



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

INNOVACIONES RADIOLÓGICAS APLICADAS AL
TRATAMIENTO DE ENDODONCIA.

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

SONIA EDITH ZAPATA PÉREZ

TUTORA : C.D. ALEJANDRA RODRÍGUEZ HIDALGO.

MÉXICO D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

En primer lugar quisiera dedicar este trabajo a mis padres por que sin su apoyo, amor y confianza no hubiera sido posible la realización de mis estudios.

Agradezco a mi papá por enseñarme que la vida esta llena de retos que tenemos que afrontar por muy difíciles que estos sean, por todos los valores que en mi inculcaste y por que tu ausencia y recuerdo me impulsan a luchar por este nuestro sueño en común.....

A mi mamá Esperanza por ser mi fortaleza y mi motivación , por todo el amor que siempre estas dispuesta a dar, por que tu presencia aligera las adversidades, por eso y más este logro es tuyo también.

A mis hermanos Roberto, Juan Carlos y Víctor Hugo gracias por compartir tantos momentos , por brindar su apoyo incondicional y por ser las personas más importantes que tengo.

Quiero agradecer también a María de los Angeles Hernández y a Gabriela Valladares por estar siempre cuando más las necesito, gracias por la amistad, la lealtad, por compartir risas y llanto por brindar siempre una palabra de apoyo, un consejo y por simplemente escuchar...

A Héctor De la Rosa que siempre tienes tu hombro dispuesto, por enseñarme que con amor todo se puede lograr , por tu gran nobleza y por todo el apoyo recibido durante la licenciatura y en la realización de este trabajo, muchas gracias.

A todos mis amigos que siempre tienen una palabra de aliento, para impulsarme a continuar, siempre los tengo presentes.

A la Dra. Alejandra Rodríguez Hidalgo por su ayuda en la realización de esta Tesina y por su interés en la enseñanza de una Endodoncia innovadora y de excelente calidad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me permitió poder formar parte de ella, por los conocimientos que en sus aulas adquirí, la práctica que en sus clínicas desarrolle y por enseñarnos ha brindar un servicio a los demás.

Y muy especialmente agradezco a Dios por la vida por todos los retos y experiencias vividas que nos permiten crecer y ser mejores seres humanos, infinitamente gracias por permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Sonia Edith Zapata
Pérez

FECHA: 8/11/07

FIRMA: 

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
1 HISTORIA DE LA RADIOLOGÍA.....	8
1.1 Imagen radiográfica.....	11
1.2 Características de la imagen radiográfica	12
2 GEOMETRIA DE LA PROYECCIÓN.....	16
2.1 Técnica de paralelismo.....	16
2.2 Imagen ortorradial.....	17
2.3 Imagen mesiorradial y distorradial.....	18
2.4 Aditamentos	19
2.5 Técnica de bisectriz.....	21
2.6 Tamaños de películas.....	23
2.7 Radiación x.....	25
2.8 Aplicación de la Radiología en Endodoncia.....	26
3 RADIOLOGÍA DIGITAL.....	28
3.1 Radiología Digital Directa (RDD).....	29
3.2 Radiología Digital Indirecta (RDI).....	30
4 RADIOVISIÓGRAFO.....	31
4.1 Características generales.....	31
4.2 Componentes del Radiovisiógrafo.....	33
4.3 Propiedades del Radiovisiógrafo.....	38
4.4 Ventajas.....	44
4.5 Desventajas.....	45

5 RADIOGRAFÍAS DE FÓSFORO.....	47
5.1 Características generales.....	47
5.2 Ventajas.....	51
5.3 Desventajas.....	52
6 TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.....	53
6.1 Características generales.....	53
6.2 TAC en Endodoncia.....	59
6.3 Tomografía Microcomputarizada.....	61
6.4 Ventajas.....	66
6.5 Desventajas.....	66
CONCLUSIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

INTRODUCCIÓN.

Desde el descubrimiento de los rayos x en el año de 1895 por Wilhem Conrad Roentgen estos han sido de gran importancia para la Medicina y la Odontología, utilizando la imagen radiográfica como apoyo al diagnóstico y al plan de tratamiento.

En la actualidad la Radiología ha tenido grandes avances con el desarrollo de imágenes digitales adquiridas por medio de equipos de alta tecnología, que nos permiten la obtención de imágenes instantáneas, una mejora de la misma, un almacenaje, así como la transmisión de la imagen en un formato digital.

En el área de Endodoncia utilizamos las radiografías como un método auxiliar del diagnóstico, siendo un elemento imprescindible antes, durante y después del tratamiento de conductos radiculares.

En el diagnóstico podemos determinar la anatomía radicular, la diferenciación de otras estructuras normales o anormales, así como la identificación de la patología pulpar, valorar la forma dirección y número de conductos radiculares, fracturas, etc.

Durante la fase terapéutica la toma de radiografías nos ayuda a determinar la longitud de trabajo, la localización de los conductos u evaluación de la obturación. Posteriormente podemos llevar un control del tratamiento para evaluar el estado periapical.

Por lo tanto es de suma importancia la obtención de radiografías de excelente calidad para determinar un diagnóstico certero y evitar tratamientos mal realizados.

Con los nuevos sistemas de radiografías digitales se presentan ventajas que nos facilitan el tratamiento endodóntico entre ellas encontramos: mayor velocidad para adquirir la imagen, eliminación de procesado, se reduce la exposición del paciente y del Cirujano Dentista a la radiación además de contar con una visualización digital y tridimensional para el estudio de la morfología de los órganos dentales.

En el presente trabajo ofreceremos una visión actualizada de los sistemas digitales disponibles en la actualidad además evaluaremos las ventajas que nos proporcionan en el área endodóntica.

1 HISTORIA DE LA RADIOLOGÍA.

En 1895 el físico alemán Wilhem Conrad Roentgen, experimentaba con la producción de rayos catódicos (corrientes de electrones); utilizando un tubo de vacío, una corriente eléctrica y una pantalla cubierta por cristales de platino-cianuro de bario.¹

Roentgen observó en el tubo de vacío que los rayos catódicos se veían como chorros de luz que pasaban de un extremo a otro en el tubo, durante el experimento noto un brillo débil que se originaba de las pantallas ubicadas a unos metros del tubo, fue entonces cuando se percató que “algo” que salía del tubo tocaba la pantalla y originaba un brillo o fluorescencia.¹

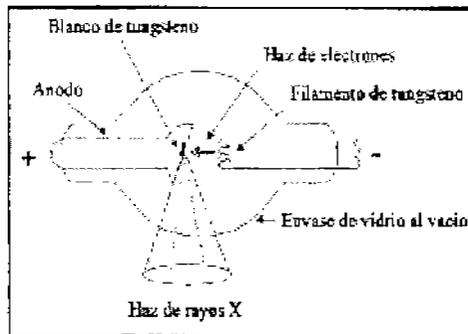


Fig.1. Imagen de un tubo al vacío y la producción de rayos x.

El físico concluyó que la fluorescencia se debía a algún rayo "desconocido" y continuando con sus experimentos reemplazo las pantallas por placas radiográficas y fue así como el 8 de noviembre de ese mismo año investigando el poder de penetración de los rayos catódicos descubrió que al

colocar objetos entre el tubo y la placa las imágenes se podían registrar de manera permanente en la película radiográfica.²

Fue entonces cuando tomó la primera radiografía del cuerpo humano colocando la mano de su esposa en la película radiográfica y exponiéndola por un lapso de 15 minutos a los rayos desconocidos.¹

Roentgen llamó a su descubrimiento como rayos x, la "x" por las propiedades desconocidas de los rayos y en homenaje a la incógnita matemática.¹



Fig. 2. Primera radiografía carpal tomada por William C. Roentgen a la mano de su esposa.

Descubiertos los rayos x, Odontólogos e investigadores siguieron con investigaciones para que estos rayos fueran de utilidad en el área dental, sin embargo al ser deficiente la información del peligro por el uso indiscriminado de los rayos x muchos de estos investigadores perdieron la vida por la sobreexposición.

Posteriormente al descubrimiento de los rayos x, el odontólogo Otto Walkhoff se tomó la primera radiografía dental, colocándose una placa radiográfica en la boca y exponiéndose durante 25 minutos a los rayos x. ¹

Por su parte el médico W .J. Morton tomó una radiografía dental a un cráneo y fue el primero en tomar la primera radiografía de cuerpo entero. En 1896 C. Edmund Kells fue el primer odontólogo que le dio uso práctico a la radiografía dental, sin embargo la dedicación de Kells por lograr el desarrollo de la Radiología en el área dental le llevó a adquirir cáncer y ha perder el brazo por la sobreexposición a la radiación. ¹

William H. Rollins, fabricó la primera unidad de rayos x y la quemadura en una de sus manos por los rayos x le llevó a interesarse por la producción de dichos rayos, posteriormente publicó un informe sobre los peligros relacionados por la sobreexposición a la radiación. ¹

Frank Van Woert fue el primer odontólogo en utilizar películas radiográficas intrabucales.

Howard Riley Raper fundó el primer curso de Radiología dental para estudiantes de licenciatura.

