



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

APLICACIÓN ESTRATÉGICA DE LOS RECURSOS
TECNOLÓGICOS EN ENDODONCIA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

EUGENIA GAYTAN OLAGUIVEL

TUTORA: Esp. GRISSEL BERENICE LÓPEZ LÓPEZ

ASESOR: C.D. GERLING GÓMEZ GALLEGOS

MÉXICO, D.F.

2014



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.

*Para Carmen y Pepe.
Viven en mí corazón y mente todos los días.*

AGRADECIMIENTOS.

A Rosy y Tere, mi mejor razón de existencia. Cada porción de mi ser ha sido formada por los principios y valores que toda la vida me han inculcado. Ustedes me aman con todos mis defectos y siempre les estaré en deuda. Les agradezco infinitamente el apoyo incondicional y las barreras que me han puesto y permitido superar. Mamá eres mi heroína y tu dedicación, perseverancia y coraje me ha hecho la mejor versión de ti. Tere, tu inmensurable cariño y amor representa todo lo que soy. Por eso y la vida que me han dado, gracias.

A Victoria, por ser el amor de mi vida y mi mayor ejemplo a seguir. Cada batalla que hemos luchado ha sido juntas y de la mano, tu mi mejor amiga y el amor más sincero desde que nací. Admiro tu naturaleza y arte por la vida, pero tu espíritu y esfuerzo constante son lo que despiertan esa inquietud en mí por vivir la vida como tú.

A Martin, por ser la figura paterna que no escaseé, pero toda niña admira.

A Oscar, mi compañero de vida y alma gemela, admiro la fortaleza y la valentía con la que enfrentas la vida y continúas haciéndola un juego sin soltar mi mano. No te rindes nunca, por lo tanto no me dejas caer a mí. Sin tu paciencia, apoyo y amor yo no podría continuar con la vida misma. Te amo por tanto, y los años nos han demostrado el valor de lo nuestro. Te agradezco por tanta luz en tus ojos. Yo no podría luchar contra tanto si no fuera por ti, por todo infinitas gracias.

A la Dra. Patricia Cacho Galindo, no podría haber recibido mejor formación profesional que la que usted me ha brindado desde que nos conocimos, sin exigir nada a cambio. Uno de mis mayores deseos en la vida es convertirme en una mínima parte de lo que usted es hoy y practica.

Un especial agradecimiento a Gaby, mi hermana no biológica, tu paciencia y comprensión ha sido el mejor regalo. Siempre tienes las palabras exactas y cada vez me demuestras el enorme corazón que tienes. Nunca podré compensar todo lo que haces por mí, tu alimentas mi alma. Horas de risas, y horas en ayudarme para terminar este trabajo, que casi es tuyo también. Desvelo y cansancio que nunca habíamos vivido. Gracias.

A Uriel, Thalía y Mayra porque para mí nuestra amistad se ha convertido en la más constante, en las buenas y en las malas. Cada paso que damos lo hacemos juntos, que los años sigan pasando y nosotros disfrutándolos.

Daniela, estamos juntas en los caminos que recorreremos sin tener que recordárnoslo a diario, me has entregado tu amistad y por eso tu siempre tendrás lo mismo de mí.

A mi tutora Dra. Grissel López y mi asesor Dr. Gerling Gómez, les agradezco apoyarme y corregirme en la realización de este proyecto, la paciencia y capacidad para guiarme en la culminación de este último paso.

A mi Facultad de Odontología por la formación académica y abrirme camino en esta profesión tan enriquecedora.

A la UNAM por darme un lugar en sus aulas, nunca dejaré de sentir pasión por mi Universidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	8
PROPÓSITO.....	8
TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN ENDODONCIA.....	9
1. IMÁGENES DIGITALES.....	9
1.1. Generalidades.....	9
1.1.1. Sensores de estado sólido.....	11
1.1.2. Placas de almacenamiento fotoestimulables.....	12
1.2. Aplicaciones principales.....	16
1.2.1. Manipulación de la imagen por computadora.....	16
1.2.2. Procesado mediante la aplicación de filtros.....	26
1.2.3. Radiografía diagnóstica.....	28
1.2.4. Radiografía en el tratamiento.....	29
1.2.5. Radiografía de control.....	31
1.2.6. Radiografía de sustracción digital.....	31
2. TOMOGRAFÍA.....	33
2.1. Generalidades.....	33
2.2. Aplicaciones principales.....	35
2.3. Tomografía Computarizada de Haz Cónico.....	35
2.4. Generalidades.....	35
2.5. Aplicaciones principales.....	38
3. ULTRASONIDO.....	41
3.1. Generalidades.....	41
3.2. Efecto magnetoestrictivo.....	42
3.3. Efecto piezoeléctrico.....	42
3.4. Aplicaciones principales.....	48
3.5. Instrumentos Ultrasónicos.....	48
3.5.1. Limas Ultrasónicas.....	48
3.5.2. Puntas Ultrasónicas.....	49

4. MICROSCOPIO OPERATORIO.....	58
4.1. Generalidades.....	58
4.2. Aplicaciones principales.....	62
4.2.1. Diagnóstico.....	62
4.2.2. Endodoncia no quirúrgica.....	62
4.2.3. Endodoncia quirúrgica.....	65
5. LOCALIZADOR DE FORAMEN.....	67
5.1. Generalidades.....	67
5.2. Aplicaciones Principales.....	70
6. PAPEL DEL OPERADOR FRENTE A LOS AVANCES TECNOLÓGICOS.....	72
7. DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS.....	78
7.1. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.....	79
7.2. APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS.....	79
CONCLUSIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81



INTRODUCCIÓN.

En la búsqueda de un buen diagnóstico en endodoncia hay que emitir un adecuado criterio de selección de los recursos antes y después del tratamiento. No basta con develar la condición del conducto radicular, es necesario ver al paciente como un todo y respetar las condiciones generales que rigen su naturaleza orgánica. Sin embargo, el presente trabajo está enfocado en la implementación de recursos tecnológicos modernos y su amplia recomendación en los diferentes casos que se presentan durante la práctica odontológica. La importancia de aplicar estrategias de trabajo no sólo involucra conocer en su totalidad las tecnologías, si no saber reconocer y diferenciar la utilidad y en mayor parte resolver el tratamiento de manera satisfactoria. Actualmente existen innumerables recursos que permiten la resolución de la complejidad de los tratamientos, por lo que se explicarán los más importantes y de manera conjunta se identificará su uso en situaciones habituales y extraordinarias.

Diversos endodoncistas han afirmado que pueden trabajar “con los ojos cerrados” argumentando que no hay nada que ver. Lo cierto es que hay mucho que se puede observar con las herramientas adecuadas; con la expansión de los medios de visualización y trabajo, se amplían nuestros horizontes.



OBJETIVOS.

- Identificar cuáles son las tecnologías más adecuadas para los diferentes casos a tratar y de qué manera se aprovechan los recursos eficazmente.
- Simplificar métodos de diagnóstico y herramientas de trabajo que le proporcionen al especialista un mejor conocimiento de las condiciones más aproximadas del estado endodóncico del paciente.

PROPÓSITO.

- Aplicar estrategias de apoyo en diagnósticos con las nuevas tecnologías de fácil acceso en casos que se presenten en la práctica endodóncica.



TECNOLOGÍAS USADAS EN ENDODONCIA.

1. IMÁGENES DIGITALES.

1.1. Generalidades.

Se debe reconocer que el uso de las películas radiográficas han marcado la pauta de la imagenología desde su descubrimiento (Roentgen 1895), no obstante ésta tecnología ha evolucionado con el paso del tiempo. En su avance, ésta ha permitido determinar el uso que se le da; tal es el caso de la captura de imágenes radiográficas, la exhibición de las mismas ya sea en medio convencional o digital, la interpretación y el almacenaje en su respectiva forma. El primer sistema de imagen digital que se introdujo en Odontología fue el RadioVisioGraphy (Trophy-France), que en 1989 fue aprobada por la FDA, enseguida surgió el Flash Dent, industrializado por Villa System-Italy. Tiempo después se comercializaron otros sistemas como Sens-A-Ray (Regam, Sweden), Visualix (Gendex, Italy), Sidexis (Sirona, Germany) y CDR System (Schick Technologies Inc, N.Y.).^{1,2}

La radiografía digital convierte la imagen radiográfica en un método de diagnóstico más eficaz, por medio de un sensor intraoral que se coloca de mismo modo que las películas radiográficas y que se transmite directamente desde el monitor de la computadora al momento que se captura. Esta misma ventaja le proporciona al odontólogo una reducción en el tiempo de trabajo y de igual manera el tiempo de exposición a la radiación (50%-80% menos). La mayor limitante de la imagen digital es la representación bidimensional y en un único plano de un objeto tridimensional al igual que la radiografía convencional capturada en película.²

Como su nombre lo sugiere, el radiovisiógrafo está formado por tres componentes principales:



- El componente “radio”, consiste en un sensor de alta resolución que reemplaza a la película radiográfica. Éste está conformado por una pantalla de centelleo, un instrumento de fibra óptica y un generador de imagen con acoplador de carga, que tiene solo una superficie que es activa y está conectado a la unidad de procesamiento.³
- El segundo componente, la porción “visio”, consiste en un monitor de video y una unidad de procesamiento. La imagen es transmitida a ésta última, donde es digitalizada y memorizada por la computadora. La unidad puede magnificar hasta cuatro veces el tamaño de la imagen y tiene la capacidad de colorearla, además puede exhibir múltiples imágenes de manera simultánea.³
- El tercer componente es la “grafía”, una impresora de alta resolución que proporciona una copia de la imagen de la pantalla.³

El sensor que se utiliza para la captura de la imagen directa puede ser de dos tipos, puede ser utilizado para la obtención de radiografías intraorales y extraorales: de estado sólido y de placas de almacenamiento fosforescentes fotoestimulables (únicamente para radiografía oclusal y oblicua). Estos diferentes tipos de sensores capturan la imagen digital en píxeles, cada píxel 2-D representa un cuboide 3-D (vóxel del paciente) por lo tanto el grosor de la parte irradiada determinará la profundidad del cuboide. Esto quiere decir que cada vóxel es determinado por la totalidad de rayos X que se absorben en un píxel. Los sensores sólidos intraorales son cajas rectangulares pequeñas, finas, planas, rígidas, habitualmente de color negro y similares en tamaño a los paquetes de películas intraorales con un grosor aproximado de 5 a 7 mm y un cable de 1-2 m de longitud enchufado a una estación de acomplamiento remota, que puede estar unida de forma conveniente al brazo de soporte de la cabeza del tubo y un cable independiente conectando al ordenador.⁴

(Imagen 1)

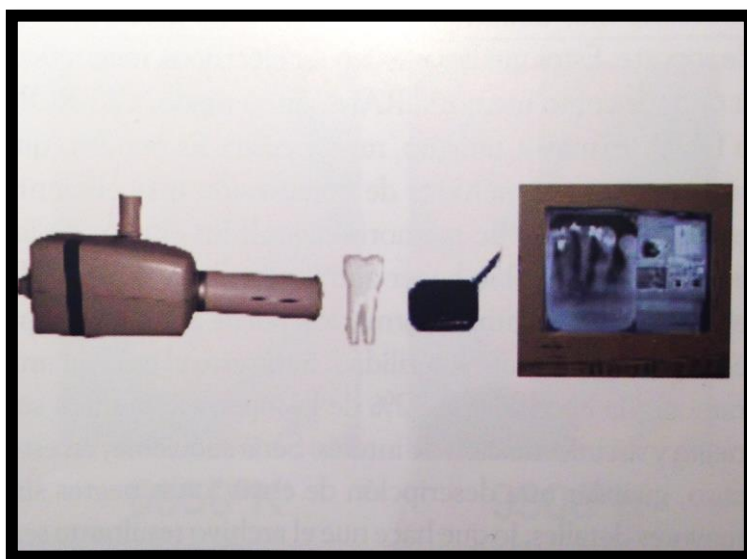


Imagen 1. Esquema de utilización de la radiografía digital directa.⁵

1.1.1. SENSORES DE ESTADO SÓLIDO.

- Dispositivo de carga acoplada (DCA).

Consiste en píxeles individuales rellenos de silicio intercalado de tipo P y Nm dispuestos en filas y columnas en forma de matriz, encima de estas tablas permanece una capa de centelleo hecha de materiales similares a las pantallas intensificadoras de tierras raras. (Imagen 2) Los fotones de rayos X que inciden en la capa de centelleo se convierten en luz. La luz interacciona por medio del efecto fotoeléctrico con el silicio para crear un paquete de carga para cada píxel individual, que es concentrado por los electrodos.⁴

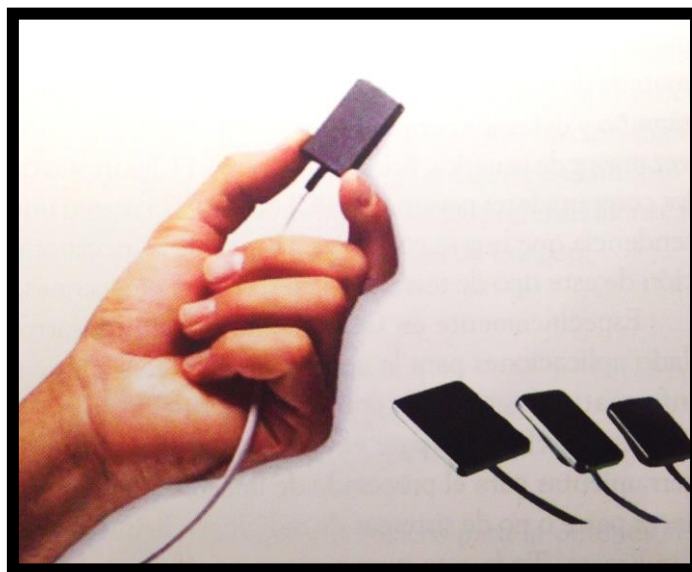


Imagen 2. Sensor para radiografía digital directa.⁵

- Semiconductor complementario de óxido metálico/sensor de píxel activo (SCOM/SPA).

