internet]
5. GIL GAYARRE, M y cols., (2002).- Manual de Radiología clínica (2 ed).Harcourt, Madrid.

6. Baños MA. TEMA 10 LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA
[Internet]. Webs.um.es. [citado el 20 de enero de 2023].
7. Aoki, T., Decker, E. y McClements, D.J. 2005. Influence of environmental stresses on stability of O/W emulsions containing droplets stabilized by multilayered membranes produced by a layer-by-layer electrostatic deposition technique. Food Hydrocolloids. 19: 209-220.
8. Sanitas. , tipos de radiografías dentales existen [Internet]. Sanitas. (2017)
9. Beneyto YM. EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA DENTAL INTRAORAL TRAS LA INSTAURACIÓN DE LA NUEVA LEGISLACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD [Internet]. Digitum.um.es.
10. Barbieri Petrelli G, Flores Guillén J, Escribano Bermejo M, Discepoli N. Actualización en radiología dental: Radiología convencional Vs digital. Av Odontoestomatol [Internet]. 2006 Abr [citado 2023 Ene 20] ; 22(2): 131-139.

11. Guzmán Zuluaga CL, Contreras Escobar CA, Rabanal Vera CP. Radiología clínica oral y maxilofacial. Amolca ed. M GSC, editor. Santiago de Chile : Amolca ; 2019.

12. Whaites E, Drage N. Fundamentos de radiología dental. Elsevier ed. Rodríguez AIT, editor. Barcelona - España : Elsevier; 2021.

13. White SC, Pharoah MJ. Radiología oral - Principios e Interpretación. Elsevier Science ed. Bascones A, editor. Madrid - España: Elsevier Science; 2014.

14. Hall E, Giaccia A. Radiobiology for the radiologist. Lippincott Williams & Wilkins. 2006; 6.

15. Kaeppler G, Vogel A, Axmann-Krcmar D. Intraoral storage phosphor and conventional radiography in the assessment of alveolar bone structures. Dentomaxillofac Radiol. 2000 Nov;29 (6):362-7.

16. Gijbels, F. Jacobs, Reinhilde. Uso de quipos radiográficos digitales extraorales en la clínica dental. Anuario sociedad de radiologia oral y maxilo facial de chile. Vol. 7 (2004).)
[Internet]

17. Iannucci JM, Howerton LJ. Radiografía Dental - Principios y técnicas. New York: Amolca; 2013.
18. Mamoun JS. Assembly and Clinical Use of the XCP Dental X-Ray Film Holder and Orientation Devices in Dentistry. Dent Assist. 2011; 80(1):8-10.
19. Fuentes R, Arias A, Borie E. Panoramic Radiographs: An Invaluable Tool for the Study of Bone and Teeth Components in the Maxillofacial Region, Int J Morphol. 2021; 39(1):268-273
20. Guzmán CL, Contreras CA, Rabanal CP. Radiología clínica oral y maxilofacial. Santiago de Chile: Amolca; 2019.
21. Shahbazian M, Vandewalle KS. Portable dental X-ray systems: a review. Radiol Technol. 2017; 88(6): 583-597.
22. Kaur S, Chaudhary S, Singh P, Singh G. Portable Dental X-ray Machines. Int J Sci Stud. 2015; 3(6): 73-76.
23. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. Dent Clin North Am. 2008; 52(4): 825-841.

24. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(3): 257-265.
25. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(1): 106-114.
26. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19(2): 228-231.
27. Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, Ganz SD, Hildebolt C, Scarfe WC. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012; 113(6): 817-826.
28. Park, S., & Moore, J. (2005). Digital radiography in dentistry: a review of the recent literature. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(5), 479-488.
29. Moores, B.M. and Owens, R. *Introduction to Radiologic Technology*, 7th edition. St. Louis, MO: Elsevier, 2017.
30. Asociación Latinoamericana de Radiología Odontológica (ALRO). (2015). Radiología dental en Centroamérica : Una revisión histórica. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 72(2), 93-97.

Autorización de publicación en el repositorio institucional

Juan Manuel Campoverde Prado portador de la cédula de ciudadanía N° **0105682744**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **Capítulo II: ¿Cuáles son los equipos usados en radiología dental y maxilofacial? del libro “Rompiendo mitos de la radiología dental y maxilofacial”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de agosto del 2023

F: 

Juan Manuel Campoverde Prado

C.I. 0105682744