En 1923 fue fabricado el precursor de todos los aparatos de rayos x y en 1957 se introdujo el aparato de kilovoltaje variable. ¹

La Radiología desde su descubrimiento es una ciencia que sigue en constante evolución ya que actualmente los avances tecnológicos nos permiten el uso de aparatos sofisticados que nos facilitan el tratamiento odontológico. ¹

1.1 IMAGEN RADIOGRÁFICA.

La imagen radiográfica es la sombra de un objeto tridimensional que se observa bidimensionalmente, contiene varios tonos de gris así como blanco y negro que se denominan radiopaco y radiolucido y se definen de la siguiente manera: ³

Radiopaco. Se utiliza para referimos a la parte más clara o blanca de la radiografía, las estructuras radiopacas son densas por lo que impiden el paso del haz de rayos x, estas estructuras son el esmalte, la dentina, el hueso, materiales como la gutapercha y metales. ¹

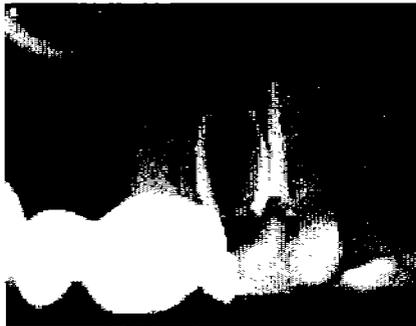


Fig. 3. Imagen que muestra materiales radiopacos gutapercha y metal.

Radiolúcido. Se refiere a la parte oscura o negra en la radiografía las estructuras radiolucidas no presentan densidad y permiten el paso del haz de rayos x, por ejemplo el espacio del aire y los tejidos blandos.¹



Fig. 4. Imagen que muestra una zona radiolúcida en el ápice del segundo premolar.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA.

Otras características con las que debe contar una buena imagen radiográfica son:

DENSIDAD. Es el grado total de oscurecimiento en la radiografía, para interpretar correctamente la imagen es importante que la radiografía presente una densidad correcta, si se encuentra muy densa la imagen se verá muy oscura y la interpretación se dificultara. Los factores que influyen en la densidad son: ¹

a) Miliamperaje (m A): Un miliamperaje elevado ocasiona la producción de más rayos x por lo que aumenta la densidad radiográfica y resulta una imagen más oscura. ¹

b) Kilovoltaje (kVp): Al elevar el kilovoltaje incrementa el promedio de energía y genera un haz más fuerte. ¹

c) Tiempo de exposición. Si aumentamos el tiempo de exposición habrá más rayos que incidan en la película y resultara una radiografía más oscura. Si el paciente presenta una excesiva densidad de tejidos duros, menor cantidad de rayos x llegaran a la película y se observara más clara por ejemplo en un adulto, sin embargo habrá variaciones en el caso de un niño. ¹

d) Procesado de la película. El tiempo prolongado de revelado, las temperaturas elevadas de los líquidos y la poca disolución de los mismos pueden producir densidades excesivas de la película y se obtendrán radiografías con muy poca densidad si las condiciones son contrarias. ¹

El primer paso en el procesamiento de la película radiográfica es el revelado, en este proceso se utiliza una solución química llamada revelador la cual contiene cuatro ingredientes. ¹

Agente revelador: Contiene dos químicos que son la hidroquinona y el elon.

1. Conservador: El Sulfito de sodio.
2. Acelerador: El carbonato de sodio.
3. Restringente: El bromuro de potasio. ⁴

Agente fijador: El hiposulfito de sodio

1. Conservador. El sulfito de sodio.
2. Endurecedor. El alumen de potasio.
3. Acidificador . Son el ácido acético o el ácido sulfúrico. ⁴

CONTRASTE. Son los diferentes grados de densidades en la imagen, se tiene alto contraste cuando observamos áreas muy oscuras o muy claras, se tiene bajo contraste cuando los tonos son grises. Solo un factor influye en el contraste, el kilovoltaje, al elevarlo se incrementa la energía de los rayos x y el haz es más energizado y tiene mayor capacidad para penetrar los tejidos. ⁴

NITIDEZ. Se refiere a la definición o detalle de la imagen, mide la calidad con que se aprecia el límite entre dos estructuras de diferente radiodensidad. Se dice que la radiografía tiene buen detalle cuando se observan claramente los bordes entre las diferentes estructuras anatómicas. Los factores que influyen son: ¹

a) Tamaño del área focal. El blanco de tungsteno del ánodo que se encuentra en el tubo de rayos x sirve como un punto focal, entre más pequeña sea esta área más nítida es la imagen y mientras más grande mayor es la pérdida de la nitidez. ¹

b) Composición de la película. Depende del tamaño de los cristales que se encuentran en la emulsión, las películas rápidas contienen cristales de mayor tamaño pero presentan menor nitidez por el contrario las películas lentas tienen mayor nitidez por los cristales más pequeños. ¹

c) Movimiento. Se tiene menor nitidez cuando el paciente o la película radiográfica se mueven durante la exposición a los rayos x. ¹

AMPLIFICACIÓN. O aumento de la imagen con respecto a su tamaño real, los factores que influyen son: ¹

a) **Distancia blanco-película.** Es la distancia que existe entre la fuente de rayos x y la película radiográfica por lo tanto cuando la distancia es mayor, la amplificación de la imagen es menor. ¹

b) **Distancia objeto-película.** Es el espacio entre la estructura a radiografiar y la película por lo que debemos colocar lo más cerca posible la película al objeto, a mayor proximidad menor será la amplificación. ¹

DISTORSIÓN. Es la alteración del tamaño y la forma real del objeto, se da por la posición inadecuada de la película o por la angulación del haz de rayos x, los factores que influyen son: ¹

a) **Alineación objeto-película.** Para reducir la distorsión el diente y la película deben ser paralelos de no ser así resultara una imagen elongada o acortada. ¹

b) **Angulación de del haz de rayos x.** Debe ser dirigido perpendicularmente a los planos del diente y la película con un ángulo aproximado de 90°. ¹

2 GEOMETRÍA DE LA PROYECCIÓN.

2.1 TÉCNICA DE PARALELISMO.

También conocida como técnica de ángulo recto o técnica de cono largo. Como su nombre lo indica la técnica se basa en el concepto de paralelismo y debemos seguir una serie de principios como son:

Colocar la película en posición paralela al eje longitudinal del diente.

Dirigir el rayo central en sentido perpendicular (ángulo recto) a la película y al eje longitudinal del diente. ¹

Se debe colocar la película hacia la mitad de la cavidad oral, alejada de los dientes para mantener la película paralela al eje longitudinal del diente, también se debe aumentar la distancia blanco-película para que solo los rayos más centrales y paralelos se dirijan al diente y a la película de esta manera la técnica nos proporciona una menor amplificación de la imagen y mayor definición. ^{3,4}

La de las principales ventajas de la técnica de paralelismo es que nos permite la obtención de imágenes radiográficas sin distorsión dimensional, además imágenes con precisión, no esta distorsionada y presenta un alto detalle y definición. ⁴

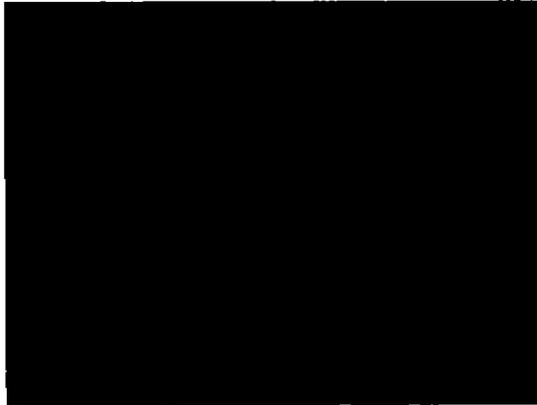


Fig. 5. La película se coloca lejos del diente y es paralela al eje longitudinal del mismo.

2.2 RADIOGRAFÍA ORTORRADIAL.

Es la imagen más real, no presenta ningún tipo de angulación, nos informa de la longitud aproximada de los conductos, anchura mesio – distal de la cámara pulpar, curvaturas radiculares hacia mesial o distal, posición del foramen apical, radiolucides apicales y lesiones periodontales.³

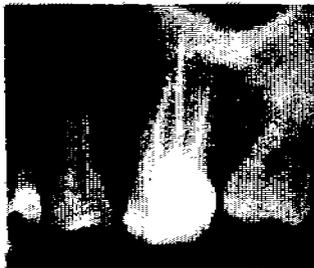


Fig. 6. Radiografía tomada ortorradiamente.

2.3 RADIOGRAFÍA MESIORRADIAL Y DISTORRADIAL.

Esta técnica consiste en variar la angulación del rayo desde un plano horizontal en sentido mesial o distal .Estas alteraciones en la angulación son importantes en la Endodoncia ya que podemos identificar raíces múltiples, curvaturas apicales.⁵

Cuando se efectúa una proyección ortorradial en un diente con dos conductos, estos se superponen y no es posible visualizarlos por separado, sin embargo si giramos el cono para obtener una proyección angulada, los conductos aparecerán separados en la placa.⁶



Fig. 7. Radiografía tomada con angulación distorradial.



Fig. 8. Radiografía tomada con angulación mesiorradial.