Son sensores similares a los DCA en cuanto a su constitución, constando de una matriz de píxeles, pero difieren en la lectura de las cargas de los píxeles. Cada píxel SCOM está aislado del contiguo y se conecta al transistor directamente, el paquete de cargas de cada píxel se transduce al transistor como una tensión que permite evaluar individualmente cada píxel.⁴

1.1.2. PLACAS DE ALMACENAMIENTO FOSFORESCENTES FOTOESTIMULABLES.

A diferencia de los sensores de estado sólido, estas placas no están conectadas al ordenador por un cable, por lo que requieren de una fase intermedia cuando se desea observar la placa. Con estos sistemas se dispone de diversos tamaños de placas intraorales y extraorales, similares a las dentoalveolares, oclusales, etc. Una vez borrada la información las

placas son reutilizables. (Imagen 3) Al igual que los sensores sólidos, deben de protegerse estas placas introduciéndolas en envolturas de barrera para fines de control de infecciones.²

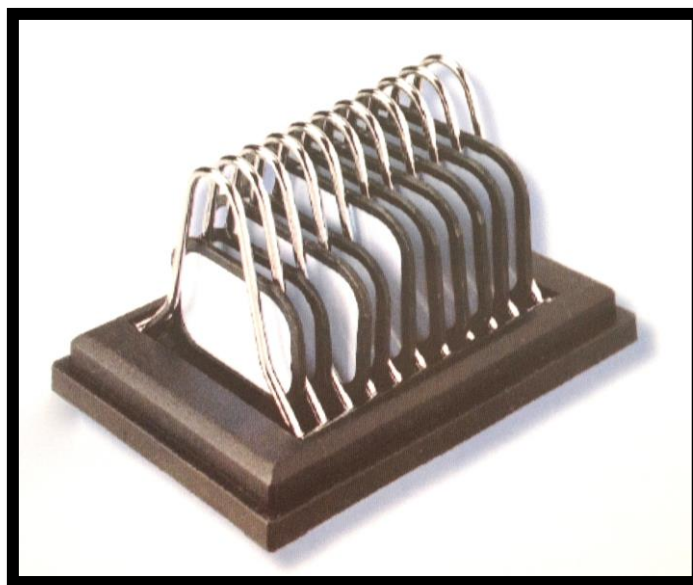


Imagen 3. Placas de almacenamiento fosforescentes fotoestimulables.⁶

Las placas constan normalmente de un elemento fosforescente de fluorhaluro de bario en un soporte de plástico flexible. Cuando se usan con película, la producción de imagen no es instantánea con este tipo de receptor de imagen, ya que tarda entre 5 a 100 seg. Durante el procedimiento radiográfico, el elemento fosforescente de la placa absorbe y almacena la energía de rayos X que no ha sido atenuada por el paciente. Se coloca la placa en el lector. (Imagen 4) Se explora la placa con un haz de láser y la energía almacenada de los rayos X se libera como luz. La luz es detectada por un tubo fotomultiplicador, se convierte en una señal eléctrica (tensión) y se introduce en el convertidor analógico-digital del ordenador conectado. Se limpia la placa para que quede lista para nuevo uso.²

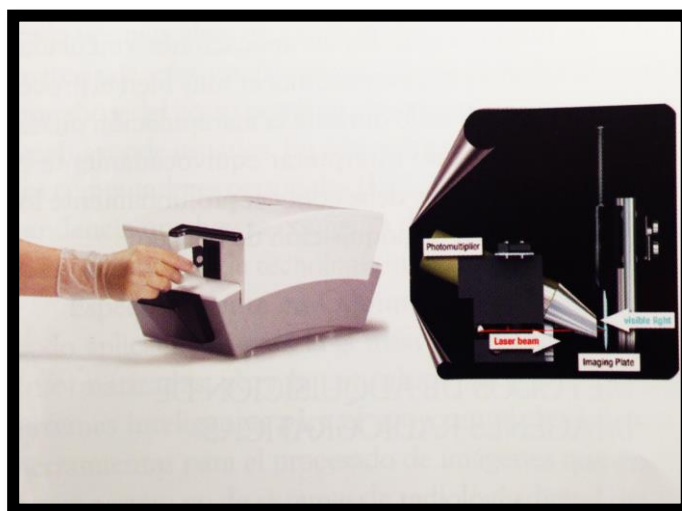


Imagen 4. Procesado de la placa de fotoestimulable.⁵

Ventajas:

- Disminución considerable de exposición a la radiación que la radiografía convencional (80%-50%).
- Reducción de insumos y espacio en el consultorio. (películas, líquidos, cuarto oscuro).
- Transferencia automática, almacenamiento y archivo de la información digital en el expediente clínico del paciente. La imagen casi instantánea permite ser tomada en múltiples ángulos para ayudar en la localización de los conductos, la verificación de las longitudes de trabajo y los resultados inmediatos postobturación.⁷
- Manipulación para modificar densidad, contraste y ampliación.
- Mensuración de accidentes anatómicos o de entidades patológicas.³
- Existen accesorios que se colocan intraoralmente con el sensor para realizar la técnica de planos paralelos.⁵ (Imagen 5)
- Como presenta una visión inmediata de la posición del instrumento en el conducto, permite realizar los ajustes en la longitud de trabajo y obtener una nueva imagen para confirmarlo.³

- Facilidad para enviar la radiografía digital a otras localidades.³
- Herramienta eficaz para la educación del paciente ya que estos pueden ver las imágenes radiográficas en un monitor que facilita el diálogo y el informe con el clínico.⁷
- Trabajo de la imagen con 256 tonos de gris contra 15 a 25 (a simple vista) de la radiografía tradicional, que permite una gama mayor de variaciones de las tonalidades de gris observadas.⁴

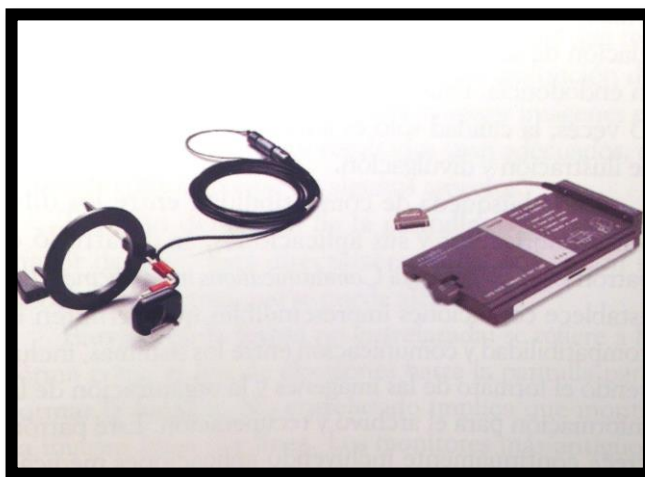


Imagen 5. Dispositivos sensores y accesorios.⁵

Desventajas:

- Alto costo del aparato y demora del retorno económico para recuperar la inversión inicial.⁴
- Necesidad de espacio considerable de la memoria del ordenador y almacenamiento externo.⁷
- Pantallas o monitores en alta definición que no limiten la calidad de la imagen o la reduzcan.⁷
- La radiografía convencional tiene una resolución de 12 a 20 lp/mm mientras que la imagen digital que usa un DCA tiene una resolución cerca de 10 lp/mm. Dado que el ojo humano puede



determinar solamente 8 a 10 lp/mm, un DCA es adecuado para el diagnóstico de una enfermedad dental.⁷

- Pérdida de calidad de imagen y resolución una vez impresa en papel cuando se usan impresores térmicos, de láser o de inyección de tinta.⁷
- Efecto del blooming: sobreexposición y sobrecarga de los sensores DCA.⁷
- Puede producir incomodidad en la boca debido a la rigidez y pesadez del sensor e inclusive el reflejo de vómito.⁷
- Cuidado y manejo especial del cable y sensor (no mojarse).⁴
- Los sensores no pueden ser esterilizados al calor o frío y requieren de la cobertura completa con fundas plásticas desechables.⁷

1.2. Aplicaciones Principales.

1.2.1. MANIPULACIÓN DE LA IMAGEN EN COMPUTADORA.

El especialista puede modificar la imagen dependiendo de cómo desea observarla, existen diferentes técnicas y herramientas para mejorar la imagen y alterar el estado inicial permitiéndole realizar cambios visuales. La radiología digital provee múltiples oportunidades para procesar y analizar imágenes radiográficas. Toda operación que deba ser mejorada, corregida, analizada o, en algunos casos hasta cambiada, es considerada una imagen procesada. (Imagen 6) El principal objetivo entonces, será mejorar, efectivizar y objetivar la información captada en la radiografía convencional, eliminar subjetividad y no depender de la habilidad propia de cada operador para analizar los datos observados.³



Imagen 6. Aplicación para radiografía digital directa.

La finalidad de obtener imágenes digitalizadas es colaborar en la realización del diagnóstico y lograr que éste sea explícito, comprensible y descriptivo en las tres dimensiones.

Según Baxes, el procesamiento de imágenes puede dividirse en cinco clases:

- 1) Imagen mejorada: mejoramiento del contraste, filtros, sustracción y color.
- 2) Restauración de imágenes: sistema de defectos, geometría y transformación.
- 3) Análisis: medidas, segmentación, extracción de caracteres y clasificación de objetos.
- 4) Compresión.
- 5) Síntesis: Tomosíntesis y Tomografía Axial Computarizada.³

Inversión de escala de grises.

Toda la imagen en escala de grises es cuantificada utilizando una escala de valores, escogiendo un valor extremo para el blanco y otro extremo para el negro, con toda la gama intermedia de grises entre los dos.⁵ (Imagen 7)

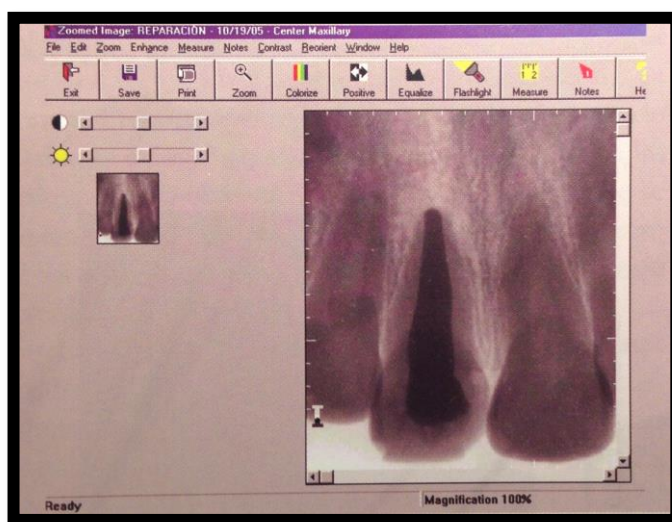


Imagen 7. Aplicación con inversión de escala de grises.⁵

Alteración del brillo.

El brillo puede verse modificado por el grado de ennegrecimiento de cada píxel capturado en la imagen. Se le asigna una tonalidad de gris a más clara, la cual permite incrementar el brillo disminuyendo el oscurecimiento y obtener así una imagen más luminosa y viceversa. Se le provee un valor numérico a cada píxel, si se le asigna el número más alto la imagen cambiaría totalmente a clara.⁴ (Imagen 8)

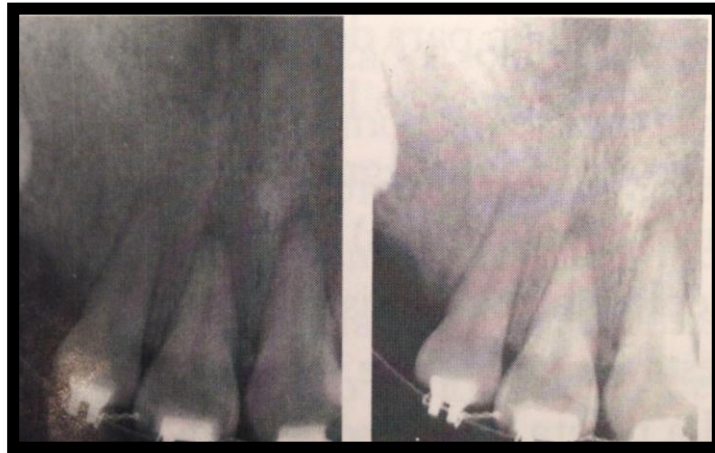


Imagen 8. Modificación de brillo.⁵

Alteración de contraste.

A diferencia del brillo, el contraste no posee ninguna tonalidad de gris a blanca, únicamente blanca y negra. Puede compensar imágenes que resulten más claras u oscuras de lo ideal por fallas en el ajuste de tiempo de exposición durante la realización de una incidencia gráfica.^{2,4} (Imagen 9)

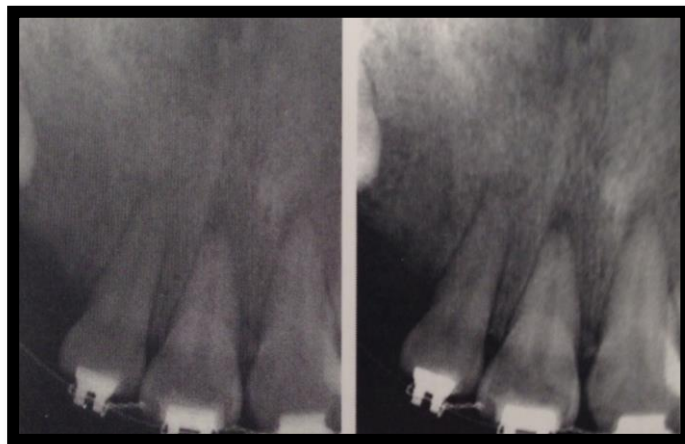


Imagen 9. Modificación de contraste.⁵

Temperatura de color.

En los monitores de las computadoras, los valores predeterminados se corresponden con el color observado cuando un objeto es iluminado con una luz de filamento incandescente a una temperatura de 6550°K o 9300°K. Generalmente, es preferible ajustar a 6.550°K para que la pantalla no sea tan azul y los colores sean más vivos. (Imagen 10) También es posible, o necesario en algunos casos, modificar la relación entre rojo, verde y azul para corregir el balance de color y de blanco. Estos ajustes deben ser realizados cuando el rendimiento del monitor se degrada con el tiempo de uso, pero en todos los casos se debe prestar mucha atención al ajuste de blanco resultante y a la escala de brillo final.⁵

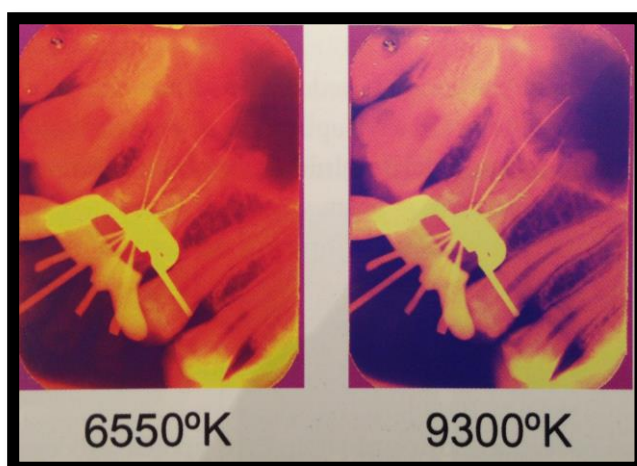


Imagen 10. Efecto de la selección de temperatura del color.⁵

Ajuste de gammas.

Es un proceso similar a la variación de contraste, ésta modificación también puede producir saturación. (Imagen 11) La gamma es la relación del brillo original y su representación en la pantalla. Una recomendación general es utilizar el valor de gama 1 o 2.⁵

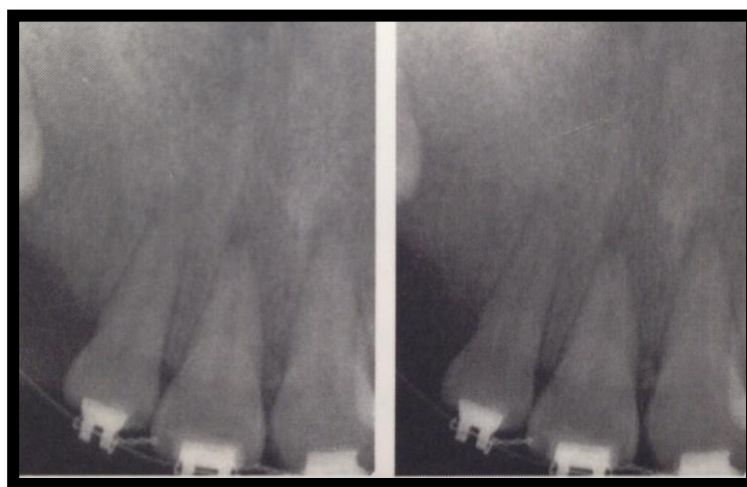


Imagen 11. Modificación de gamma.⁵

Aumento.

La ampliación de la radiografía como herramienta permite observar de mayor tamaño la imagen, la cual puede lograr mejoras en la calidad de ésta, aunque esto no signifique que se podrán observar detalles que pasan desapercibidos en la escala normal. (Imagen 12) A mayor aumento de la imagen, mayor ampliación de píxeles resultando en una imagen cuadriculada y distorsionada. La ampliación aumenta de manera considerable la exactitud diagnóstica, pero se debe reconocer que si el observador posee experiencia clínica, las imágenes no ejercen influencia sobre la capacidad y exactitud de diagnóstico.

Puede emplearse para:

- Determinar longitud de trabajo.
- Calidad de obturación y materiales utilizados para el sellado del conducto radicular.
- Revelar presencia de conductos difíciles de apreciar o accesorios y dilaceración de raíces.²

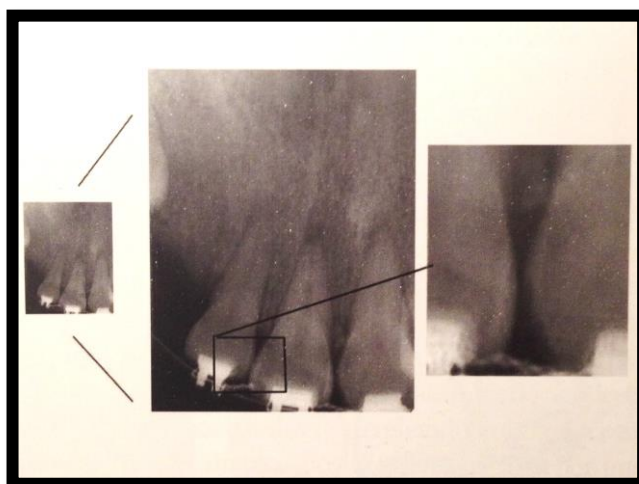


Imagen 12. Efecto de reducción y amplificación.⁵

Inversión a negativo.

La imagen digital puede ser trabajada hasta el punto en que puede ser observada en una relación invertida, o sea, estructuras que se mostraban radiopacas en la imagen original se mostrarán radiolúcidas en la imagen, semejante a los negativos de las fotos en papel. El uso de ésta herramienta se indica principalmente para la odontometría y para la observación de trepanación del foramen apical por limas endodóncicas o en casos de sobreobturación.²

Atribución de color falso.

Consiste en aplicar una paleta de colores a los valores e intensidad de gris de los píxeles. El resultado será una imagen colorida en la que cada color representará un valor de gris específico. La ventaja de dar atribución de color falso es que el ojo humano ve con mayor facilidad las variaciones de color que las del gris, aspecto que se vuelve ventajoso en las imágenes con bajo contraste, ya que se trata solo de atribuir un color a un valor de gris específico.⁵ (Imagen 13)

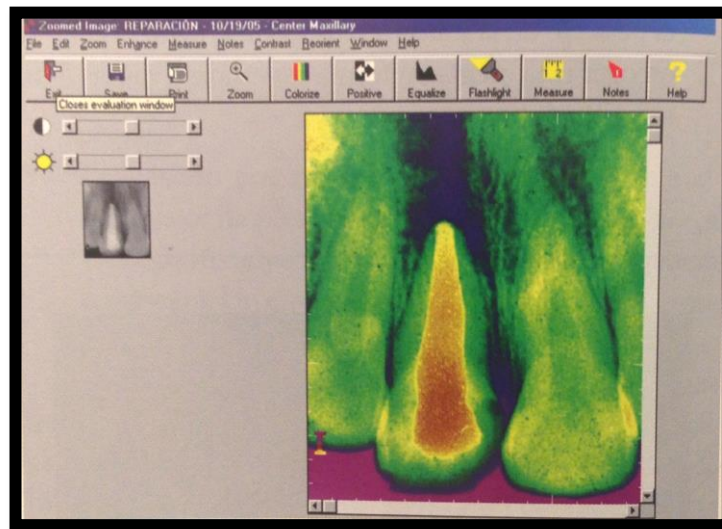


Imagen 13. Aplicación con la utilización de falso color.⁵

Rotación.

La rotación de la imagen es una herramienta básica disponible en los programas electrónicos y que no afecta la calidad de la imagen, en algunas regiones de la boca el sensor capta la imagen en una posición invertida, o sea, las estructuras experimentaron una rotación de 180° con relación al plano horizontal.²

Profundidad.

Algunos softwares tienen la capacidad de alterar las imágenes digitales modificando la disposición de los píxeles, haciendo que la visión del ojo humano tenga la impresión de observar la tercera dimensión de la imagen. Este tipo de modificación se conoce como “imagen en relieve”, y según algunos fabricantes de softwares, tiene la función de aumentar la precisión en la visualización de instrumentos en el interior de conductos radiculares.²

Asignación pseudocolores.

La transformación de la imagen captada en la escala de grises en una imagen en colores, puede ser fácilmente realizada con el software. Sirve como método de visión global de la imagen en tonos de color que varían en el espectro de la luz visible, con todos los matices intermedios representando los grados de intensidad de la imagen. La observación de lesiones periapicales tempranas representa su aplicación principal.² (Imagen 14)

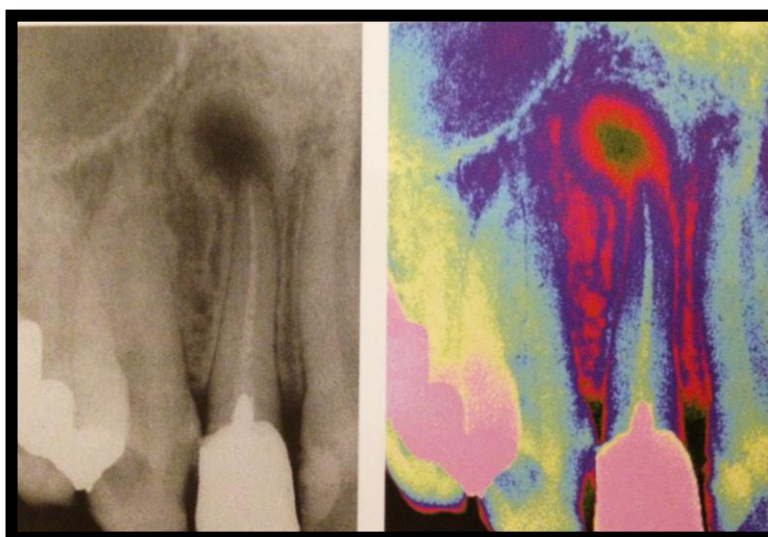


Imagen 14. Transformación de colores de la imagen.⁶

Densidad.

La densidad radiográfica de los materiales de obturación ha sido frecuentemente probada en diversas investigaciones. Los sistemas digitales tienen capacidad para detectar áreas que tengan la misma densidad en las radiografías. (Imagen 15) Por lo tanto, la investigación de homogenización del material de obturación, de burbujas en el interior del cemento y la comparación de la densidad radiográfica de los cementos de obturación, indican la excelencia de esta herramienta. La radiopacidad de

los materiales odontológicos es un requisito importante del material de obturación, pues la imagen obtenida por medio de los rayos X, sea de forma convencional o digitalizada, es la única forma posible de evaluar la calidad de la obturación del conducto radicular.²

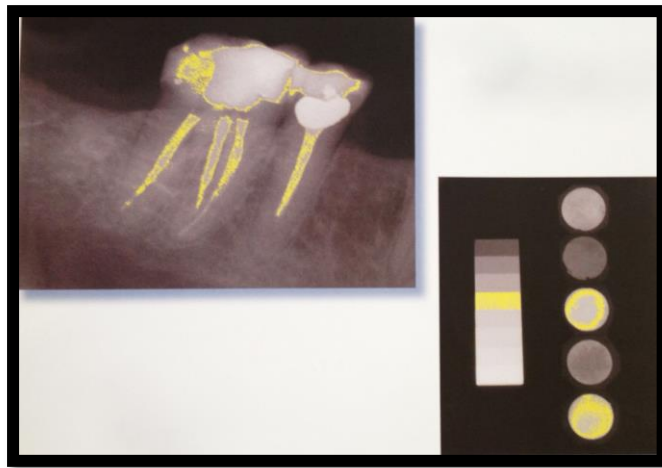


Imagen 15. Radiografía que muestra densidad de material de obturación.⁶

Medida automatizada.

Un recurso de la radiografía digital que se emplea en Endodoncia es la mensuración de distancias, por medio de la cual se puede medir la longitud del diente en tratamiento, trazando una línea desde el punto de referencia coronal hasta el vértice radiográfico; con esto el programa permite suministrar instantáneamente la medida en milímetros para que el profesional tenga las bases para realizar la odontometría. (Imagen 16) Este recurso de mensuración puede ser útil para determinar el espesor de las paredes dentinarias laterales, la abertura apical de un diente permanente joven, la distancia final de la obturación hasta el vértice radiográfico y los remanentes de la obturación al confeccionar una preparación para anclaje intrarradicular, entre otros.⁴

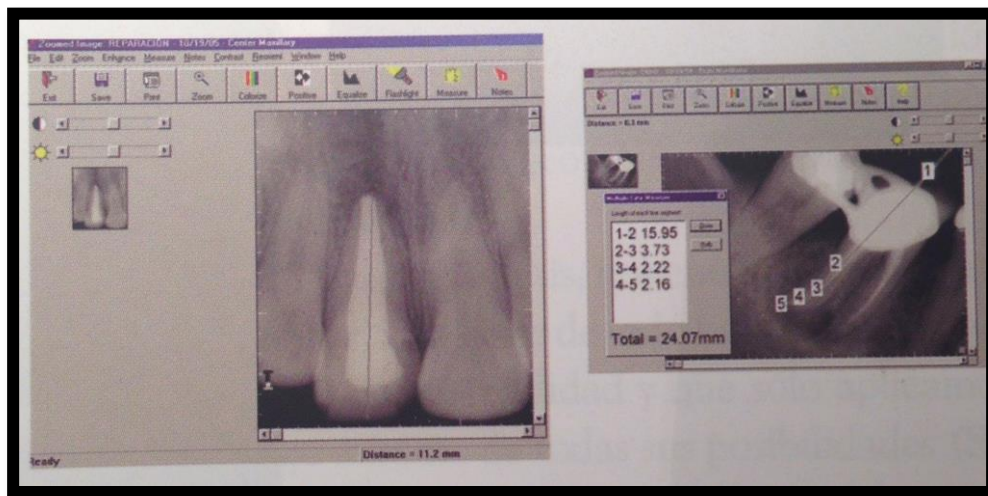


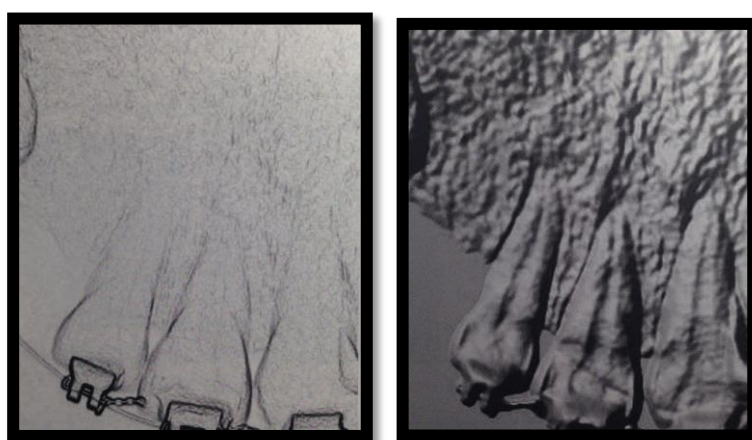
Imagen 16. Aplicación con medición de distancia en la radiografía.⁵

La importancia de almacenar imágenes en los expedientes clínicos de los pacientes permite comprobar la regresión de las lesiones óseas localizadas en el periápice de dientes tratados endodóncicamente, esto puede asociarse con la mensuración del área total de la rarefacción. El sistema digital puede contar los píxeles presentes en el interior del área delimitada por el profesional, resultando evidente la reparación cuando el número disminuye entre la primera y la segunda evaluación.²

1.2.2. PROCESADO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FILTROS.

El aspecto más relevante del procesado de las imágenes radiográficas mediante la aplicación de filtros es que la información contenida en la imagen original no se modifica. La nueva imagen está formada con la información disponible pero mostrada de otra forma, de manera que los aspectos que no eran apreciables con facilidad queden resaltados. (Imágenes 18) Por este motivo es de importancia substancial entender cuáles son los aspectos que se desean destacar, el modo como lo obtendremos y lo que significa el resultado. Es un error frecuente aplicar

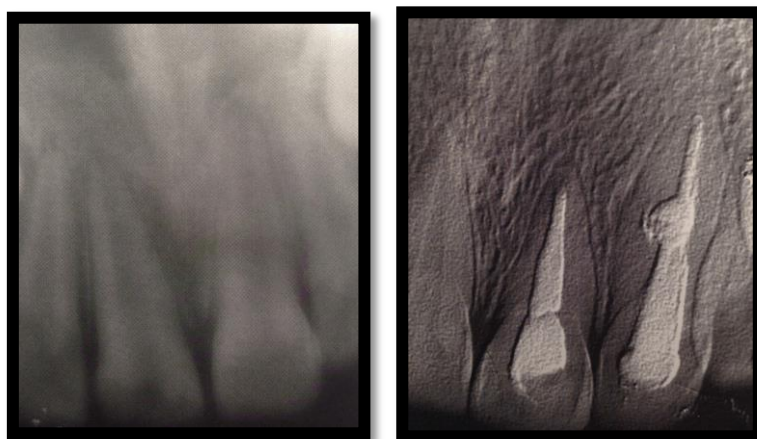
filtros de re-exaltación de márgenes-bordes para poder apreciar mejor los contornos anatómicos de interés y olvidar que este tipo de filtro produce también un aumento del ruido que puede inducir a la interpretación de una zona asociada con una patología inexistente. También la aplicación de los filtros suavizados para eliminar ruidos puede esconder una patología incipiente o quedar escondida en la intermediación.⁵



Imágenes 18. Filtros.⁵

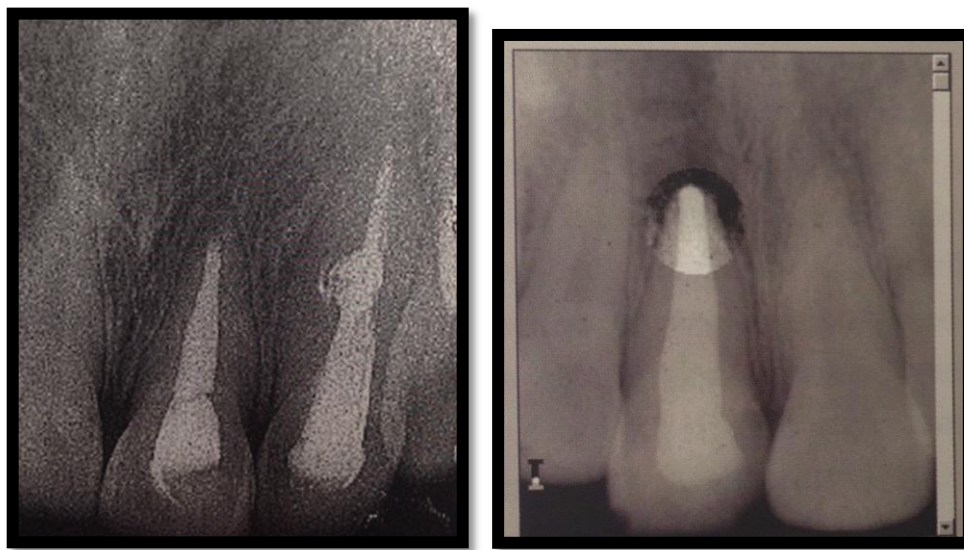
a) Filtro de detección de márgenes-bordes.⁵

b) Filtro de relieve.⁵



c) Filtro de paso-bajo.⁵

d) Filtro de sombra.⁵



e) Filtro de resaltado o sharpen.⁵

f) Aplicación con detalle resaltado en el contraste.⁵

1.2.3. RADIOGRAFÍA DIAGNÓSTICA.

Esta actividad no solo permite identificar la presencia y características de las patosis, sino que también ayuda a determinar la anatomía radicular y pulpar, caracterizando y diferenciando otras estructuras normales.⁶

Identificación de patosis.

Las radiografías deben ser examinadas minuciosamente por alguien que tenga conocimientos básicos de los cambios que indican la existencia de lesiones pulpares, periapicales, periodontales y otras lesiones óseas. (Imagen 19) Muchos de éstos cambios son evidentes, pero algunos otros son muy sutiles.⁶

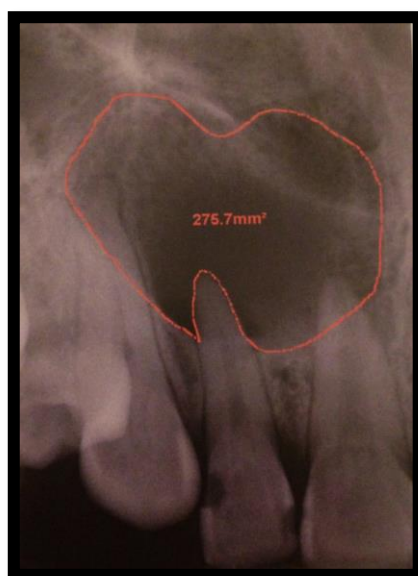


Imagen 19. Radiografía que muestra mensuración del volumen de la lesión ósea.⁶

Determinación de la anatomía radicular y pulpar.