2.4 ADITAMENTOS.

Los soportes de películas son aditamentos que ayudan al Cirujano Dentista a sostener la placa radiográfica dentro de la boca del paciente, evitando que sea este el que sostiene la película, su utilización también nos ayuda a reducir la posibilidad de defectos en la película.³

Entre los aditamentos encontramos al Snap con este instrumento de doble extremo podemos tomar radiografías anteriores en un extremo y posteriores en el otro, se requiere de habilidad para su uso ya que no cuenta con anillo posicionador y podríamos tener algún defecto en la radiografía si no la centramos de manera correcta.³

Existen aditamentos para la técnica de planos paralelos, estos instrumentos son utilizados para ayudar a ubicar el cono en relación al diente y a la película reduciendo la distorsión de la placa, uno de estos aditamentos es el XCP que nos permite una reproducción exacta de las estructuras intraorales con una mínima cantidad de distorsión debido al anillo posicionador y al bloque de mordida, la desventaja de este dispositivo es que se dificulta su

colocación en presencia de instrumentos endodónticos, grapa y la posición del dique de goma.¹⁰

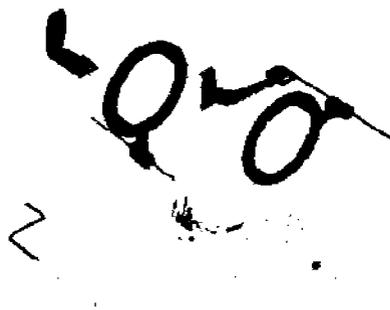


Fig. 9. Imagen de XCP.

Otro portaplaacas es el Endo Ray que nos permite obtener radiografías en paralelo en presencia de instrumentos empleados en Endodoncia, consta de dos partes, el cuerpo o portaplaacas y el mango.¹⁰

Se coloca el portaplaacas sobre el diente y se pide al paciente que lo muerda ligeramente, posteriormente se fija el mango al cuerpo para que el Odontólogo pueda centrar la placa sobre el haz de rayos x, este aditamento facilita la colocación de limas en el portaplaacas retirando el arco, pero no la grapa.¹⁰⁻¹¹

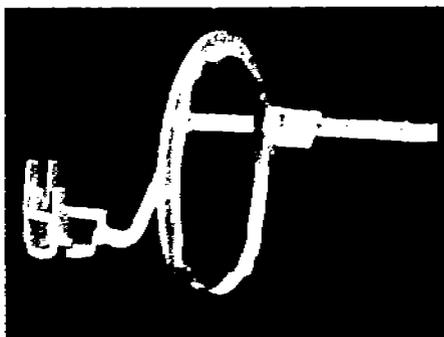


Fig. 10. Imagen de Endo Ray.

2.5 TÉCNICA DE BISECTRÍZ.

También conocida como técnica de bisección de ángulo y técnica de cono corto. Se basa en un principio geométrico conocido como la regla de isometría.¹

Esta regla establece que dos triángulos son iguales si tiene dos ángulos iguales y comparten un lado en común.¹

Esta técnica requiere que el Odontólogo trace imaginariamente la bisectriz del ángulo formado por el eje largo del diente y la película radiográfica, el ángulo se forma donde la película contacta con el diente.¹

El operador debe dirigir el rayo central a través de los ápices de los dientes de manera que se formen dos ángulos rectos con una distancia del foco a la película de aproximadamente 20 cm.¹

En esta técnica es importante la angulación del cono puede ser horizontal y vertical. En la angulación horizontal el rayo se dirige perpendicular a la curvatura de la cara.¹

En la angulación vertical se coloca el cono en un plano vertical, donde el rayo central se dirige perpendicular a la bisectriz imaginaria.

En la terapéutica endodóntica es imprescindible que el Odontólogo deba elaborar información tridimensional, por ejemplo para determinar la localización de un cuerpo extraño, conocer la relación espacial o vestibulolingual de un objeto situado dentro del diente o del alvéolo.⁵

El procedimiento usado para identificar la relación espacial de un objeto se denomina técnica de desplazamiento del tubo, también es llamada regla del objeto bucal y regla de Clark.⁵

La aplicación correcta de la técnica permitirá al operador localizar conductos o raíces adicionales, distinguir entre objetos superpuestos, diferenciar tipos de resorción, determinar la posición en sentido vestibulo lingual de fracturas y perforaciones, localizar cuerpos extraños y ubicar estructuras anatómicas en relación con el ápice radicular por ejemplo el conducto dentario inferior.

El fundamento de este procedimiento se basa en la forma en que las posiciones relativas de las imágenes radiográficas de dos objetos separados cambian cuando se modifica el ángulo de proyección con el cual fueron tomadas.⁵

El principio establece que cuando se compara con una segunda radiografía el objeto que está más cerca de la superficie vestibular parecerá desplazarse en dirección opuesta a la del cono o tubo.

En la radiografía los objetos situados más cerca de la superficie lingual o palatina parecerán moverse en la misma dirección en la que fue desplazado el tubo.⁵

En consecuencia, de acuerdo con la regla, el objeto más alejado de la película es decir el más vestibular tiene el mayor desplazamiento sobre ella con respecto al cambio de angulación horizontal del cono.⁷

2.6 TAMAÑOS DE PELÍCULAS.

PERIAPICALES.

El termino periapical se deriva del griego peri - alrededor y apex que se refiere al extremo terminal de la raíz dental, la radiografía periapical se utiliza para explorar todo el diente (corona y raíz) así como el hueso de soporte, los tamaños de estas películas se identifican mediante números que aumentan según el tamaño. ¹

Tamaño 0, es la película más pequeña se utiliza para pacientes pediátricos su medida es de 22/35 mm se utiliza para la zona anterior y posterior. ¹

Tamaño 1, estas película se utilizan principalmente para examinar dientes anteriores de adultos y en niños de 6 a 8 años para la toma de radiografías posteriores, su medida es de 24 / 40 mm. ¹

Tamaño 2, conocida como tamaño estándar utilizada para examinar dientes anteriores y posteriores de adultos mide 31/41mm. ¹

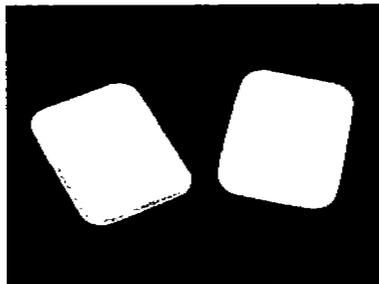


Fig. 11. Radiografías periapicales.

OCLUSALES.

Están indicadas cuando el área a observar es mayor, podemos observar los senos maxilares, dientes retenidos, desplazamiento de fracturas, en Endodoncia se recomienda esta radiografía cuando el tratamiento esta combinado con cirugía. Su medida es de 57 / 76mm. ^{1,13}



Fig. 12 Radiografía oclusal.

PANORÁMICA.

Esta película extrabucal se utiliza para examinar áreas grandes de los maxilares, muestra una vista amplia del maxilar superior e inferior sus medidas son 13 x30 cm. Y 15 x 30 cm. ¹



Fig.13 Radiografía panorámica.

2.7 RADIACIÓN X.

Los rayos x son ionizantes, actúan sobre los átomos y moléculas provocando su división en iones (átomos o grupos de átomos con signo eléctrico contrario).⁸

En nuestro organismo la acción ionizante se refleja principalmente en los cromosomas cuyos efectos se manifiestan durante la división celular, causando la evolución anormal o la muerte de la célula.⁸

La acción de los rayos x sobre los genes trae como consecuencia alteraciones en la transmisión de los caracteres hereditarios.⁸

Nuestro organismo frecuentemente esta absorbiendo múltiples cantidades de radiación ionizantes naturales (rayos de elementos radiactivos del suelo) y artificiales (relojes, aparatos de televisión).⁸

Así mismo el paciente dental esta expuesto a la radiación al tomar una placa dental, la podemos dividir en radiación primaria, secundaria y dispersa.⁸

La **radiación primaria** es la que se emite desde el tubo de rayos x, debido a que esta se emplea para la exposición radiográfica el paciente es el que recibe esta radiación, los rayos x tienden a ser absorbidos por los objetos hacia los cuales se disparan, estos a su vez emiten rayos x que van a irradiar otras materias en una reacción en cadena de esta manera se produce la **radiación secundaria** o también llamada "radiación por diseminación".^{8,9}

La **radiación dispersa**, es el resultado de que los rayos x al interactuar con la materia pueden desviarse en todas direcciones por los tejidos del paciente y viajar por todo el organismo, además pueden desviarse por todo el consultorio dental causando daño al paciente y al Cirujano Dentista.⁹

Ya que todas las radiaciones x son peligrosas tanto para el paciente como para el operador se han establecido normas de protección que obligan a una dosis máxima de radiación que una persona puede recibir.⁹

La dosis máxima permisible (DMP) se define por la National Council on Radiation Protection and Measurements, como la dosis máxima equivalente que un cuerpo puede recibir en un periodo específico.⁹

La DMP establece que personas que laboran con radiaciones la dosis es de 5.0 rem/año, para personas no sometidas a exposición profesional es de 0.1 rem/año.⁹

2.8 APLICACIONES DE LA RADIOLOGÍA EN ENDODONCIA.

1. Como auxiliar en el diagnóstico de las alteraciones de los tejidos duros de los dientes y estructuras periapicales.
2. Evaluar la cantidad, ubicación, forma, tamaño y dirección de las raíces y los conductos radiculares.
3. Calcular y confirmar la longitud de trabajo de los conductos antes de la instrumentación.