Implica no solo la identificación y cuantificación de las raíces y los conductos, sino además la identificación de una anatomía dental inusual, como un den invaginatus o una configuración en C, y el análisis de la curvatura, las relaciones entre conductos y la localización de los mismos.⁶

Caracterización de las estructuras normales.

A menudo se observan numerosas estructuras radiotransparentes y radiopacas muy cerca unas de otras. Frecuentemente, esas estructuras se intercalan a las coronas y a las raíces, disfrazándolas. Es necesario distinguir éstas estructuras y diferenciarlas de las patosis y de la anatomía dental.²



1.2.4. RADIOGRAFÍA EN EL TRATAMIENTO.

Las radiografías que se obtienen mientras se realiza el tratamiento generalmente son tomadas cuando está colocado el dique de hule, lo cual ocasiona problemas al momento de posicionar el sensor y el cono. Éstas tomas radiográficas se exponen durante la fase de tratamiento y tienen aplicaciones especiales.⁶

Determinación de las longitudes de trabajo.

La mensuración de las distancias entre el punto de referencia y el ápice radiológico permite establecer cuál es la distancia desde el ápice a la que hay que preparar y obturar el conducto.⁶

Desplazamiento de estructuras superpuestas.

Es común que al momento de realizar la toma de radiografías durante el tratamiento, algunas estructuras anatómicas radiopacas se superpongan a las raíces y a los ápices, ocultándolas. Utilizando determinadas angulaciones del cono, es posible desplazar estas estructuras radiopacas para conseguir una imagen más clara del ápice.⁶

Localización de conductos y diferenciación del espacio del ligamento periodontal.

El primordial objetivo del tratamiento de conductos radiculares es la desinfección y conformación de éstos, pero para alcanzar esta condición se deben localizar todos los conductos en número y forma. El especialista puede recurrir a técnicas convencionales y especiales para determinar la posición de posibles conductos no localizados durante el acceso. Una vez localizados es importante diferenciar cuando desembocan en la cámara pulpar y el ápice; los espacios del ligamento periodontal terminan en una superficie, y en una bifurcación en el caso de los molares.⁶



Evaluación de la obturación.

Posterior al trabajo biomecánico y a la obturación se debe corroborar la correcta densidad, configuración y calidad general de la obturación de cada uno de los conductos radiculares.²

1.2.5. RADIOGRAFÍA DE CONTROL.

Como parte del tratamiento, al final de éste es necesario verificar y realizar mantenimiento a determinados intervalos de tiempo, ya sean meses o años después. Esto sucede porque los fracasos terapéuticos no se acompañan en muchos casos de signos o síntomas.⁶

Identificación de nuevas patosis.

Las radiografías representan el mejor medio para identificar la presencia y las características de las lesiones que puedan aparecer tras el tratamiento. Dichas lesiones pueden ser periapicales o periodontales. Y lo más importante, que en muchos casos esas lesiones no se acompañan de signos o síntomas manifiestos y únicamente pueden ser detectadas en las radiografías.⁶

Confirmación de mejoría.

Las lesiones que existían antes del tratamiento deben encontrarse en proceso de resolución o haber desaparecido ya. Si el tratamiento ha sido satisfactorio (recuperación), se debería confirmar el restablecimiento de las estructuras generalmente normales en las radiografías de archivo.⁸

1.2.6. RADIOGRAFÍA DE SUSTRACCIÓN DIGITAL.

Las películas radiográficas como auxiliar de diagnóstico han sido el instrumento más eficaz para archivar imágenes intra y extraorales. Con respecto a la endodoncia, el estudio de una lesión periapical suele ser un



desafío, ya que en la película podrían pasar desapercibidos los pequeños cambios de la densidad de la lesión.³

La radiografía por sustracción intenta resolver muchos de los inconvenientes de la radiografía convencional. Detecta los pequeños cambios que se pueden haber producido, disminuyendo la cantidad de “distracciones” en el fondo de la información, y permitiendo al ojo humano, focalizar la diferencia actual entre dos imágenes. Elimina todas las estructuras anatómicas que no varían, entre una exposición y otra, por lo que los cambios en la información son más fáciles de percibir, técnicamente es un método que quita el “ruido estructural” de las imágenes, cuyo resultado será un área claramente delimitada.³

El objetivo de la radiografía por sustracción es facilitar la visualización de pequeños cambios óseos y/o dentarios. El método es conceptualmente simple. Se toman dos radiografías convencionales con una angulación exacta (se recomienda el uso de guías posicionadoras). Se colocan ambas placas en un procesador de imágenes y se les somete a la técnica de sustracción. Todas las estructuras que no se han modificado en ambas radiografías electrónicamente serán canceladas, y se sustraerán de la pantalla de la computadora. Por ende se podrá ver con claridad, en la escala de grises, el área que se ha modificado.³

La imagen por sustracción, por definición, requiere que las dos imágenes de las que se origina, hayan sido tomadas en la posición exacta. Un gran desafío, será el control de la densidad y/o contraste. Estos cambios pueden deberse a fluctuaciones en el voltaje, tiempo de exposición de la película, procesamiento de revelado y otros factores que son claves en el momento de la interpretación de la imagen.³



2. TOMOGRAFÍA.

2.2. Generalidades.

En Medicina, el diagnóstico por imagen tuvo un gran desarrollo en los últimos años, principalmente con el surgimiento de la resonancia magnética (visualización de tejidos blandos y tejidos ricos en agua) y de la tomografía computarizada (visualización de tejidos duros).⁶

Esta última, en función de la riqueza de detalles y de la posibilidad de visualizar diferentes planos en un mismo examen, es un complemento para el diagnóstico de patologías que perjudican el sistema estomatognático.⁶

Esta técnica radiográfica mezcla el concepto de la radiografía láser delgada con la imagen computarizada y está basada en la obtención de secciones o fracciones sagitales del paciente. Es la base de la tomografía panorámica dental y de los equipos tomográficos multifuncionales dentales y maxilofaciales. Requiere de movimientos rotacionales controlados y precisos tanto de la cabeza del tubo de rayos X, como de la película, los cuales se mueven alrededor de la cabeza del paciente de forma simultánea.^{4,5,7}

El tomógrafo consta de:

- Mesa para instalar al paciente, para proyección cráneo caudal y área anatómica seleccionada en el plano exacto de corte.⁵
- Gantry; Unidad que contiene el tubo emisor de radiación ionizante, los detectores y el sistema de adquisición de datos.⁵
- Un ordenador para el control parcial de las funciones del sistema de reconstrucción de imagen.⁵



Las imágenes obtenidas por el tomógrafo se transfieren para la “diagnostic workstation”, con capacidad para almacenar hasta 40 Gb. En este momento se evalúan todos los elementos dentales y sus estructuras adyacentes.

La etapa siguiente, de manipulación de las imágenes escogidas, se realiza según los pasos que se mencionarán:

- Adecuación del patrón de la imagen: Por medio del ajuste de las ventanas de brillo y contraste en la condición estándar del aparato, se busca la mejor definición para las estructuras anatómicas y patológicas del área visualizada.⁶
- Identificación de la patología: Obtención de dos imágenes reconstruidas en RMP (reconstrucción multiplanar), lo que permite reconstruir en dos dimensiones; condición en la que cada imagen podrá observarse únicamente en uno de los tres planos (axial, sagital o coronal). En este momento ya es posible detectar la patología, pero el diagnóstico solo se considera definitivo cuando se detectan al menos tres cortes seriados y en dos planos diferentes.⁶
- Selección de las imágenes: Se realizan ampliaciones de las imágenes más representativas de la localización y del tipo de patología, con la finalidad de mejorar la visualización.⁶

Tomosíntesis: Es un análogo de la TC que usa varias imágenes radiográficas convencionales en películas para extraer un corte a través de la región de interés, mediante la superposición de las imágenes y la eliminación de las partes indeseadas del objeto.⁷



1.3. Aplicaciones principales.

- Estimación de la altura, grosor y textura de los maxilares antes y después de la colocación de implantes.⁴
- Apreciación de los senos maxilares (situación de dientes desplazados y de cuerpos extraños).⁴
- Evaluación de la extensión de fracturas orbitarias por estallido.
- Exploración adicional de la ATM y cabeza de cóndilo.⁴
- Es posible determinar las anchuras bucolinguales y mesiodistales de los dientes, la visualización y extensión de las estructuras anatómicas importantes, así como evaluar la dimensión exacta de las lesiones endodóncicas alrededor del diente a ser tratado.⁷
- La periodontitis apical crónica también puede verse con la exploración TC. Cuando una lesión está en la etapa incipiente o cuando el corte cubre la porción más pequeña de una lesión bien establecida, se ve como una ampliación del espacio periodontal, también puede ser visto claramente como una reacción osteolítica pequeña alrededor de la punta de la raíz.⁷
- Las fracturas verticales de la raíz y/o coronas pueden detectarse fácilmente en las exploraciones con TC.⁴

1.4. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CON HAZ CÓNICO (CONE-BEAM COMPUTERIZED TOMOGRAPHY).

1.5. Generalidades.

Es una versión digital más específica de la tomosíntesis. Los pioneros en la nueva tecnología son los italianos Mozzo, de la Universidad de Verona, que en 1998 presentaron los resultados preliminares de un “nuevo aparato de TC volumétrica para imágenes odontológicas basado en la técnica de



haz en forma de cono”, denominado NewTom-9000. Antes de esto, la técnica del haz cónico ya se usaba en otras áreas como radioterapia, imagenología vascular y microtomografía de pequeñas muestras con aplicabilidad biomédica o industrial. El aparato de TCHC es compacto y similar al aparato de radiografía panorámica. Tiene dos componentes principales que se posicionan en extremos opuestos de la cabeza del paciente:⁷

- La fuente o tubo de rayos X que emite un haz en forma de cono.
- Detector de rayos X.

El sistema tubo-detector realiza un solo giro de 360 grados alrededor de la cabeza del paciente y en cada grado del giro, el aparato obtiene una imagen base de la cabeza del paciente, muy similar a una teleradiografía desde diferentes ángulos o perspectivas. (Imagen 20) El tiempo de examen varía entre 10 a 70 segundos (una vuelta completa del sistema), pero el tiempo de exposición efectiva a los rayos X es mucho menor, de hasta 7 segundos.⁶ La imagen de la TCHC se compone de una serie de 8 radiografías digitales que son asimiladas en una imagen de TCHC reconstruida.⁷



Imagen 20. Tomógrafo Computarizado de Haz Cónico.⁹

Usa un marcador fiducial para el registro de las imágenes y requiere un aparato radiográfico convencional, un sistema de digitalización y un software específico. Se ha demostrado que permite una mejor visualización de los conductos radiculares que las radiografías convencionales, y es idóneo para la evaluación de los defectos de la cresta de los maxilares. La TCHC utiliza imágenes radiográficas digitales y el software correlaciona las imágenes individuales de un sujeto en una estratificación de imágenes que pueden verse en los cortes.⁷

1.6. Aplicaciones principales.

También conocida como tomografía digital de volumen, se ha enfocado a la TCHC en el campo dental y maxilofacial para la obtención de:

- Imágenes que permiten la evaluación de todas las enfermedades que afectan a la mandíbula y al maxilar (quistes, tumores y displasias óseas).⁴
- Apreciación de senos maxilares.⁴
- Valoración de la ATM.⁴
- Evaluación de implantes.⁴
- Evaluación ortodóncica.⁴
- Obtención de imágenes multiplanares de dientes y los tejidos periapicales y periodontales como terceros molares inferiores y concordancia con el dentario inferior, así como fracturas de mandíbula o del tercio medio del esqueleto facial.⁴ (Imagen 21)
- En casos en que el diagnóstico por medios convencionales no es conclusivo.⁶
- Pacientes con historia de traumatismo dental.⁶

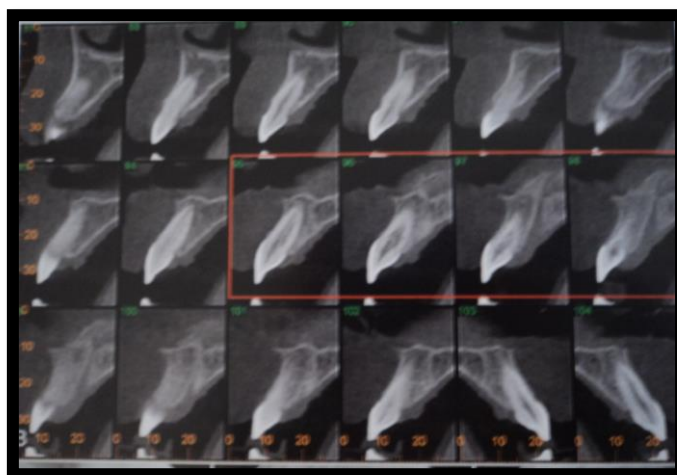


Imagen 21. Tomografía que muestra cortes transversales del maxilar.⁶



Ventajas:

- Adecuada visualización de detalles anatómicos y de las alteraciones patológicas. Se escanea la cavidad bucal en cortes helicoidales en sentido cráneo-caudal, con 0.25 mm de espesor e interpolación de 0.25 mm, lo que caracteriza una reconstrucción de los tejidos duros. Para cada arcada se realizan de 70 a 120 cortes aproximadamente, cuyas imágenes posteriormente se procesan para reconstruirlas en 3 o 4 dimensiones. Utilizando algoritmos de reconstrucción volumétrica es posible visualizar detalles de la estructura anatómica sin ningún tipo de superposición.^{4,6}
- Visualización de todas las caras dentales. Pueden verse en varios segmentos y ser visualizados en todos los sentidos para estudiarlos poco a poco, los dientes anteriores pueden verse en sentido mesiodistal, vestibulolingual y transversal con relación al eje mayor del diente.^{2,6}
- Proporciona imágenes para las reconstrucciones en 3D de raíces, conductos radiculares y dientes. Los modelos tridimensionales son fieles a la superficie externa de la estructura estudiada; las imágenes no permiten visualizar las estructuras anatómicas en su interior, pero son muy importantes para la planeación quirúrgica.^{6,7}
- Reconstrucciones en 4D-Angio. Así como la 3D, ésta reconstrucción permite la visualización tridimensional de una estructura anatómica pero transparente, de forma que pueden verse otras estructuras anatómicas ocultas en su interior.⁷
- Visualización por medio cinemático. Se puede observar las estructuras anatómicas en movimiento (viaje virtual) y obtener una gran definición de detalles, proporcionando una verdadera guía quirúrgica para el tratamiento que se realizará.^{2,7}



- Estudios preliminares han demostrado que la TCHC tiene la ventaja sobre las películas convencionales en la visualización de los conductos en los molares.⁷
- La ventaja del TCHC sobre la tomografía convencional es la baja dosis efectiva absorbida, que puede variar de 30 μSv A 88 μSv .⁶

Desventajas:

- Equipo costoso.⁴
- La dosis en piel es grande.⁴
- Requiere de mayor tiempo de permanencia durante la toma de las imágenes.⁴



2. ULTRASONIDO.

3.1. Generalidades.

El sonido está compuesto por ondas que se propagan a través de un medio (sólido, líquido, gaseoso), las cuales al propagarse por el aire y ser recibidas por el oído, producen la sensación auditiva.¹⁰

La unidad que mide la frecuencia de las ondas se denomina Hertzio (Hz), y se define como la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. La aplicación, estudio y uso de las ondas con frecuencia mayor de 16 KHz corresponde al campo del ultrasonido, rama de la acústica, la cual tiene una amplia gama de aplicaciones como en ingeniería mecánica, eléctrica, química, biología e ingeniería sanitaria, y de igual manera en medicina.¹⁰

El fenómeno ultrasónico está asociado a vibraciones de cuerpos materiales. Los instrumentos ultrasónicos utilizan energía ultrasónica con una onda de frecuencia generalmente de 20 kHz superior al oído humano.^{11,12}

La utilización de ondas ultrasónicas tiene aplicación en el área industrial como por ejemplo; la limpieza por cavitación, soldadura y homogeneización de materiales. En medicina el examen ultrasonográfico es una técnica de imagen en tiempo real, mediante la cual, las ondas sonoras emitidas son reflejadas por los órganos y las estructuras anatómicas.¹²

Básicamente, las vibraciones y oscilaciones ultrasónicas en las puntas o insertos son generadas a través de un transductor localizado en la pieza de mano. Transductor es cualquier sustancia o material que convierte energía eléctrica en acción mecánica. Los transductores acústicos pueden transformar energía eléctrica en energía acústica, o viceversa. Existen distintos dispositivos transductores que generan energía



acústica por distintos efectos, dichos dispositivos son conocidos como osciladores cristalinos, osciladores magnetostrictivos, generadores mecánicos, transductores electromagnéticos, electrostáticos y de alta frecuencia. En el campo de la odontología se utilizan más comúnmente los dispositivos que funcionan por medio de osciladores piezoeléctricos y magnetostrictivos.^{10, 11}

La energía ultrasónica puede ser generada de dos maneras:

3.2. Efecto Magnetostrictivo.

El método magnético transfiere energía eléctrica magnética a energía mecánica mediante cambios en el campo magnético. Sin embargo, el método piezoeléctrico utiliza el interruptor de la carga eléctrica para crear deformación de la dimensión de los discos piezocerámicos, produciendo de este modo calor en la vibración.^{11,12}

3.3. Efecto piezoeléctrico.

Pierre Curie en 1880, utilizando cristales de cuarzo bajo presión fue capaz de producir cambios eléctricos positivos y negativos sobre su superficie. Este efecto denominado piezoeléctrico, consiste en la variación de las dimensiones físicas de ciertos materiales sujetos a campos eléctricos o aplicaciones de presión.¹⁰

Comparado con el método magnético, las ventajas del método piezoeléctrico incluyen una eficiencia mayor en la transferencia de energía, ya que generan más ciclos por segundo (40 X 24 KHz) y mejor vibración gracias a su movimiento lineal, de vaivén y de pistón, el cual es ideal en endodoncia; mientras que en el sistema magnetostrictivo el movimiento de las puntas es más elíptico. La gran eficiencia de la transferencia de energía es que reduce consumo de ésta (la amplitud de la vibración de las puntas no incrementa con el aumento de la potencia del

aparato) e impide elevar la temperatura durante el proceso de transferencia, ya que no genera calor pudiendo ser utilizado con o sin refrigeración.^{11,12,13} (Imagen 22)



Imagen 22. Varios 350 Óptico NSK-D202.¹⁴

Actualmente la frecuencia del ultrasonido aplicada en odontología es de 25-40 kHz aproximadamente. El modo de vibración y la amplitud de los instrumentos ultrasónicos depende de la morfología, frecuencia, diseño estructural y el suministro de energía en los dispositivos.¹³

El ultrasonido fue inicialmente utilizado en la Odontología como método de preparación cavitaria con un irrigante abrasivo. Aunque posee menor capacidad de corte que las turbinas convencionales de alta o baja velocidad, los instrumentos ultrasónicos tienen muchas más ventajas en el uso dental; incluyendo mejor visualización, un enfoque conservador, desgastes selectivos y precisos, y una reacción de transmisión acústica. Dependiendo del uso que se le quiera dar, los instrumentos ultrasónicos tienen varios usos disponibles en el mercado.¹³

En 1957, desde la innovadora propuesta de Richman, de la utilización del ultrasonido en endodoncia para limpieza y conformación del sistema de conductos y resección radicular, muchos trabajos científicos



han sido realizados para verificar su viabilidad. Desde entonces, recorrió diversas etapas de interés y abandono hasta emplearse como un equipo indispensable en la práctica de la endodoncia moderna.⁶

Después de los años 80, el ultrasonido y el sistema sinérgico del tratamiento de conductos y desinfección fue introducido por Martin & Cunningham y col., donde ellos demostraron la capacidad de cortar dentina durante la conformación del conducto mediante el uso de limas tipo K activadas ultrasónicamente, mayor limpieza del conducto radicular, menor extrusión apical de virutas de dentina, menor dolor postoperatorio y mayor capacidad de eliminación bacteriana de los conductos infectados.^{6,13}

2010	Utilizado ampliamente en la mayoría de las especialidades.
2000	Cotti sugirió la ecografía para el diagnóstico de lesiones periapicales.
1990	Bishara y Truelove la aplicaron en tratamientos de ortodoncia.
1980	Martin y Cuning lo desarrollaron para instrumentación de conducto y desinfección.
1960	Se empezó a utilizar en tratamientos periodontales.
1950	Primeras aplicaciones en preparaciones dentales.

Tabla 1. Desarrollo de ultrasonido en Odontología.¹⁵

El uso de instrumentos de ultrasonido para tratamientos endodóncicos se ha desarrollado en tres principales áreas: Preparación dentinaria, irrigación química y refuerzo del procedimiento. Debido a las propiedades físicas y dureza de las limas de acero, la instrumentación ultrasónica causaba resultados indeseables, como la desviación y transportación del conducto durante la preparación endodóncica.



Comparados a instrumentos manuales, los instrumentos ultrasónicos son menos efectivos para el ensanchamiento del conducto radicular y retirar dentina durante la preparación. Sumándole, que la forma que adquiere el conducto radicular al finalizar la preparación demostraba discontinuidad al realizar la obturación. Aunque algunos informes aún muestran una menor incidencia de escalones o transportación y una calidad de formación similar en comparación con los instrumentos manuales, la técnica de conformación ultrasónica del conducto radicular no se recomienda en la endodoncia moderna, especialmente después del desarrollo de los instrumentos rotatorios de Ni-Ti.¹²

Sin embargo, los instrumentos ultrasónicos pueden proporcionar mejores resultados y complementar la instrumentación favoreciendo en la remoción de los materiales orgánicos e inorgánicos a través de su acción mecánica y química.¹²

La instrumentación ultrasónica por vibración puede estimular dos mecanismos en un tratamiento de conductos lleno de hipoclorito de sodio (NaOCl), que son el efecto de cavitación y la reacción a la corriente acústica, que a su vez tienen efectos de limpieza y desinfección.¹¹

Las soluciones irrigantes actúan principalmente como lubricantes y agentes de limpieza durante el trabajo biomecánico, la eliminación de microorganismos, productos asociados al tejido de degradación y restos orgánicos e inorgánicos, garantizando la eliminación de la dentina y la permeabilidad del conducto contaminado en toda su longitud. Una acción eficaz se logra asegurando que los irrigantes entren en contacto directo con todas las paredes del conducto, sobre todo en la parte más apical. En la actualidad, no existe un irrigante ideal incluso cuando se utilizan con un pH más bajo hay aumento de la temperatura o surfactantes añadidos para aumentar su eficacia humectante. Ni un sólo



irrigante ha comprobado capacidad para disolver el material orgánico de la pulpa y desmineralizar la porción orgánica calcificada de las paredes del conducto. En la práctica, durante el tratamiento endodóncico actual se utilizan dos irrigantes, hipoclorito de sodio (NaOCl), solo o en combinación con el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o clorhexidina.¹¹

Los sistemas que dispensen y agiten la solución irrigante se pueden dividir en dos amplias categorías de técnicas de agitación manual y mecánicas. Estos procedimientos con el apoyo de dispositivos incluyen el uso de cepillos rotatorios, irrigación simultánea en el conducto con instrumental rotatorio, dispositivos en los que varía la presión y sistemas sónicos y ultrasónicos. Todos ellos parecen mejorar la limpieza del conducto en comparación con la jeringa convencional e irrigación con aguja.¹¹

Richman fue el primero en introducir la instrumentación ultrasónica en endodoncia en el año 1957 para el tratamiento del conducto radicular con el uso del Cavitron como irrigante consiguiendo buenos resultados. El término "endosónico" acuñado por Martin & Cunningham, se definió como el sistema sinérgico de ultrasonidos de instrumentación y desinfección del conducto.¹¹

Existen dos tipos de irrigación ultrasónica. La primera es la combinación simultánea activada de irrigación de ultrasonido y la instrumentación. La segunda funciona sin instrumentación simultánea y se conoce como irrigación ultrasónica pasiva (IUP). La primera ha sido prácticamente eliminada en la endodoncia clínica, debido a la dificultad de controlar el corte de la dentina y posteriormente la forma final de la preparación del conducto, debido a que es posible ocasionar conformaciones aberrantes. Cuando se utilizan limas activadas ultrasónicas, pueden presentarse tanto desviaciones del conducto, como



topes apicales y perforaciones radiculares, especialmente en conductos curvos. Por lo tanto, no se considera como una alternativa a la instrumentación manual convencional.¹¹

Esta tecnología no cortante (IUP) reduce la posibilidad de ocasionar conformaciones aberrantes en el sistema de conductos radiculares. Durante la irrigación ultrasónica pasiva, la energía se transmite desde una lima o alambre suave con movimientos oscilantes al irrigante por medio de ondas ultrasónicas que inducen dos fenómenos físicos:

- a) Flujo acústico: La corriente acústica se puede definir como un movimiento rápido del fluido en una forma circular alrededor de un objeto en vibración. El patrón de nódulos y antinódulos a lo largo de la lima en vibración produce una corriente líquida direccionada hacia la porción cervical del conducto. El flujo rápido y su gran intensidad de vibración serían responsables por el aumento de la capacidad de limpieza de este tipo de irrigación.^{11,12}
- b) Cavitación de la solución de irrigante: La cavitación se define como la creación de burbujas submicroscópicas de vapor o la expansión, contracción y/o la distorsión de las pre-existentes burbujas debido a la ruptura del medio líquido causada por la presión alternada de las ondas sonoras. Estas burbujas implosionan, resultando en ondas de choque capaces de penetrar en pequeñas superficies e irregularidades encontradas a lo largo de toda la extensión del conducto.^{11,12}

Aunque la acción de la cavitación puede ser limitada en un espacio estrecho, como lo es el sistema de conductos radiculares, la reacción a la corriente acústica de la técnica de irrigación ultrasónica pasiva puede proporcionar un mejor rendimiento en la limpieza de conductos y desinfección en comparación con la técnica de irrigación



convencional con jeringa. Por otra parte, estos resultados indican que durante el tratamiento endodóncico, la técnica de irrigación ultrasónica pasiva es un método fiable. Con un diseño adecuado de instrumentos, una mejor visualización, características de preparación necesarias y las vibraciones de alta frecuencia, los instrumentos ultrasónicos pueden facilitar los procedimientos de re-tratamiento de endodoncia incluyendo gutapercha, punta de plata, endopostes, la eliminación de instrumentos separados y localización de conductos no descubiertos.⁸

3.4. Aplicaciones Principales.

Las aplicaciones más frecuentes del ultrasonido en endodoncia son las siguientes:

- Un acceso adecuado, localización de conductos calcificados y remoción de piedras o nódulos pulpaes adheridos.¹³
- Remoción de obstrucciones intraconducto (instrumentos separados, endopostes, puntas de plata y postes metálicos fracturados).¹³
- Condensación ultrasónica de gutapercha.¹³
- Colocación de Agregado Mineral Trióxido (MTA).¹³
- Acción elevada de soluciones irrigantes.¹³
- Preparación del conducto radicular.¹³
- Endodoncia Quirúrgica: Preparación de cavidad en tercio apical, refinamiento y colocación del material de obturación en ápice.¹³
- Tratamiento clínico y quirúrgico de dens invaginatus.⁶

3.5. Instrumentos Ultrasónicos.

3.5.1. Limas ultrasónicas.

Trabajan en movimiento vibratorio mientras que las limas convencionales ejercen la función de cortar dentina durante el movimiento de rotación y limado. (Imagen 23) Fueron introducidas inicialmente para ser utilizadas

durante la preparación de los conductos con la técnica convencional. Sin embargo, este tipo de movimientos generan cortes indiscriminados en la dentina y pueden propiciar errores de procedimiento. Como resultado las limas ultrasónicas en forma pasiva, sin tocar las paredes de los conductos, activan las sustancias irrigantes con la finalidad de mejorar la limpieza y desinfección durante la conformación de los conductos.¹²

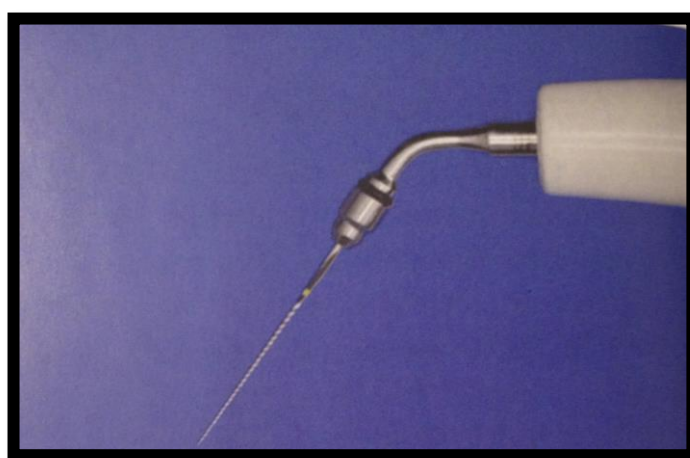


Imagen 23. Inserto con lima ultrasónica.⁶

3.5.2. Puntas Ultrasónicas.

Las puntas trabajan con movimientos vibratorios, método no rotatorio de corte de tejidos duros del diente, utilizando las oscilaciones piezoeléctricas.¹²

El formato de las puntas de los instrumentos tiene fundamental importancia, pues determinarán el tipo de desgaste que se producirá principalmente en la dentina permitiendo remover pequeñas cantidades de estructura dental gracias a un mejor control de corte. Para localizar conductos calcificados y anatomía secundaria (superficial o profunda), debemos utilizar puntas sin parte activa puntiaguda, ya que

ésta provoca microcavidades superficiales, lo que muchas veces nos confunde.^{6,12}

Tipos de Puntas.

Existe una gran variedad de puntas disponibles en el mercado que van desde las rectas, con curvas simples o multianguladas. También varían en relación al diámetro y longitud. (Imagen 24) Pueden ser lisas, con corte en la punta o a lo largo del instrumento y pueden ser fabricadas en diferentes tipos de materiales. Tradicionalmente las puntas ultrasónicas son fabricadas en acero inoxidable, pero algunos autores sugieren el desarrollo de polímeros y el uso de plásticos para la confección de puntas desechables.