4. Localizar conductos difíciles o revelar la presencia de conductos pulpares no sospechados al examinar la ubicación de un instrumento dentro de la raíz.
5. Ayuda a localizar conductos que se hayan calcificado.
6. Establecer La posición relativa de estructuras en la dimensión vestibulo-lingual.
7. Confirmar la posición y adaptación del cono principal en la obturación.
8. Ayuda a la valoración de la obturación final del conducto radicular.
9. Facilitar la localización de cuerpos extraños metálicos como limas fracturadas, postes intrarradiculares.
10. Ayuda a localizar un ápice oculto durante la cirugía radicular.
11. Examinar la eliminación de fragmentos de diente o exceso de material de obturación antes de suturar en cirugía.
12. Valorar el éxito o fracaso a largo plazo del tratamiento endodóntico.¹¹

3 RADIOLOGÍA DIGITAL.

La Radiología digital tiene sus orígenes en el año de 1980 con la digitalización de imágenes radiológicas convencionales obtenidas con películas radiográficas , el uso de esta tecnología se dio principalmente en el área medica, este sistema digital puso a disposición de los profesionales de la salud imágenes que posibilitaron la observación de detalles contribuyendo así a un mejor diagnóstico. ⁴

Fue hasta 1987 cuando Trophy con los progresos alcanzados en la tecnología de la computación creó un sistema único de imágenes sin película conocida como Radiología digital. ⁴

Su introducción a la Radiología dental influyo en la forma de identificar y diagnosticar las enfermedades dentales, es importante conocer los principios básicos para comprender mejor el funcionamiento de la Radiología digital. ⁴

Comenzaremos por conceptualizar a la Radiología digital como el sistema de imágenes sin película que utiliza un método de captura de la imagen por medio de un sensor que la descompone en unidades electrónicas para almacenarlas en una computadora o presentarlas en un monitor. ¹

Existen dos métodos para obtener una imagen radiográfica digital: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital la diferencia entre ambas consiste en que la imagen digitalizada se obtiene mediante el escaneo o la captura fotográfica de la imagen de una placa radiográfica , convirtiendo de esta manera una imagen analógica en una imagen digital. ¹

Mientras que la radiografía digital se obtiene por la captura directa de la imagen mediante sensores que lanzan la imagen hacia el monitor del ordenador una vez aquí la imagen podrá ser corregida, archivada, impresa y hasta transferida por medios de telecomunicación. ¹

También se cuenta con dos sistemas para la obtención de radiografías dentales: son la Radiología digital directa y la Radiología digital indirecta. ¹

3.1 RADIOLOGÍA DIGITAL DIRECTA (RDD).

Utiliza sensores electrónicos sensibles a los rayos x que son colocados de manera similar a la película radiográfica y al igual que la Radiología convencional se dirige el haz de rayos x hacia el elemento sensible, al chocar los rayos contra la superficie se genera una carga electrónica la cual se digitaliza, es decir se convierte a forma digital, a su vez el sensor transmite esta información a una computadora de manera inmediata por medio de un cable de fibra óptica. ^{6, 10, 12}



Fig.14 Radiovisiógrafo. RDD.

3.2 RADIOLOGÍA DIGITAL INDIRECTA (RDI).

Esta emplea placas de almacenamiento, el detector más utilizado en Radiología digital es el fósforo fotoestimulable (FFS) que funciona como una placa de almacenamiento provisional de la imagen, la imagen es digitalizada a partir de la señal de salida de un escáner de láser que lee la radiografía procesada. ^{8, 10, 12}



Fig. 15 Sistema de Radiología Digital Indirecta.

4 RADIOVISIÓGRAFO.

4.1 Características generales.

En 1987 se introdujo el primer sistema digital directo para radiografías intrabucales, denominado Radiovisiógrafo construido por Trophy Radiologic.

Posteriormente en 1989 el sistema fue desarrollado por el francés Francis Mouyen, enfatizando que la capacidad de producción de la imagen seguida a la exposición reduciría significativamente la dosis de radiación ionizante.⁴

Este sistema también tiene otras ventajas como la eliminación de la película y del procesamiento radiográfico, la posibilidad de almacenamiento en forma de archivos permitiendo una mayor organización y también los recursos que permiten la manipulación de la imagen adecuándola según la necesidad y la especificidad de cada caso.⁴

Mouyen lo publicó como un sistema revolucionario en el que se aliaba un equipo de rayos x convencional con los recursos de la informática.

La porción **radio** del sistema se compone de un aparato de rayos x que contiene un microprocesador de tiempo, muy preciso, capaz de marcar tiempos de exposición mínimos, además del sensor de dimensiones adecuadas a la cavidad bucal consiste en una pantalla conectada a un cable de fibra óptica.⁴



FIG.16 Aparato de rayos x y sensor.

La porción **visio** incluye la parte del procesador de imagen que almacena las señales recibidas durante la toma radiográfica y las convierte punto por punto en tonalidades de gris. Esta imagen puede manipularse y es posible corregirle defectos. ⁴

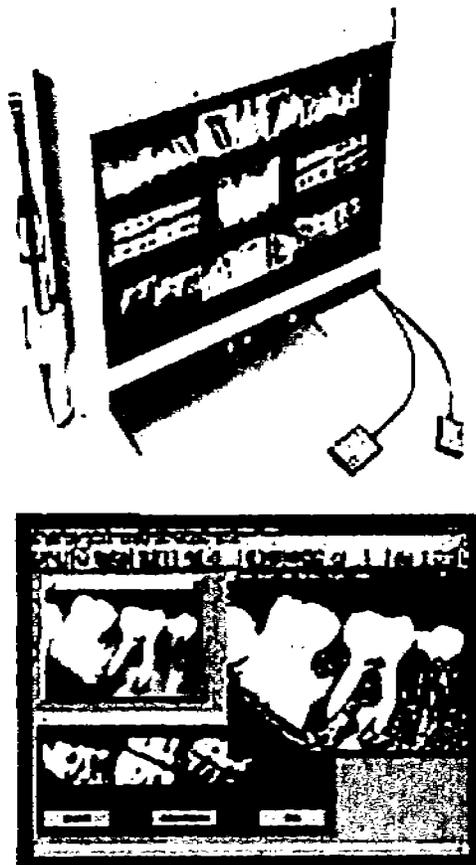


Fig. 17 Computadora del RVG.

La porción **grafía** comprende una unidad de almacenamiento digital que puede estar interconectada a un monitor, a una impresora. ⁴

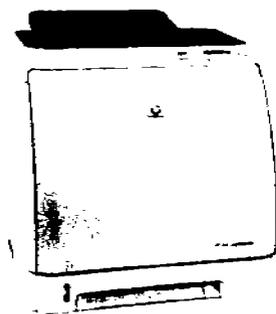


Fig. 18 Impresora.

4.2 COMPONENTES DEL RADIOVISIÓGRAFO.

FUENTE DE RAYOS X.

La fuente de radiación que se usa en la mayoría de los sistemas de Radiología digital es una unidad de rayos x convencional, ya que este tipo de unidades es compatible con los sistemas, sin embargo se debe adaptar un cronómetro digital a la unidad para lograr tiempos de exposición de centésimas de segundo. ⁴



Fig. 19. Aparato de rayos x convencional.

SENSOR INTRABUCAL.

El sensor es un pequeño detector que se introduce en la boca del paciente para captar la imagen radiográfica, puede utilizarse con cable de conexión o inalámbrico, el cable de conexión es de fibra óptica y transmite la información imagenológica del sensor a una computadora que registra las señales generadas.^{4,12}

El sensor se comporta como una pantalla intensificadora absorbiendo la longitud de onda de los rayos x y emitiendo la longitud de onda de la luz.¹²

El receptor o captador de estos sistemas consta de otros dos componentes, además del sensor, la primera capa llamada escintilador se encarga de transformar los rayos x en luz, sin embargo una pequeña cantidad de radiación atraviesa el escintilador sin ser convertida en luz, por lo que una segunda capa compuesta por fibra óptica u otros materiales evita la penetración de los rayos x hasta el sensor y por tanto su deterioro.¹²

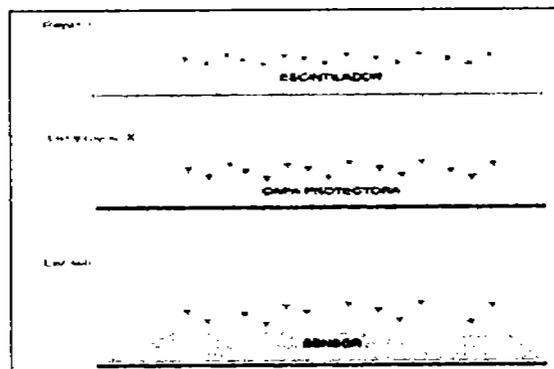


Fig. 20. Estructura de un captador de Radiología Digital Directa.