Como agente abrasivo, normalmente se utiliza el diamante, pero ahora existen algunas variaciones como el nitrito de zirconio y la tecnología DVQ (deposición por vapor químico).^{6,12}

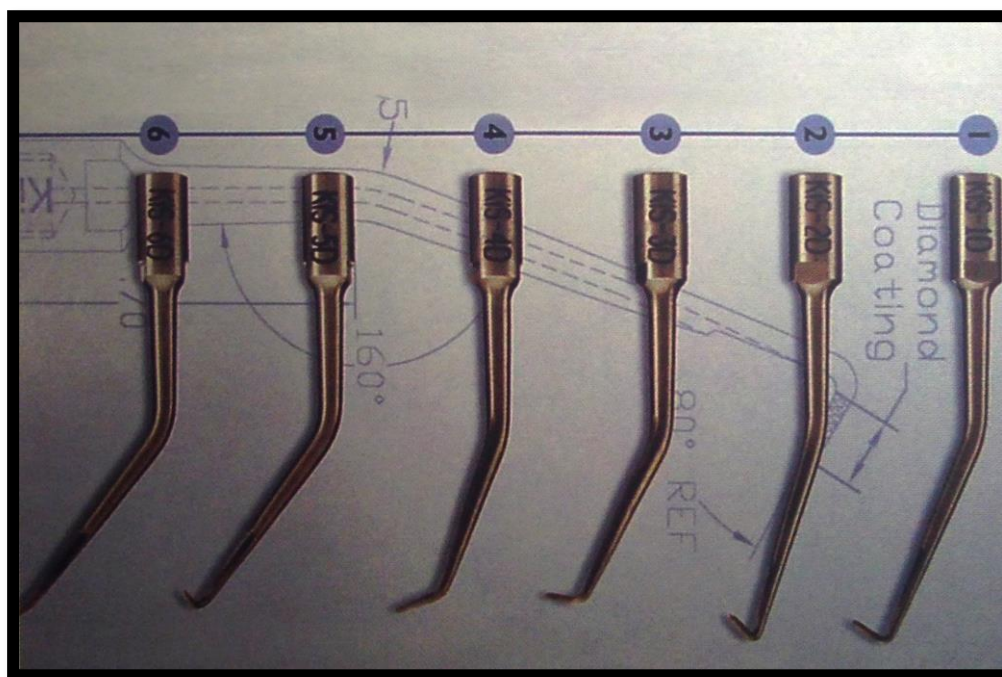


Imagen 24. Puntas de ultrasonido Spartan.⁵



Puntas lisas de acero inoxidable: Tienen menor capacidad de corte que las diamantadas o de zirconia, sin embargo son efectivas y bastante económicas. Vienen en diferentes diámetros, longitudes y angulaciones.⁶

Puntas lisas de titanio: Son insertos generalmente más largos y de diámetro reducido. La liga de titanio les confiere mayor dureza y mejor poder de vibración. Estos insertos tienen la punta cortante y están indicados para trabajar en las zonas más profundas del conducto.⁶

Puntas diamantadas: Fabricadas en acero inoxidable, tienen recubrimiento de diamante. Los insertos diamantados son los que poseen mayor capacidad de corte y pueden estar recubiertos solo en la punta o a lo largo del instrumento. Disponibles en varios formatos con diferente espesores y longitudes.¹²

Las puntas con abrasivos son indicadas para la remoción de materiales restauradores (resina, ionómero de vidrio, amalgama de plata), remoción de esmalte, dentina o de gutapercha. Estas no deben utilizarse en metales porque remueven los abrasivos.⁶

Puntas sin abrasivos en la parte activa son indicadas para la remoción de materiales obturadores, gutapercha, instrumentos fracturados, núcleos, coronas protésicas y obstrucciones intrarradiculares. No deben utilizarse en la remoción de estructuras dentales, pudiendo incluso causar quemadura superficial en los tejidos.⁶

Puntas de periodoncia: Son curetas periodontales en varios formatos indicadas para raspado de placa y cálculos. Pueden ser utilizadas durante la remoción de postes con irrigación y altas potencias de vibración.¹²

Puntas de plástico: Introducidas recientemente en el mercado, el cuerpo de la punta es confeccionado en plástico y la parte activa es diamantada.

(Imagen 25) Presentan varias angulaciones y diseños, siendo proyectados para un uso único en irrigación.¹²



Imagen 25. Puntas de plástico con puntas lisas y diamantadas - catálogo Plastic Endo –USA.¹⁵

En comparación con las técnicas que utilizan instrumentos manuales tradicionales y solventes, la técnica de eliminación de gutapercha ultrasónica produce calor debido a la vibración de alta frecuencia, que a su vez reblandece la gutapercha y facilita su remoción. Además, el diseño de los instrumentos ultrasónicos proporciona una mejor visualización en comparación con los instrumentos de la pieza de mano de alta o baja velocidad, y esta ventaja puede aumentar la tasa de éxito y la seguridad en la extracción de instrumentos separados; especialmente cuando se combina con el uso del microscopio. El calor generado durante la vibración por el ultrasonido puede difundirse a través de la dentina y causar necrosis del ligamento periodontal o del hueso, por lo que los instrumentos ultrasónicos requieren irrigación adecuada para la refrigeración durante todo el procedimiento.⁸

Los dispositivos ultrasónicos se han relacionado con una incidencia más alta de errores de preparación y con un grosor reducido de la pared radicular. Los sistemas de análisis más nuevos permiten vigilar la cantidad de dentina eliminada; sin embargo, no está clara la cantidad de



dentina potencialmente infectada que debe eliminarse para maximizar la probabilidad de éxito del tratamiento.¹²

Irrigación activada sónicamente.

En general, la literatura recomienda entre 30 segundos y 3 minutos de irrigación con NaOCl, aunque no existe una aceptación definida en la exactitud de tiempo. La irrigación ultrasónica pasiva hace que sea más fácil mantener la lima en el centro del conducto y por lo tanto evita que toque las paredes del conducto y produzca conformaciones no deseadas.¹¹

En un estudio, los investigadores indicaron que la irrigación sónica o ultrasónica pasiva dejó los conductos radiculares significativamente más limpios que la preparación manual. El desbridamiento de los conductos fue superior a la aplicación pasiva de irrigantes con agua. Sin embargo, a diferencia de la activación sónica, la irrigación ultrasónica dejó los conductos significativamente más limpios.

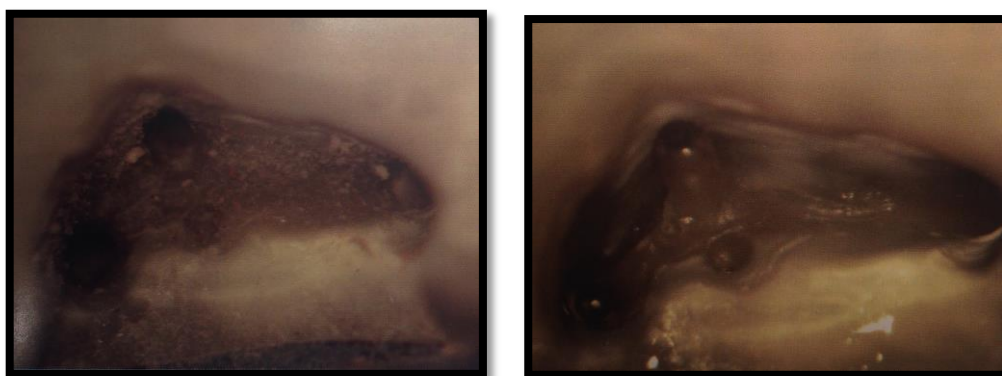
Otros investigadores no hallaron diferencias significativas en el desbridamiento entre la activación líquida sónica u ultrasónica del conducto. La diferencia está en los movimientos oscilantes, el rango de los dispositivos sónicos oscila entre 1.500 y 6.000 Hz, mientras que el equipo ultrasónico requiere vibraciones mayores de 20.000 Hz. La irrigación sónica o ultrasónica puede realizarse con alambres lisos o insertos de plástico activados, instrumentos endodóncicos o agujas de irrigación activadas.⁸

Irrigación activada por ultrasonidos.

Actualmente es necesario utilizar en la práctica endodóncica los instrumentos ultrasónicos, con puntas bien adaptadas de varios fabricantes. Durante la preparación, las puntas ultrasónicas pueden eliminar cantidades mínimas de dentina, conservando la máxima estructura dentaria posible. La visibilidad es mejor que con las fresas y las puntas

pueden estar cubiertas de diamante para mejorar su eficacia. Sin embargo, todas las puntas generan calor que se transfiere por las paredes de la dentina y puede necrosar el hueso circundante si no se utiliza un refrigerante. El aumento de temperatura también se produce por el uso de potencia ultrasónica durante la irrigación del conducto y mejora el efecto antibacteriano por calentamiento de la solución irrigante.⁸

La acción ultrasónica es más eficaz si la lima puede oscilar libremente dentro del conducto radicular. La irrigación ultrasónica pasiva se define como la activación de irrigante sin preparación simultánea de las paredes del conducto radicular. Se piensa que favorece la eliminación y la disolución del tejido y puede hacerse con un inserto de alambre liso que evitará dañar las paredes del conducto y ocasionar una preparación inadecuada. Esta estrategia permite limpiar zonas del istmo, aletas o conductos en forma de C por corriente acústica y hasta una cavitación de menor grado, además de otras áreas de difícil acceso que contengan a los túbulos dentinarios o hasta los conductos laterales. (Imágenes 27-28) La desinfección es más eficaz, siendo ésta la consideración de mayor importancia en conductos necróticos.⁸



Imágenes 27-28. Mecanismos de acción del hipoclorito.⁵



Preparación ultrasónica del ápice radicular y fracturas apicales.

Al adoptar la técnica de obturación retrógrada convencional, que incluye la preparación de una caja apical sobre la superficie de la apicectomía, actualmente no se concibe que su preparación se realice sin el ultrasonido. Actualmente existen una serie de aparatos ultrasónicos en estuches especiales que traen diferentes puntas o insertos para ayudar en la preparación apical. Entre ellos se destacan los aparatos ultrasónicos importantes como los de Neosonic (Amadent, Cherry Hill, N.J.), ENAC (Osada Electric Co., Los Ángeles, CA), entre otros.¹⁶

Entre las numerosas ventajas de la utilización del ultrasonido en la cirugía paraendodóncica, podemos reconocer que aún ante las dificultades anatómicas, es posible, en la mayor parte de los casos, colocar las puntas ultrasónicas paralelas en relación con el eje del conducto radicular, haciendo las preparaciones más paralelas para permitir menor desgaste de las paredes dentinarias, lo que resulta en preparaciones más conservadoras y con paredes más voluminosas y anchas. Además, en la realización de cavidades apicales realizadas con el ultrasonido se obtiene una preparación más adecuada que cuando se utilizan fresas convencionales. El ultrasonido también permite el acceso al conducto radicular con biselado radicular reducido, o incluso ausente, menor cantidad de tejido óseo retirado de la ventana quirúrgica, además de generar menor cantidad de residuos. Estas puntas tienen alrededor de 3 a 3.5 mm de longitud, por eso no demandan grandes sacrificios o pérdidas innecesarias de la estructura ósea. En algunas situaciones, también se debe considerar que ésta profundidad de 3 mm conseguida en las preparaciones con el ultrasonido, es muy próxima o pequeña en comparación con el porcentaje de infiltración marginal que se produce con algunos materiales de retro-obturación.¹⁶



Ventajas:

- Mayor visibilidad que los cabezales convencionales de piezas de alta y baja velocidad.⁸
- Las puntas de trabajo son finas y más pequeñas que las fresas redondas convencionales, su recubrimiento abrasivo permite eliminar dentina y calcificaciones de forma conservadora al explorar los orificios de los conductos.⁸
- El ultrasonido es un complemento útil para la limpieza de áreas anatómicas difíciles. Se ha demostrado que la limpieza eficaz del conducto radicular se asocia directamente con el irrigante utilizado en combinación con la vibración de ultrasonidos que genera el movimiento continuo de éste.¹¹
- Elimina menor dentina que las fresas o limas rotatorias.
- La irrigación con NaOCl combinada con ultrasonido o un sistema de vibración de onda tiene el mayor efecto antibacteriano.¹¹
- El empleo del ultrasonido ha demostrado superioridad en la cirugía endodóncica y en el procedimiento de preparación retrógrada de la cavidad apical al compararse con los dispositivos rotatorios, ya que permite un abordaje más conservador.¹⁰

Desventajas:

- Costo elevado tanto del piezoeléctrico como de cada punta o inserto con el que se desee trabajar.
- El aumento de intensidad no significa que mejore la acción de limpieza o eliminación de barrillo dentinario.¹¹
- No se ha demostrado que la aplicación de ultrasonido dentro del sistema de conductos radiculares tenga un efecto antimicrobiano per se. Se considera que su superioridad en el procedimiento de limpieza y desinfección se produce por la acción sinérgica del ultrasonido con el hipoclorito de sodio, debido a que potencia su

acción biológica e impulsa su flujo en todo el sistema de conductos.¹⁰

- Pueden ocurrir fracturas en los insertos cuando no se utilizan las frecuencias recomendadas por el fabricante.¹²
- El empleo frecuente de las puntas implica desgaste proporcional al uso que se le da, esto quiere decir que los insertos poseen un tiempo de vida y necesitan ser reemplazados.
- Existen controversias sobre la formación de ciertos efectos inducidos por el ultrasonido dentro del conducto radicular, sin embargo su utilización de forma adecuada y con precaución podrá disminuir las probabilidades de producir efectos no deseables durante la terapéutica endodóncica.¹⁰

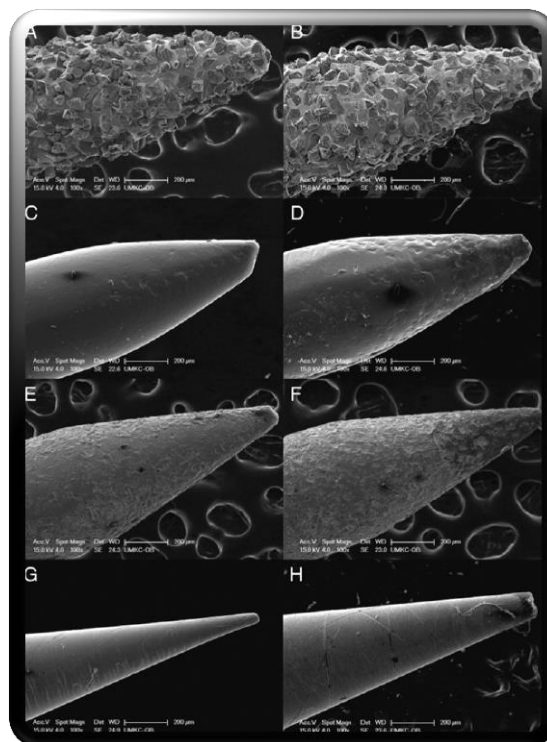


Imagen 29. Imágenes de puntas de ultrasonido antes y después de usarlas con Microscopio Electrónico de Barrido (A,B)CPR-3D, (C,D)BL6A, (E,F) PUENDO2, (G,H) WH1.²¹

4. MICROSCOPIO OPERATORIO.

4.1. Generalidades.

El microscopio operatorio (OM) es uno de los dispositivos más empleados hoy en día otorgándole a la práctica una amplificación visual e iluminación avanzada, a pesar de que en un inicio no era aceptado para su uso regular en la práctica endodóncica. (Imagen 30)

En sus inicios el microscopio dental fue similar al monocular utilizado en la cirugía de oído en 1922. Apotheker y Jako en 1978 diseñaron un prototipo poco ergonómico de microscopio que no fue desarrollado hasta 1981 por la casa comercial Dentiscope (Chayes-Virginia Inc., Evansville, IN). Este microscopio solo utilizaba una magnificación (x8), sumándole otras desventajas, como una base fija al piso mal balanceada, binoculares sin posibilidad de movimiento y un alcance focal no mayor de 25 mm que impedía usarse por lapsos de tiempo prolongados.

La consideración actual más importante que se tiene del uso del microscopio es que ofrece imágenes estereoscópicas, grandes, tridimensionales y bien iluminadas, con cómoda posición para trabajar haciendo mayor la precisión del tratamiento radicular.^{7,17}



Imagen 30. Microscopio operatorio Zeiss OPMI PICO.¹⁸



Cualquier dispositivo que aumente o mejore el poder de resolución de un clínico es extremadamente benéfico y efectivo en la elaboración precisa de la odontología. Dentistas restauradores, periodoncistas y endodoncistas realizan rutinariamente procedimientos que requieren una resolución mucho más allá del límite de la vista humana (0,2 mm). Márgenes de la corona, procedimientos de preparación, incisiones, la ubicación del conducto radicular, eliminación de caries, de la bi o trifurcación y la reparación de perforaciones, colocación o retiro de hueso y procedimientos de injertos de tejidos blandos, son sólo algunos de los procedimientos que exigen tolerancias mucho más allá del límite de 0,2 mm.¹⁷

El microscopio posee componentes básicos como el sistema óptico, el mecánico y el de iluminación. El sistema óptico posee tres componentes clave: una cabeza que sostiene dos oculares, lentes intermedios de amplificación y el lente objetivo principal, todos estos ajustables a las condiciones necesarias del observador. El sistema mecánico provee un sistema de suspensión para asegurar la estabilidad y balance por los movimientos del microscopio que lo alejan de la posición en que se colocó originalmente, montado en un piso movable, fijo al techo o pared. El sistema de iluminación consiste en una lámpara de halógeno de 150 watts o de una de arco de xenón, que brinda luz blanca y fría. Es conducida por fibra óptica y genera un haz luminoso paralelo al eje óptico sin causar efectos de sombra.¹

Las características que debe poseer un MO para el endodoncista son profusa iluminación, fácil manejo y flexibilidad, óptica excelente, binoculares inclinables para mejor postura y confort del profesional, estabilidad para reducir microtemblores y movimientos, así como filtros para evitar polimerización anticipada del material de obturación fotoactivado. Muchos procedimientos de endodoncia se realizan con un



aumento de 10X a 15X, y algunos requieren un aumento más alto como 30X.^{2,17}

La utilización inicial del MO en un consultorio dental requiere premeditación significativa, la planificación y una comprensión de las habilidades requeridas ergonómicas necesarias para utilizar el MO de forma eficiente. (Imagen 31) La posición correcta para el profesional, el paciente y el asistente es absolutamente necesaria. La mayoría de los problemas en el uso de un MO en un entorno clínico están relacionados con cualquiera de los errores de posicionamiento o falta de habilidades ergonómicas en el clínico. Si se siguen las pautas ergonómicas adecuadas es posible trabajar con el MO con la total comodidad provocando, poco o nada de tensión muscular.¹⁷

En orden cronológico, la preparación del MO implica las siguientes maniobras:

- Posicionamiento del operador.
- Posicionamiento riguroso y fino del paciente.
- Posicionamiento del MO y enfoque.
- Ajuste del enfoque de la distancia interpupilar.
- Ajuste parafocal.
- Ajuste del enfoque fino.
- Ajuste del alcance con el asistente.