El sensor esta formado por una estructura de celdillas o píxeles fotosensibles capaces de almacenar fotones que convierten la señal luminosa que reciben de una señal eléctrica, esta señal es enviada a un conversor analógico digital DAC que transforma la señal analógica (eléctrica) en una digital.¹²

De esta manera la señal luminosa que recibe cada píxel del sensor será convertida en un valor, este será interpretado como indeterminado nivel de gris y así todos los puntos grises correspondientes a los distintos píxeles generarán finalmente una imagen.¹²

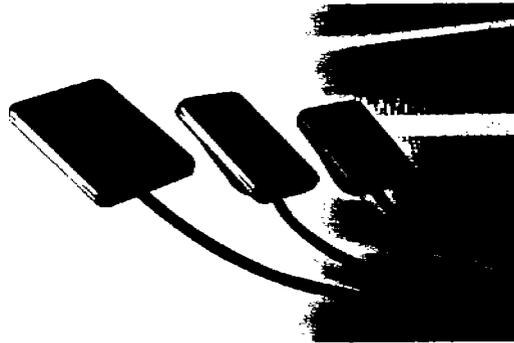


Fig. 21. Imagen de un sensor intraoral.

En la actualidad existen tres tipos de sensores empleados en la Radiología Digital Directa:

1. CCD (Charge –Couple device).
2. CMOS-APS (Complementary metal oxide semiconductor active pixel sensor).
3. Super CMOS.¹²

Los sensores CCD son los más utilizados en la Radiología digital directa por lo que solo nos enfocaremos en este sensor. Solo mencionaremos que el sensor CMOS-APS es idéntico a los CCD solo que utilizan una nueva tecnología en píxeles, y el sensor Super CMOS según sus fabricantes ofrece una resolución superior.

Los sensores tipo CCD (dispositivos de cargas interconectadas) es el receptor de imágenes más utilizado en la Radiología digital, pueden presentarse con cables o ser inalámbricos.¹²

La tecnología CCD se desarrollo en la década de 1960 y hoy en día se utiliza para este tipo de sensores .El CCD es un detector de estado sólido que contiene un micro circuito (chip) de silicio impreso en él. Estos microcircuitos son sensibles a los rayos x y a la luz.¹²

Los electrones que forman el CCD están organizados en cierta disposición de unidades o elementos de imagen a los que se conoce como *píxeles*, cada píxel actúa como una caja o pozo donde se depositan los electrones liberados por la exposición a los rayos x.¹²

Los píxeles están organizados en una estructura ordenada, el tamaño del CCD es de 640 x 480 píxeles, por consiguiente el dispositivo contiene 307 200 píxeles cuya función consiste en captar la luz que se les transmite y convertirla en un mensaje electrónico.

Los rayos x que hacen contacto con el CCD liberan electrones y generan la correspondiente carga eléctrica, en consecuencia cada píxel tiene una carga electrónica proporcional al número de electrones que se depositan en él.

Por lo tanto cada píxel o pozo electrónico corresponde a un área específica en la pantalla de la computadora a la que esta conectada el CCD. ¹

Cuando los rayos x activan los electrones y generan tales cargas electrónicas se produce una imagen latente la cual es transmitida a la computadora, que la almacena y puede transformarla en una imagen visible en el monitor de manera casi instantánea. ²

Los sensores varían en su grosor desde 3 hasta más de 5 mm. Y son muy rígidos por su uso repetido exige que ese debe ser envuelto en fundas plásticas para evitar la contaminación cruzada. ³

COMPUTADORA.

Reutiliza una computadora para almacenar la información electrónica, convierte las señales electrónicas que recibe del sensor en sombras de color gris que se observan en el monitor, cada píxel se representa en forma numérica en la computadora, tomando en cuenta su localización y nivel en escala de grises.



Fig. 22. Imagen de radiografía tomada con RVG.

El rango numérico de los píxeles varía de cero a 255, con lo que se obtienen 256 tonos de gris llamados en conjunto resolución de píxeles en la escala de grises, en comparación con los 16 a 25 tonos que nos proporciona una película convencional.

Mencionemos que el ojo humano puede distinguir únicamente 32 tonos de gris. Con esta tecnología el profesional puede manipular la imagen para aumentar el contraste y la densidad, sin necesidad de someter al paciente a exposiciones adicionales.

Otros beneficios que no ofrece el RVG son la optimización de la imagen, se puede cambiar el contraste y el brillo, crear una imagen inversa, ecualizar la densidad, ampliar ciertos detalles y rotar la imagen. ¹⁴

4.3 PROPIEDADES DEL RADIOVISIÓGRAFO.

Aumento del contraste.

El contraste es un medio para diferenciar la luminosidad de las zonas adyacentes. El ojo humano reconoce un valor de onda a partir del cual las zonas de la imagen se detectan con diferente luminosidad. ¹⁴



Fig.23 Imagen que muestra el contraste en una radiografía.

Imagen en positivo y negativo.

Mediante medios electrónicos se puede obtener a partir de una imagen en negativo la imagen en positivo, esto es lo que vemos habitualmente como la representación en negativo de la película. ¹⁴



Fig.24. Imagen en positivo y negativo.

Imagen en color.

Las radiaciones que se reciben en el sensor pueden transformar su intensidad no solo en grados, sino también en diferentes colores. El efecto de esta coordinación arbitraria del color depende de la tabla de transformación utilizada. ¹⁴



Fig.25 Imagen en color.

Plantilla milimetrada.

Se representa sobre la pantalla una plantilla con cuadrados de 1mm x 1mm, colocada sobre la superficie del sensor, esto ayuda en la valoración, no debe confundirse con una escala del objeto. ¹⁴

Medición.

Se pueden emplear tres tipos de mediciones:

1. **Medición lineal**, que permite al clínico determinar la distancia entre dos puntos, en milímetros.
2. **Medición angular**, mide el ángulo entre dos líneas.
3. **Medición de superficies**, mide el área de la imagen o de alguna de sus partes.

La medición nos será de gran beneficio durante el tratamiento endodóncico para medir la longitud de las raíces y de los instrumentos de trabajo así como la punta maestra. ¹⁴



Fig.26 Imagen que muestra la medición de premolares.

Resolución.

La resolución se calcula en pares de líneas por milímetro (pl/mm). Cuanto más alta sea la resolución, mas pequeños serán los detalles distinguibles en la imagen. Clínicamente es necesaria una resolución de cómo mínimo 6 pl /mm. Puesto que el filtro básicamente empeora la imagen, son deseables concentraciones elevadas. ¹⁴



Fig.27 Radiografía que muestra la resolución de una imagen.

Dinámica.

La dinámica indica el grado de intensidad posible, con la digitalización una gran dinámica ayuda a evitar el sobre y sub exposición. ¹⁴

Efecto fósil o filtro de contorno.

El filtro sirve para hacer evidentes pequeñas diferencias en la estructura del objeto que no son detectables para el ojo en la imagen original. La paleta alcanza desde filtros sencillos (imágenes en positivo y negativo, aumento del contraste, colores) hasta procedimientos mas costosos que por ejemplo disimulan oscilaciones de la intensidad en la imagen (ruidos),

ponen en relieve las zonas de las esquinas y las zonas de los lados o también hacen representaciones en relieve. ¹⁴



Fig.28 Efecto fósil.

Fundamentalmente los filtros empeoran la resolución de la imagen y hacen menos evidentes zonas importantes en caso de una utilización poco crítica, o representan estructuras que no existen en el objeto.

Existen en el campo odontológico pocos datos con base científica sobre la utilidad de determinados filtros, así el filtro de relieve parece ser muy útil en las conductometrías en Endodoncia. ¹⁴

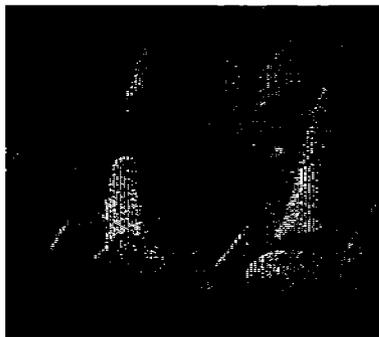


FIG.29 Radiografía en efecto fósil.

Proyección de la imagen

La técnica digital no ha cambiado las bases de la obtención de la imagen. Con una radiografía intraoral se dispone de la mejor representación posible de dientes individuales. También en lo que se refiere a proyección siguen siendo vigentes las antiguas reglas.¹⁴

Sin embargo se facilita el posicionamiento de los sensores CCD con aditamentos porta película, de modo que se debe utilizar la técnica paralela así como la técnica del tubo largo que permite una mejor proyección geométrica.¹⁴

Sullivan J, Meter M, realizaron en el año 2000, estudios en los que se compara al RVG con la radiografía convencional como medio diagnóstico para detectar lesiones periapicales que han sido creadas mecánicamente en mandíbulas humanas y los resultados obtenidos indican que la radiografía convencional presenta mejor especificidad y la RVG cuenta con mejor sensibilidad para detectar lesiones pequeñas.¹³

Otros estudios realizados por Scarfe W. En 1995, comparan al RVG con la radiografía convencional en la determinación de la longitud de trabajo, concluyendo que ambos sistemas presentan igual valor en la determinación de la medida.¹⁰

Con respecto al diagnóstico de conductos laterales, Scarfe W. En 1995 realizó un estudio donde se utilizó un medio de contraste radiopaco como ayuda al diagnóstico en dientes extraídos, se comparó la eficacia del RVG con respecto a radiografías convencionales y se encontró que tanto

radiografías convencionales como el RVG presentaban baja sensibilidad para detectar los conductos accesorios /laterales, sin embargo al convertir las imágenes normales al contraste con el RVG se aumentó la sensibilidad.¹⁶

Se ha reportado también que después de realizar los procedimientos que implica el tratamiento endodóncico han determinado que el uso del RVG como auxiliar diagnóstico es de gran importancia, sus implicaciones en la Endodoncia clínica demuestran que el ahorro de tiempo y fatiga tanto del paciente como del operador son causa importante en el desarrollo de un mejor y más cómodo tratamiento.¹⁵

Además de que se puede aprovechar la calidad de la imagen y la manera de archivar la información que son útiles para el profesional por que puede observar elementos que le ayudan a un mejor diagnóstico y a la vez se le puede mostrar la imagen al paciente para explicar el desarrollo de su tratamiento.¹⁵

4.4 VENTAJAS DEL RADIOVISIÓGRAFO.

Como cualquier técnica radiográfica intraoral, el RVG presenta ventajas y desventajas.

1. De las principales ventajas que presenta es que reduce la exposición del paciente y del operador a la radiación, esto se debe a la sensibilidad del CCD, por lo cual la radiación disminuye hasta un 80%.¹²

2. El tiempo de exposición necesario para obtener una imagen con el RVG es de tres impulsos, es decir .05 de segundo, esto es mucho menor que los 12 impulsos requeridos o .2 de segundo para la película

convencional, con el menor tiempo de exposición se reduce significativamente la radiación. ¹²

3. Se elimina la película radiográfica por lo que también el procesado de la misma, de esta manera se elimina el contacto con químicos y no se producen materiales contaminantes como el plomo. ¹²

4. Obtención rápida de la imagen, tanto el odontólogo como el paciente pueden ver al momento la imagen, lo que posibilita la interpretación y evaluación inmediatas. ¹²

5. Con la utilización del RVG tenemos la posibilidad de mejorar la imagen, podemos cambiar el contraste (hacerlo más oscuro o claro), aumentar el tamaño utilizando el zoom, colorear la imagen, medir las dimensiones del diente, utilizando todas las herramientas nos facilita una mejor interpretación de la imagen. ¹⁴

6. Además podemos transferir las imágenes a otros colegas por medio del correo electrónico, Facilita la interconsulta entre profesionales, podemos almacenar las radiografías lo que nos sirve como archivo. ¹²

4.5 DESVENTAJAS DEL RADIOVISIÓGRAFO.

1. Las principales desventajas del RVG son el alto costo para adquirir el sistema. ¹²

2. Tamaño del sensor, estos detectores son más gruesos que las películas intrabucales y algunos pacientes se pueden quejar de que son voluminosos además de rígidos. ¹²

3. Control de infecciones, el sensor digital no soporta la esterilización con calor por lo que es necesario cubrirlo por completo con fundas de plástico desechables, a fin de evitar infecciones cruzadas.¹²

4. Implicaciones legales, el hecho de que las radiografías puedan ser manipuladas en la computadora las hace inválidas en un proceso jurídico. Las modificaciones realizadas pueden modificarse al ampliar la imagen hasta cuatro veces más de su tamaño original.¹

5. Un estudio reciente mostró que la resolución del RVG era ligeramente inferior a la producida por una película convencional, sin embargo la información radiográfica puede aumentarse con las herramientas con que cuenta este sistema.¹³

6. Los sensores son de manejo delicado ya que un golpe por ejemplo una caída o una mordida por parte del paciente afecta a los píxeles por lo que se deteriora.

5 RADIOGRAFIAS DE FÓSFORO.

5.1 Características generales.

En 1983, Fuji Photo Company introdujo un sistema basado en la tecnología de una placa de fósforo fotoestimulable.

Este sistema emplea placas de aspecto similar a las películas radiográficas convencionales, básicamente este sistemas consta de una serie de receptores de fósforo con diferentes tamaños y con capacidad de flexión.¹

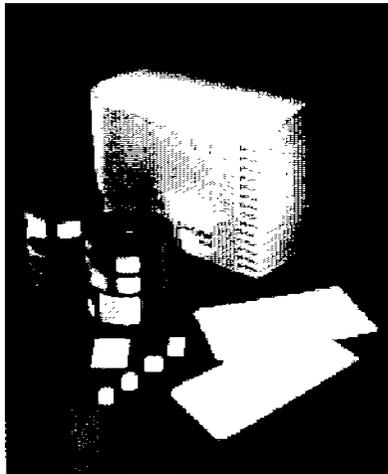


Fig. 30 Sistema de Radiología Digital Indirecta.

Las placas son delgadas y flexibles lo que las hace fáciles de posicionar como las convencionales, serán cómodas para el paciente y el manejo será fácil para el operador.¹²

Las placas se protegen durante la exposición en bolsas desechables herméticas para evitar infecciones cruzadas. ¹²



Fig. 31. Tamaños de radiografías de fósforo.

El fósforo es un elemento químico que absorbe la energía que proviene de los rayos x, pero el fósforo no devuelve esta energía de inmediato, aparece cuando un rayo láser lo estimula. ¹

Cuando se realiza un disparo en estas placas de fósforo fotoestimulable, el haz de rayos x interacciona con el fósforo, liberando electrones. Y la cubierta de fósforo graba la imagen. ¹⁶

La placa es introducida en un scanner apropiado para realizar la lectura de la imagen, un sistema de lentes capta la luz azul y entonces una foto multiplicadora que es el equivalente al CCD, capta la luz, la amplifica y la transforma en un pulso eléctrico. ¹⁶

Esta información será enviada por fibra óptica almacenándola en la computadora por medio de un conversador A / D (Analógico/Digital).

Posteriormente se utiliza una lectora de barrido (escáner) de alta velocidad para convertir estos datos en archivos electrónicos. ¹⁶

El sistema emplea una tecnología inteligente de lectura de placa extremadamente sensible para obtener imágenes de alta calidad, como resultado se pueden observar detalles muy pequeños como limas de Endodoncia del número 6 demás el sistema permite utilizar menores tiempos de exposición y elimina las imágenes sub y sobre expuestas. ¹⁶

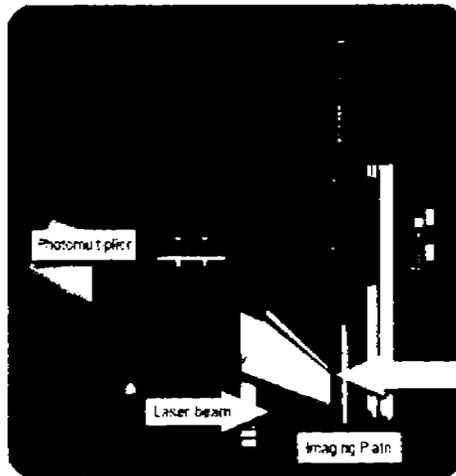


Fig. 32. Se muestra la lectura de la placa de fósforo mediante un láser.

Cuando se introduce la placa en el detector el sistema identifica automáticamente el tamaño de la placa por lo que no se requieren adaptadores ni soportes, el inicio de lectura también es automático por lo que no se tienen que pulsar botones, el sistema detecta si la placa se ha insertado y la lectura se inicia de inmediato. ¹⁶

Una vez leída la imagen se incluye un sistema de borrado, este garantiza que las placas estén preparadas para ser utilizadas de inmediato.



Fig.33. Sistema de radiografías de fósforo.

Además el sistema puede reducir la radiación suministrada al paciente hasta en un 80%, manteniendo una excelente calidad de imagen, este sistema funciona con un aparato de rayos x convencional, una vez que se ajusta al tiempo de exposición adecuado, no hay necesidad de cambiar los tiempos entre paciente y paciente. ¹⁶

El sistema incluye también una amplia gama de funciones diseñadas para aumentar la rapidez, sencillez y precisión en el trabajo clínico.

Cuenta con herramientas para mejorar la imagen, para realizar mediciones y una biblioteca de implantes que nos permiten escoger y superponer fácilmente distintos modelos de implantes sobre la imagen. ¹⁶

Estudios realizados por Bedard D. En el año 2004 fueron llevados a cabo para evaluar la durabilidad de las placas de fósforo fotoestimulable y determinar los factores que pueden contribuir a una posible menor durabilidad de las mismas, los resultados mostraron que el 95% de las

imágenes no eran aceptables tras la utilización aproximadamente de 50 exposiciones.¹⁰

Sin embargo es importante tomar en cuenta que las pruebas fueron realizadas por estudiantes por lo que tienen menor experiencia y además la mayor parte de las alteraciones se producían durante la colocación de las mismas en el escáner, proceso muy simplificado en la actualidad.

En otro estudio se realizó el tratamiento endodóncico en 20 molares inferiores extraídos, para posteriormente, realizar la toma de radiografías correspondientes. Las radiografías convencionales se observaron sin magnificación, en el caso de las digitales fueron examinadas de dos formas diferentes, sin modificación alguna o modificando brillo y contraste por parte del examinador.¹⁰

Obteniéndose mejores resultados con las placas de fósforo fotoestimulable.

5.2 VENTAJAS DE LAS RADIOGRAFÍAS DE FÓSFORO

1. Las placas de fósforo cuentan con flexibilidad por lo que son mas cómodas para el paciente.
2. Menor grosor de la placa.
3. Mayor similitud con la convencional.
4. Mayor variedad de formas y tamaños de la placa.
5. Facilidad para paralelizar.
6. Cuenta con una serie de herramientas con las que podemos mejorar la imagen.
7. Eliminación del procesado de la película.¹⁰

5.3 DESVENTAJAS DE LAS RADIOGRAFÍAS DE FÓSFORO.

1. Alto costo económico.
2. Menor resolución.
3. Necesidad de escanear, por lo que puede variar el tiempo de obtención de la imagen. ⁶

6 TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.

6.1 Características generales.

El termino tomografía deriva del *tomo* que significa corte y *graphos* que corresponde a escritura, imagen, dibujo. Es una técnica diseñada para visualizar con mayor claridad los objetos situados en un plano de interés.

Existen dos tipos de tomografía, la convencional y la computarizada, la convencional se practica con un equipo de rayos x llamado tomógrafo utilizando además películas radiográficas.¹⁷

La tomografía computarizada utiliza un equipo de rayos x del tipo tomógrafo reemplazando la placa por una serie de detectores, los cuales transmiten la información a una computadora que traduce la información captada formando una imagen.¹⁷

La tomografía convencional también llamada "radiografía por cortes" cuenta con cinco tipos de movimientos topográficos: lineal, circular, elíptico, hipocicloidal y espiralado.¹⁷

Este método de exploración radiográfica muestra la silueta de la imagen en un solo plano, además de la superposición de todas las estructuras en la placa radiográfica, lo que impide determinar claramente el grosor, densidades y algunas veces detalles finos.¹⁷

La tomografía computarizada fue desarrollada por el británico Godfrey Hounsfield y el físico Allen Cormack en el año 1972.¹⁷

El desarrollo de la tomografía computarizada TC generó la aparición de imágenes en diferentes planos y por primera vez se observaron cortes horizontales a través del cuerpo. La gran ventaja de la TC fue la eliminación de la superposición de estructuras anatómicas y la posibilidad de distinguir diversos tejidos blandos y estructuras óseas, pudiéndose así observar zonas anatómicas nunca antes vistas con Radiología convencional.¹⁷

Básicamente un aparato de TC esta conformado por diferentes partes:

Mesa: Es el lugar donde se coloca al paciente y los dispositivos que permiten los movimientos de ésta de acuerdo con el movimiento del tubo.

Gantry: Unidad en la cual va ubicado el tubo de rayos x, los detectores y el sistema de adquisición de datos.⁴

Ordenador: Tiene un control parcial de las funciones del sistema de reconstrucción de imagen.⁴

Consola de control: Es donde se evalúan las imágenes y funciones individuales mediante los llamados órdenes.⁴

Almacenador de imágenes: Con discos magnéticos para almacenamiento momentáneo o también con la finalidad de archivar a largo plazo.⁴

Monitor: Es un tubo de rayos catódicos con control de brillo, densidad y contraste, ampliación de imagen y elementos que permiten evaluar sus variaciones.⁶

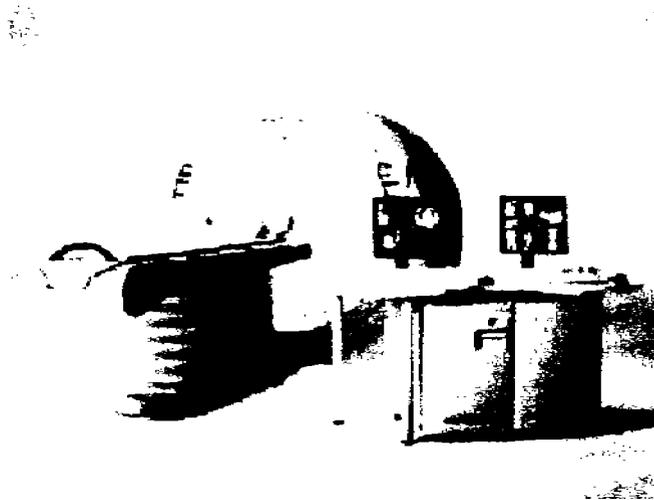


Fig. 34. Conformación de un TC.

La radiación emitida por la TC, al atravesar un determinado cuerpo pierde energía, llegando con menor intensidad a la placa receptora o a un conjunto de receptores, esto se debe a la absorción de la radiación producida por el cuerpo examinado.¹⁷

Este cuerpo esta formado por diferentes elementos celulares, los cuales componen a los diferentes órganos y tienen a su vez diferentes rangos de absorción de la radiación.¹⁷

En el caso de la TC la radiación luego de haber atravesado un cuerpo determinado incide sobre una serie de detectores, estos absorben el haz

de rayos x transmitido a través del paciente, generando una señal electrónica de bajo nivel.¹⁷

Esta señal esta relacionada directamente con la cantidad de radiación recibida. La electrónica asociada a los detectores toma esta señal eléctrica de bajo nivel, es cuantificada, amplificada y transformada en señal digital que es enviada a la memoria del computador para ser procesada.¹⁷

La imagen generada por el TC está formada por una matriz de múltiples cuadros llamados "píxel" que corresponde a los rectángulos o cuadrados que conforman a una imagen digital, estos píxeles conforman una imagen bidimensional o plana, cuando esta imagen adquiere un volumen se le llama "voxel" que corresponde a un cuadrado tridimensional.¹⁷

Esta información se distribuye entre el blanco y el negro en la pantalla del computador por lo tanto lo que observamos es una imagen con diferentes tonalidades de grises.¹⁷

Los planos de eferencia básicos usados en TC son axiales u horizontales, coronales y sagitales. El plano axial es una sección que corre en el cuerpo del paciente de adelante hacia atrás con el paciente en posición horizontal también se le denomina corte transversal.

El plano coronal es una sección que corren en el cuerpo del paciente de anterior a posterior, dividiendo al cuerpo en una parte anterior y una posterior.¹⁷

La TC permite obtener cortes axiales y coronales en forma directa del cráneo, además de infinidad de diferentes planos generados por medio de software de reconstrucción, estas imágenes son llamadas

“reconstrucciones multiplanares” (RMP) y corresponden a imágenes en múltiples planos, los que se adecuan para obtener un mayor rendimiento en el diagnóstico. ¹⁷



Fig. 35. Diagrama que muestra la realización de cortes axiales.

Las diferentes generaciones de TC han evolucionado principalmente en lo que respecta a la velocidad de adquisición de datos, calidad y resolución de las imágenes. Con esto es posible explorar mayor cantidad de áreas anatómicas además de evitar los artefactos generados por movimientos del paciente como por ejemplo la respiración. ¹⁷

El gran desarrollo y la investigación han creado equipos que obtienen excelentes imágenes diagnósticas con la menor dosis de radiación

posible, han existido sucesivas generaciones, las diferencias entre ellas se basan principalmente en el número de detectores.¹⁷

TC con adquisición de datos corte a corte o convencional, el paciente era examinado por sucesivos cortes simples, o que tenía algunas limitaciones, tales como la duración del examen y la consecuente aparición de movimientos del paciente en la imagen, otra limitación era que entre corte y corte se producía un espacio, espacio que era interpolado matemáticamente por el computador, lo que en algunos casos generaba imágenes defectuosas.¹⁷

Por otra parte los TC espirales o helicoidales pueden explorar regiones anatómicas extensas, este sistema tiene la ventaja de que la radiación y la adquisición de datos es continua. Luego de obtenidos los datos, la imagen se compone por medio de interpolación de proyecciones, las imágenes obtenidas pueden corresponder a cortes convencionales o bien a imágenes de reconstrucción en múltiples planos o tridimensionales.¹⁷

En los TC de última generación se han distribuido una mayor cantidad de detectores, por lo que pueden generar múltiples cortes simultáneos, los que nos permiten reconstrucciones de .2mm prácticamente en tiempo real.¹⁷

RECONSTRUCCIÓN DE LA IMAGEN EN TERCERA DIMENSIÓN (3D).

Existen dos métodos de visualización, análisis y comprensión de la reconstrucción en tercera dimensión: Surface rendering y Volume rendering.⁴

Surface rendering: Las estructuras óseas se representan con una superficie que refleja luz, algoritmos matemáticos calculan las superficies de los voxels que son segmentados, lo que les permite reflejar una fuente de luz artificial con una determinada intensidad.⁴

Volumen rendering: En esta técnica todos los voxels de los datos originales provenientes de la TC son preservados, este tipo de proceso de visualización en 3D permite observar la anatomía como un tipo de transparencia de la imagen, en la que diferentes estructuras pueden disponerse con variación de colores.⁴

6.2 TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA EN ENDODONCIA.

Como ya describimos la tomografía es una técnica radiográfica a través de la cual se pueden "rebanar" los dientes en secciones delgadas, posteriormente la computadora une las secciones para generar una imagen tridimensional.¹⁹

Se han realizado diferentes estudios del uso de la TAC en el área de la Endodoncia de los cuales mencionaremos algunos.

Un estudio realizado por Hanning y Dullin en el año 2005 se valoraron fracturas verticales donde la fractura iniciaba en la corona del diente,

entre las características observadas se encontraba dolor, movilidad, bolsas periodontales exponiendo profundidad al sondeo de más de 8mm y fístula, los métodos de diagnóstico indicaron fractura vertical sin embargo las técnicas radiográficas convencionales no visualizaron las fracturas, enfatizando la importancia del desarrollo de imágenes alternativas que faciliten el análisis de las fracturas verticales.¹⁵

En este estudio se utilizó la TC para la visualización de fracturas verticales pudiéndose observar incluso canales laterales y teniendo una visualización tridimensional.¹⁸



Fig. 36. La TC muestra las fracturas en diferentes dientes.

6.3 TOMOGRAFÍA MICROCOMPUTARIZADA.

Es una técnica tridimensional, no destructiva para detallar la geometría de los conductos radiculares a través de una tomografía de alta resolución. La tomografía microcomputarizada permite evaluar la morfología externa e interna de los tejidos duros del diente sin destrucción del mismo, ofrece la posibilidad de evaluar eficazmente los cambios volumétricos y de superficie de los espacios pulpares relativos a la formación de dentina regular e irregular.¹⁰

Nos da la posibilidad de evaluar los cambios volumétricos y de superficie luego de la instrumentación, también es utilizado para observar la desviación de los conductos.¹⁰

La tomografía microcomputarizada tiene un alto potencial para la investigación en Endodoncia y representa una herramienta muy útil en el campo de la enseñanza ya que se pueden obtener imágenes de estructuras dentales en un formato que antes era inaccesible.¹⁰

La alta resolución de la micro - TC surgió con prometedoras aplicaciones en diferentes campos de la Odontología, en años recientes la resolución de la micro - TC ha mejorado y ha sido usada en investigaciones entre ellas esta la evaluación del hueso trabecular, de la oseointegración en implantes, en la destrucción de hueso periapical, el grosor del esmalte y de tejidos duros, macromorfología en molares.¹⁹

Con respecto a la Endodoncia la micro -TC ha tenido numerosas ventajas el método es rápido y no invasivo es frecuente su utilización para la evaluación de la anatomía del canal radicular antes y después de la instrumentación así como de la obturación.¹⁹

Recientemente se introdujo la tomografía MC para la evaluación de cortes de raíces dentales, permitiendo observar la conformación tridimensional de los conductos radiculares, de igual forma esta tecnología ha permitido observar los cambios geométricos en conductos instrumentados.¹⁹

En un estudio realizado por Méndez, Salazar y Gutiérrez en el año 2003, que evaluó a través del micro TC la conformación en conductos radiculares instrumentados con Pro Taper no se observaron errores en el procedimiento tales como escalones o perforaciones, sin embargo fue evidente cierto grado de transportación de los conductos.²⁰

En este estudio se concluyó que los instrumentos ProTaper son más efectivos para la instrumentación de conductos estrechos y curvos.



Fig. 37. La imagen A muestra el sistema de conductos sin preparar y la imagen B con el trabajo biomecánico realizado.



Fig. 38. Se sobreponen las imágenes de los conductos antes y después de la instrumentación.

Se ha observado que con la ayuda del micro TC el sistema ProTaper puede relocalizar los orificios de los canales radiculares lejos de furca, produciendo una preparación centrada y contactando una porción de las paredes internas del conducto.²⁰

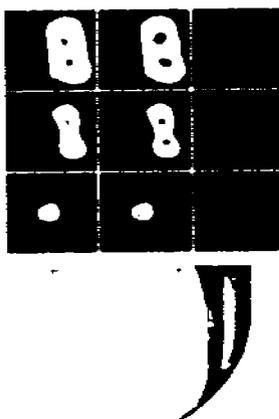


Fig. 39. Evaluación de secciones transversales de un conducto antes y después de ser instrumentado.

T.Tsurumachi y K.Honda en el año 2006 reportaron casos donde la micro TC ha sido de gran ayuda en el diagnóstico, la utilización de la micro TC indicó en uno de estos casos la posición exacta de un instrumento fracturado dentro del conducto y de esta manera poder llevar a cabo un mejor tratamiento.²¹



Fig. 40. Imagen en un plano sagital que muestra un instrumento fracturado.



Fig. 41. Imagen en un plano coronal



Fig. 42. Plano axial que muestra instrumento fracturado.

6.4 Ventajas de la TC.

Se pueden realizar cortes en los planos axial y coronal lo que facilita la ubicación de cuerpos extraños que necesitemos encontrar, así como conocer la curvatura y localización de conductos difíciles de encontrar.

Podemos evaluar la instrumentación de los conductos así como la obturación.

6.5 Desventajas de la TC.

Al igual que los otros sistemas su alto costo lo hace un tanto inaccesible por lo que es más común encontrar tomógrafos a nivel hospitalario.

CONCLUSIONES.

Actualmente con el avance de la tecnología contamos con sistemas innovadores que nos facilitan el poder llevar a cabo el tratamiento de conductos radicular es de manera más rápida y eficaz.

Es necesario conocer las técnicas radiográficas para poder aplicarlas a los nuevos sistemas y así obtener una imagen de alta calidad que es de imprescindible utilidad durante el tratamiento de Endodoncia.

Además debemos actualizarnos y conocer los nuevos sistemas, las ventajas y desventajas que ofrecen para elegir el que sea de más interés, de acuerdo a las necesidades del Cirujano Dentista.

Debemos conocer las amplias ventajas de la digitalización de imágenes que nos favorecen llevar a cabo tratamientos, a conocer la morfología de los conductos radiculares así como una gran herramienta en el campo de la investigación.

Aunque se debe mencionar que la desventaja más importante de estos sistemas es su alto costo, por lo que es difícil su obtención, Sin embargo valdría la pena adquirir alguno de estos sistemas para facilitar el diagnóstico y mejorar las imágenes radiográficas en la práctica clínica.

Es importante concluir que la tecnología avanza día con día y la profesión Odontológica no se queda a tras por lo que el Cirujano Dentista se debe comprometer a actualizarse continuamente para estar a la vanguardia, adquirir conocimientos y aplicarlos al tratamiento Odontológico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Haring J.I, Jansen L. Radiología dental principios y técnicas. 2ª.ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2000. Pp. 3-9,37-45, 117-126,235-302, 411-434.
2. Basrani E, Blank A. Radiología en Endodoncia. 1ª.ed.Buenos Aires. Editorial AMOLCA, 2003. Pp 3-10.
3. Méndez C, Ordoñez A. Radiología en Endodoncia, Artículos de Revisión, <http://www.javeriana.edu.co/academiapendodoncia/i-revisión30.html>.
4. Freitas A. Radiología Odontológica. 1ª.ed. Brasil: Editorial Artes Médicas Latinoamericana, 2002. Pp 114-117, 641-658, 673-694.
5. White, Stuart, Pharoah M. Radiología Oral, principios e interpretación. 4ª.ed. España. Editorial Harcourt. 2002. Pp 83- 90, 217-240.
6. Weine F. Tratamiento Endodóncico. 5ta .ed. España: Editorial Harcourt Brace, 1997. Pp 254-259.
7. Cohen S, Burns. Los caminos de la pulpa. 5ª.ed. Editorial Panamericana, 1994. Pp 119-122.
8. O'Brian R. Radiología Dental. 3ª .ed. Editorial Interamericana, 1977.Pp 6-7.
9. Gómez R. Radiología Odontológica. 3ª .ed. Buenos Aires. Editorial Mundi, 1979. Pp 16-17.
10. Bóveda C. Visión Actualizada de la Radiología en Endodoncia.<http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado-20>.
11. Canalda C, Brau E. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas.1ª.ed. Editorial Masson. 2001. Pp 93-99.

12. Barbieri G, Flores J, Escribano M, Discepoli N. Actualización en Radiología Dental. Radiología convencional vs. digital. Avances en odontoestomatología v.22, Madrid. 2006. <http://65.54.224.50/cgi-bin/getmsg/Avancesenodontoestomatologia.eda.actualización>.
13. Sullivan J. RadioVisiography in the detection of Periapical Lesions. Journal of Endodontics, vol 26, No 1, January 2000.
14. Beer R, Bauman M. Atlas de Endodoncia. 1ª .ed. España. Editorial Masson, 1998. Pp 42-46.
15. Morales L, Espinosa I, Reyes J. Empleo del Radiovisiógrafo en el tratamiento integral endodóntico de un paciente, reporte de un caso. Medicina Oral, vol II, abril-junio 2000, No 2, Pp 43-47.
16. Digora optime. Radiología digital intraoral. <http://www.tecnidental.com.co/scripts/prods/prods.as.at=0&pg>.
17. Urzúa R. Técnicas Radiográficas dentales y Maxilofaciales – Aplicaciones. 1ª ed. Venezuela. Editorial AMOLCA. 2005. Pp 235-308.
18. Jung M, Lommel D, K limek J. The imagin of root canal obturation using micro-CT. International Endodontic Journal. Vol 38, Issue 9. September 2005. Pp 617-626.
19. Hanning C, Dullin C, Hülsmann G. Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report. International Endodontic Journal. VOL 38, Issue 12, December 2005, Pp 904-913.
20. Méndez C, Salazar F, Gutierrez J. Sistema ProTaper (Denntsply Maillefer) F:/sistemaprotaper(dentsplymaillefer).mth.
21. Tsurumachi T, Honda K. A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. International Endodontic Journal. Vol 40. 2007. Pp 224-232.