Imagen 31. Posicionamiento del paciente y del operador durante el uso del MO.¹⁹

Para poder realizar un trabajo eficiente usando un MO es necesario poseer el conocimiento de los conceptos básicos del movimiento ergonómico. Este se divide en 5 clases de movimiento:

- Clase I de movimiento: Moviendo sólo los dedos.
- Clase II de movimiento: Moviendo sólo los dedos y las muñecas.⁹
- Clase III de movimiento: El movimiento se origina desde el codo.⁹
- Movimiento Clase IV: El movimiento se origina desde el hombro.⁹
- Clase V de movimiento: El movimiento que involucra a torcer o doblar la cintura.⁹

4.2. Aplicaciones principales.

4.2.1. DIAGNÓSTICO.

Con el MO el diagnóstico clínico se realiza con mayor precisión permitiendo una perfecta visualización de micro-infiltraciones, caries recurrentes y márgenes defectuosos de las restauraciones. También es útil para detectar fisuras y fracturas dentales. (Imagen 32) De ésta manera el uso del MO evita la pérdida de tiempo y la realización de tratamientos sin posibilidades de éxito.²

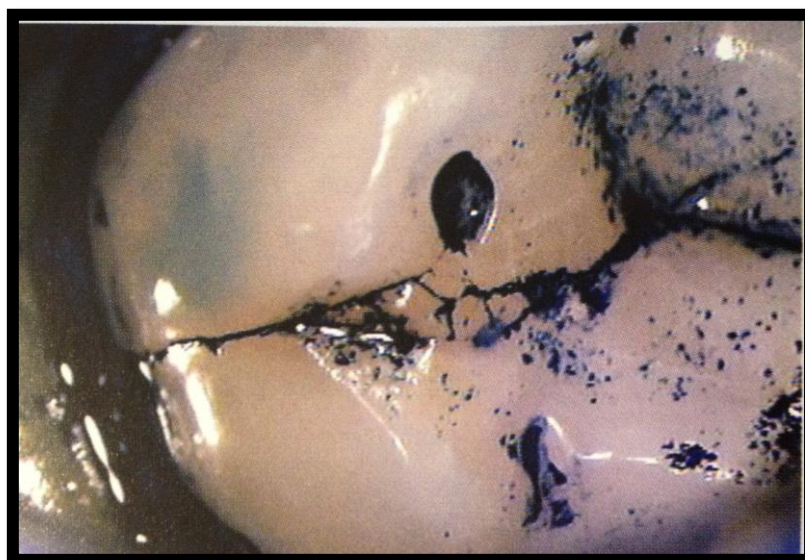


Imagen 32. Fotografía tomada con MO y tinción donde se observa fractura vertical.⁶

4.2.2. ENDODONCIA NO QUIRÚRGICA.

Aperturas camerales, análisis del piso y acceso a los conductos.

Podría considerarse como de mayor importancia el uso del MO en el momento de realizar el acceso y la apertura cameral. Una vez hecho este paso será más fácil localizar cuernos pulpares, la ubicación del piso cameral y el acceso a los conductos que será de gran facilidad con una visibilidad de mayor extensión. Este es el punto clave en el que el

microscopio forma parte de las herramientas de trabajo durante la primera exploración del punto de trabajo.²

Localización de las entradas de los conductos radiculares y manejo de calcificaciones y de alteraciones anatómicas.

La localización de conductos radiculares calcificados resulta más fácil mediante el uso del MO, de puntas activadas por ultrasonido y de soluciones irrigantes con solución de hipoclorito de sodio. Estos recursos permiten un acceso más conservador y preciso, evitando desgastes innecesarios de dentina sana y/o perforaciones.² (Imagen 33)

Con el MO se distinguen formas variadas, detalles y colores de las calcificaciones, que facilitan la localización de los conductos radiculares calcificados. Bajo la luz coaxial del MO es posible ver la diferencia de color entre la dentina original y la calcificada.²



Imagen 33. Visualización de entrada de los conductos.⁵



Retratamientos.

El retratamiento endodóncico es el momento en el que queda en evidencia la necesidad de modificaciones en la forma de abordar y tratar las diferentes situaciones clínicas con el MO. Ante un fracaso endodóncico es necesario evaluar la posibilidad de remover todas las obstrucciones existentes para poder acceder al tercio apical del sistema de conductos radiculares por vía coronal. Con el MO se realiza un acceso más conservador al conducto, se minimiza la pérdida de estructura dentaria y se reduce significativamente el número de casos indicados para la cirugía paraendodóncica.²

Remoción de instrumentos fracturados con la ayuda del MO.

El operador debe seleccionar el grado de amplificación de acuerdo con el grado de fractura del instrumento en el interior del conducto, y recordar que una amplificación mayor le hará perder profundidad de campo y dejará la zona de trabajo más oscura.²

La selección de puntas ultrasónicas con el MO se realiza después de un análisis del diámetro del conducto radicular y de la profundidad en que se encuentra el instrumento fracturado.²

Reparación de perforaciones.

El MO facilita el diagnóstico, la localización y el sellado de las perforaciones, con el uso de microinstrumentos endodóncicos, se realizan con exactitud los procedimientos de transporte y colocación del material sellador en las perforaciones, principalmente en las que se encuentran localizadas debajo de la cresta ósea. La ampliación del MO favorece la remoción del exceso de material colocado, manteniendo los márgenes de la perforación bien definidos.²



4.2.3. ENDODONCIA QUIRÚRGICA.

El MO mejora la destreza quirúrgica, tanto en el manejo de los tejidos blandos como en el de los tejidos duros. Una de las causas más frecuentes del fracaso de la cirugía paraendodóncica se debe a la imposibilidad de observar a detalle el diminuto campo operatorio durante el procedimiento quirúrgico.

El MO contribuye para el control de las maniobras quirúrgicas apicales como: osteotomía, curetaje apical, apicectomía, inspección de la superficie radicular, reparación y llenado de la cavidad apical, examen ulterior del área quirúrgica y documentación del caso. Puede usarse en todas las fases quirúrgicas ya que permite diferenciar el tejido sano del patológico, facilita una completa remoción de la lesión, mantiene las estructuras sanas y permite también visualizar los accidentes anatómicos normales, como el seno maxilar, el nervio y el agujero mentoniano.

La inspección de la superficie radicular con iluminación suficiente y más aumento permite descubrir con gran facilidad detalles anatómicos como istmos, conductos accesorios laterales, transporte foraminal, calidad de la obturación del conducto en la región apical o apicectomía anterior, esclareciendo el motivo del fracaso. Se recomienda ampliar entre 8 y 10 veces para diferenciar la raíz del hueso y una ampliación elevada, entre 16 y 25 veces, para identificar las causas de un fracaso, como también para examinar la superficie excisada, evaluar la cavidad apical y su obturación. El uso de los microespejos más pequeños permite realizar un bisel más moderado de la resección de la raíz y una preparación coaxial de ultrasonidos en la raíz. La manipulación quirúrgica de los tejidos blandos también ha mejorado en gran medida por medio del manejo microscópico, lo que conduce a una curación más rápida, una manipulación menos traumática de los tejidos blandos, el empleo de las técnicas de sutura en microcirugía para minimizar el trauma.^{2,17}



Hay muchos tipos y marcas comerciales de MO, pero todos tienen lo mismo en común: dispositivos de fijación estable, visión estereoscópica, iluminación coaxial y aumentos variables.

Los hay desde los más sencillos con tres pasos fijos de aumentos y una movilidad estándar regulada por frenos de fricción, hasta los más complejos que poseen un zoom progresivo motorizado con plena movilidad y estabilizador magnético. En la actualidad, muchos MO poseen magnificación por etapas con ajuste manual o motorizado con pedales de control. Se pueden clasificar los aumentos en mínimo, medio y alto. Normalmente se trabaja a medianos y bajos aumentos.

- El aumento mínimo va desde los 2.5X a 8X y sirve para orientar en un campo de trabajo amplio.
- El aumento medio va desde 8X a 16X y se utiliza para trabajos de precisión.
- El aumento alto comprende desde los 16X hasta el máximo que suele ser de 32X a 40X, y se emplea para observar los detalles mas finos pero perdiendo profundidad de campo, utilizándose generalmente para checar y observar detalles sutiles.⁶

Ventajas:

- Permite la localización de orificios radiculares, introducirse en conductos calcificados, colocar material de obturación e identificar fracturas tanto en corona como en raíz.¹⁹
- El operador puede ajustar y posicionar tanto el MO como al paciente de acuerdo a sus necesidades, por lo que reduce fatiga del cuello y la espalda al mejorar la postura.¹⁹
- Es posible grabar las secuencias para demostración al paciente y propósitos de enseñanza, así como permitir al ayudante involucrarse en el trabajo.



5. LOCALIZADOR ELECTRÓNICO DE FORAMEN

5.1. Generalidades.

La determinación de la Longitud Real de Trabajo (L.R.T.) es una de las más precoces etapas de la terapia endodóncica, es el momento en el que se calcula la longitud del diente lo que permitirá identificar las referencias necesarias para establecer el límite apical de instrumentación.²

Este procedimiento determina hasta que distancia, en el interior del conducto, los instrumentos pueden penetrar, trabajar, y en consecuencia, a qué nivel de profundidad de los tejidos es preciso remover, las impurezas, los metabolitos, los restos de materiales.²

El método electrónico ha sido estudiado y perfeccionado desde la mitad del siglo pasado, con el propósito de aumentar la precisión de la técnica. A partir de las primeras experiencias de Susuki y Sunada, el método electrónico presentó un apreciable desarrollo tecnológico y superó los problemas que inicialmente había presentado, principalmente en lo referente a la incapacidad de lectura en conductos que contienen soluciones irrigantes conductoras de la corriente eléctrica. En los últimos años, los estudios que evaluaron el método electrónico, tuvieron índices de acierto satisfactorios, lo que indica que los localizadores electrónicos de foramen ya ocupan un lugar destacado en el contexto de la investigación y de la clínica endodóncica.²

Los equipamientos modernos se fundamentan en la detección de la diferencia entre dos valores de impedancia (resistencia que presenta un circuito eléctrico al paso de una corriente alterna), calculados a partir de dos o más frecuencias diferentes (métodos de frecuencia).²



La lectura de la diferencia de potencial eléctrico de los tejidos facilita la ejecución de mediciones electrónicas. La pared dentinaria del conducto radicular exhibe una baja conductividad eléctrica, siendo que a medida que se aproxima del tercio apical, la capa de tejido dentinario se vuelve menos espesa y disminuye su capacidad de aislamiento eléctrico. Esta disminución gradual se interpreta eléctricamente como una disminución de la impedancia de la dentina. Los aparatos basados en el método de frecuencia tienen una calibración tal, que permite indicar la variación de los valores relativos a la impedancia (cociente o diferencia) de la región apical, y permite colocar la punta del instrumento a aproximadamente 1 mm del foramen apical, posición sugerida de la constricción apical.⁶ (Imagen 34)

Secuencia de trabajo con un localizador apical.

- A) El diente debe estar aislado con cirugía de acceso y preparación escalonada hasta el tercio medio concluido.
- B) Insertar una lima en el interior del conducto humedecido con hipoclorito de sodio.⁶
- C) Posicionar los dos electrodos, polos positivo y negativo, colocados en la mucosa gingival-el asa debe estar próximo al ápice dentario-. De recordarse que cada aparato tiene su forma de manejo y que esta asa siempre estará de lado y cerca del diente a ser medido. Esta asa siempre se coloca en la mucosa de la mandíbula y el otro es mantenido en contacto-atrapado-en el instrumento insertado en el o los conductos a ser medidos (realizados en forma individual).⁶
- D) Cuando el instrumento alcance el ápice, el puntero del miliamperímetro deberá moverse midiendo la extensión de penetración del instrumento, determinándose así la longitud del conducto radicular. Algunos emiten sonidos cuando el instrumento está próximo y sonidos diferentes cuando se sobrepasa el límite.⁶

- E) Para casos de biopulpectomía: Una pulpectomía parcial debe realizarse antes de la medición, para posibilitar la ejecución de la mensuración electrónica. Esta pulpectomía parcial debe tener su límite aproximadamente, 5 mm antes de la longitud del diente en la radiografía, establecido por la medición de la imagen en la radiografía para diagnóstico.²
- F) Para los casos de necrosis. La solución de hipoclorito de sodio provocara una limpieza inicial de los restos necróticos del interior de la cámara pulpa. Después de la fase inicial de instrumentación progresiva, limitada apicalmente a 5 mm antes del ápice radiográfico medido en la radiografía para diagnóstico, un instrumento de calibre compatible con el diámetro anatómico se introduce de forma suave, sin excesiva presión apical. A este instrumento estará conectado el polo de la lima (o portalima del aparato): El material irrigante debe estar ausente de la cámara pulpar, limitándose a la embocadura o embocaduras de los conductos.²

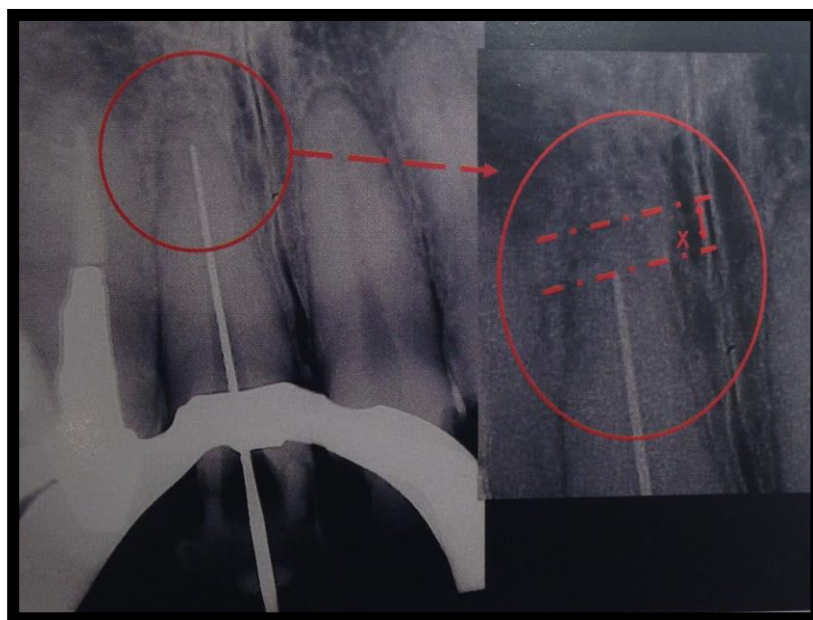


Imagen 34. Longitud Real de Trabajo.⁵



Factores a considerar en la lectura:

- Se debe evitar el contacto de la lima con la saliva y/o con el tejido oral ya que son buenos conductores de la electricidad.⁵
- El conducto radicular debe estar siempre húmedo.⁵
- Las fallas en las restauraciones o caries no aíslan la corriente eléctrica.⁵
- El material restaurador metálico en contacto con la lima desvía la corriente eléctrica.⁵
- En retratamiento de conductos radiculares, se debe remover toda la gutapercha.⁵
- Verificar la carga de la batería del localizador apical.⁵
- Ajustar el aparato para cada paciente y para cada conducto en los dientes multiradiculares.⁵
- En dientes con formación apical incompleta o con proceso de reabsorción apical avanzada, diagnosticadas en la radiografía inicial.
- En pacientes portadores de marcapaso cardíaco.⁵

5.2. Aplicaciones principales

- En las situaciones de rutina del tratamiento endodóncico.⁵
- Para la detección de perforaciones, fracturas y reabsorciones radiculares.⁵
- Como acompañamiento de la longitud de trabajo durante el proceso de limpieza y conformación de conductos curvos.⁵
- Pacientes en gestación.⁵
- Pacientes que presentan ansiedad de vómito durante la toma de radiografías-pacientes especiales.⁵
- Superposición radiográfica de estructuras anatómicas en la región apical de los dientes en tratamiento endodóncico (proceso cigomático del maxilar, piso fosa nasal y seno maxilar).⁵

- Superposición de conductor radiculares ubicados en el plano de incidencia de los ases de rayos X (vestibulolingual).⁵

Ventajas:

- Indica con precisión la unión cemento-dentinaria cuando es operada adecuadamente.²
- Menor tiempo para la obtención de longitud de trabajo.⁷
- No causa interferencias de las estructuras anatómicas adyacentes al diente.²
- Fácil manipulación.⁷
- No presenta riesgos para la salud del personal involucrado en el ambiente odontológico.⁷
- Puede ser utilizado para aclarar las dudas de una medición realizada con otros métodos.⁷

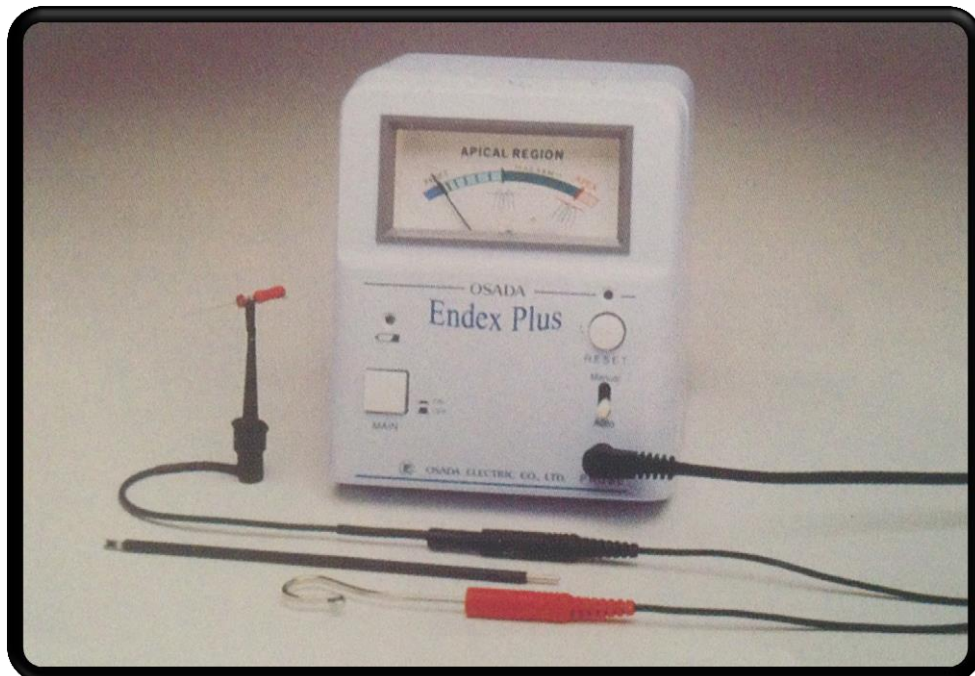


Imagen 35. Endex Plus (Osada).²



6. PAPEL DEL OPERADOR FRENTE A LOS AVANCES TECNOLÓGICOS.

Durante el paso de las décadas, los tratamientos endodóncicos se han favorecido por el desarrollo de nuevas tecnologías y equipamiento que han mejorado los resultados y predictibilidad de los tratamientos.¹³

En la práctica odontológica se sabe que el tratamiento endodóncico debe proporcionar una completa obliteración de todo el sistema de conductos radiculares. Establecer un adecuado sellado endodóncico tiene la finalidad de impedir que los microorganismos y/o endotoxinas lleguen a los tejidos apicales y periapicales, constituyendo uno de los principales factores para el éxito de esta terapéutica.²⁰

La evolución de los conceptos y la práctica de nuevos métodos y técnicas, conjuntamente con el surgimiento de materiales con excelentes propiedades físicas y biológicas, también han sido factores fundamentales en la obtención de elevados porcentajes de éxitos, ya que redujeron significativamente la indicación de recursos quirúrgicos complementarios.⁶

El tratamiento del conducto radicular deberá instituirse solo después de realizado el diagnóstico, una vez que el tratamiento endodóncico está directamente relacionado con las alteraciones patológicas de la pulpa y del periápice.⁶

Para realizar el diagnóstico, el profesional deberá conocer las señales y los síntomas de las alteraciones patológicas de la pulpa y del periápice en el momento de empezar la terapia endodóncica.

Así como ocurre en toda especialidad médica, cuando la salud del paciente está involucrada, el diagnóstico debe tener como base



conocimientos de Semiología, Histología, Patología, Microbiología, Inmunología entre otras disciplinas básicas. Hay que reconocer la asociación entre el avance científico de la Endodoncia y la relación directa con estas disciplinas. Ha tenido gran desarrollo principalmente a lo que se refiere a los sistemas rotatorios y oscilatorios, al resurgimiento del ultrasonido de los localizadores apicales electrónicos de tercera generación, al microscopio operatorio y a los métodos no convencionales de obturación de conductos radiculares. Esta unión (técnica y biológica) proporcionará un tratamiento mucho más eficaz y, por lo tanto, más comfortable para el paciente, un postoperatorio silencioso y mayor porcentaje de éxito clínico, radiográfico e histológico.⁶

Los objetivos que se deben cumplir para respetar los principios biológicos asociados al uso de las nuevas tecnologías en endodoncia son:

- Trans y postoperatorios silenciosos (indoloros).⁶
- Mayor comodidad para el paciente.⁶
- Menor estrés profesional.⁶
- Mayor porcentaje de éxito clínico, radiográfico e histológico postratamiento.⁶
- Transformar en comfortable el concepto antiguo en el que el tratamiento es sinónimo de dolor.⁶
- Elevar el concepto profesional.⁶
- Elevar el concepto de la propia especialidad.⁶

Importantes avances tecnológicos como los antes descritos, que son el microscopio y el ultrasonido, han sido de gran apoyo y aplicación en una serie de procedimientos dentales en diferentes áreas de la Odontología, tal es el caso de Periodoncia, Odontología Restauradora, en donde su uso más amplio es en Endodoncia.¹³



Imagen 36. Escarificador Ultrasónico Multi-Función Varios 350.¹⁴

Cuando el operador se enfrenta a casos en los que es necesario utilizar el ultrasonido, es importante que emita un criterio prudente en cuando a la selección de la punta, lo ideal sería que la unidad de ultrasonido y la punta sean del mismo fabricante para obtener patrones de vibración uniformes; pues el peso y diseño, tipo de adaptador y el material de fabricación del inserto tienen influencia directa en la calidad de la producción de la vibración ultrasónica.¹² (Imagen 36)

En relación con el equipo, es importante saber que sistema de rosca posee el transductor (macho, hembra, pase de rosca, etc.), ya que esto podría limitar la posibilidad de utilizar puntas de diferentes fabricantes, ya que existe un mayor aumento del riesgo de fractura de las puntas. Cuanto mayor compatible el equipo, mayor va a ser el intercambio entre los diversos tipos de puntas existentes en el mercado.^{6,12}

Las fracturas de las puntas puede ocurrir cuando no se utilizan las frecuencias recomendadas por el fabricante. De manera general las puntas largas y con diámetros reducidos pueden fracturarse con mas facilidad a medida que la potencia se aumenta; las puntas más cortas y de mayor calibre pueden utilizarse con mayor potencia.¹⁵



La verdadera evolución del ultrasonido ha ocurrido en los diseños de los insertos, que hoy presentan una enorme diversidad de formatos, diámetros, tamaños, conicidad y ángulos en relación con el transductor y con el cuerpo del instrumento. Esa diversidad significa mayor capacidad de adaptación a las innumerables necesidades clínicas, grupos de dientes y posición de las diferentes piezas en los arcos dentales.⁶

A pesar de ser extremadamente útil y eficiente, el ultrasonido tiene que utilizarse con cautela y precisión, ya que la vibración de las puntas entra en contacto con las estructuras dentales, produce calor. Esto es muy importante principalmente cuando utilizamos las puntas para vibrar metales pues ellos transmiten muy rápidamente el calor hacia el periodonto. La irrigación necesita ser constante y abundante, mientras que la vibración no tan continua sino aplicada con movimientos leves e intermitentes.⁶

Con la introducción del microscopio, los microinstrumentos, el ultrasonido y los materiales de obturación mejorados, la cirugía endodóncica y los tratamientos de conductos convencionales se han convertido en un avance predecible.²⁰ (Imagen 37)

Totalmente adaptable al consultorio, el microscopio es un aparato sencillo, fácil de manipular y permite mejorar la calidad de los trabajos clínicos y la posición cómoda del operador. Para utilizar el microscopio operatorio, el clínico necesita contar con uno o dos auxiliares, dependiendo del procedimiento que se realizará. Durante toda la intervención debe mantener los ojos en el binocular y las manos en el campo operatorio, la auxiliar se encargará de entregar los instrumentos necesarios, sentada frente al clínico, cuando los procedimientos no sean quirúrgicos. Todo el procedimiento se realiza con un espejo bucal que dirige la luz y que el clínico debe sostener, controlando la distancia entre el

diente y el espejo, en función del tamaño del instrumento que se utilizará. Los procedimientos quirúrgicos requieren un segundo auxiliar, que estará de pie, a la derecha del clínico acompañando el procedimiento en la pantalla del monitor. En estos procedimientos, el primer auxiliar tiene a su cargo mantener el campo operatorio siempre libre de sangrado para no obstaculizar la visibilidad.⁶

Frecuentemente el profesional enfrenta problemas para incorporar el MO a su rutina de trabajo; eso se debe a la falta de conocimiento y de práctica. Debe tener en cuenta que un equipamiento nuevo, además de otros accesorio como pantallas, sistemas de captación de otras imágenes, aparatos de ultrasonido, instrumental específico, requieren una ergonomía propia. El control de sangrado, saliva, la cantidad de luz, el foco, las vibraciones, los movimientos del paciente, la dirección de la luz, la posición de banco etc, son factores esenciales para determinar el éxito, sea aisladamente o en conjunto.²



Imagen 37. Punta de ultrasonido confeccionando la cavidad retrógrada.⁵



Como sucede con cualquier otro aparato de trabajo, dominar su manejo requiere tiempo y práctica. Evidentemente, mientras el clínico no se habitúa con esta forma diferente de trabajar, la ejecución de los procedimientos tal vez sea más lenta. Sin embargo, en un periodo de tres a seis meses, la calidad del trabajo con el microscopio se consolida y el cansancio y el estrés disminuyen en función de la nueva postura.⁶

Para obtener magnificación del lugar que será tratado, en ausencia de microscopio odontológico, el profesional deberá recurrir, por lo menos, a una lupa de cabeza para que los procedimientos sean más eficientes que los realizados a simple vista.¹⁶

El microscopio también tiene una aplicación extremadamente valiosa: la documentación de los casos clínicos. Es posible realizar un completo almacenamiento y archivo de datos de los procedimientos clínicos por medio de accesorios acoplados al microscopio, como cámaras fotográficas y de video. Las grabaciones de los procedimientos realizados pueden servir como material educativo, además de constituir amparo legal.⁶



7. DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS.

La planeación de una estrategia lidia con el porvenir de las decisiones actuales. Esto significa que la planeación estratégica observa la cadena de consecuencias de causas y efectos durante un tiempo, relacionada con una decisión real o intencionada que tomará el operador. El diseño de la estrategia observa las posibles alternativas de los cursos de acción en un tratamiento, y al escoger alternativas, éstas se convierten en la base para tomar acción.

La esencia del diseño de una estrategia consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que surgen en un futuro, los cuales combinados con otros datos importantes proporcionan la base para que el profesional tome mejores decisiones para explorar las oportunidades y evitar los peligros.

La planeación estratégica es un proceso que se inicia con el establecimiento de metas organizacionales, define estrategias y políticas para lograr esa meta, y desarrolla planes detallados para asegurar la implantación de las estrategias y así, obtener los fines buscados.

Para la mayoría de los profesionales, la planeación estratégica representa una serie de planes producidos después de un periodo de tiempo específico durante el cual se elaboraron los planes.

La planeación estratégica es una actitud, una forma de vida; requiere de dedicación para actuar con base en la observación del pronóstico del tratamiento y una determinación para planear constante y sistemáticamente como una parte integral de la atención al paciente.

Por lo tanto una estrategia trata con el futuro de las decisiones actuales, donde representa un proceso, una filosofía y un conjunto de planes interrelacionados.²³



7.1. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.

La importancia de realizar una planificación del tratamiento siempre permitirá al operador adelantarse a lo que se realizará. La idea de aplicar las estrategias de trabajo y utilizar recursos tecnológicos en los tratamientos, le brinda al especialista un plan de tratamiento que no solo le brindará un aprovechamiento de los recursos, sino también tendrá una resolución que potencializará el efecto al final del caso.²⁴

7.2. APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS.

La radiografía constituye una parte fundamental e indispensable del diagnóstico endodóncico y del tratamiento de conductos radiculares. Para alcanzar un diagnóstico óptimo se necesitan imágenes dentales de excelente calidad. Una radiografía inadecuada solo puede conducir al error en el diagnóstico y puede llegar a resultar perjudicial para el paciente. Para alcanzar un diagnóstico correcto se necesita también una definición básica de la normalidad radiográfica, de manera que los cambios que representan las patologías o las anomalías anatómicas estructurales se puedan identificar fácilmente y tener en cuenta dentro del plan general de tratamiento de cada caso.²⁵



CONCLUSIONES.

Es un hecho que los recursos tecnológicos funcionan como herramientas alternativas e indispensables para el manejo de los casos en la práctica endodóncica. El saber implementarlos depende del compromiso y dedicación que se le emite a la atención del paciente. No solo es importante saber utilizarlos, si no emitir un buen criterio y juicio de selección para el uso acertado de estos y su máximo desempeño. El ejercer lo que significa una estrategia no siempre implica un buen pronóstico, pero si una resolución más aproximada a lo planeado desde un inicio.

La importancia de planear y aplicar estrategias con estos recursos permitirán acceder radiológicamente y clínicamente mas allá de lo convencional por lo tanto, proporcionará un tratamiento de mayor calidad. Estos instrumentos pueden ser implementados sinérgicamente o no, algunos recursos no siempre son tan fáciles de utilizar y una de las mayores desventajas es la cuestión económica. El especialista debe prepararse para cualquier caso que se le presente y aplicarlos estratégicamente.

Hoy en día las herramientas de diagnóstico y trabajo nos permiten una mejor manipulación acortando tiempo y proporcionando mayor exactitud en los tratamientos endodóncicos, razón principal por la aplicación de estos dispositivos tecnológicos se han convertido en equipos necesarios para la práctica diaria.

Si bien es sabido que la limpieza y conformación del conducto radicular o conductos radiculares es la clave del éxito en un tratamiento, estos recursos potencializan el resultando concluyente por lo tanto la preservación del diente y su consecuente rehabilitación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Bergenholtz, G. Horsted-Bindslev, P . Reit, C. “Endodoncia”. 2ª Edición. México. Manual Moderno. 2011.
2. Leonardo, M.R. “Endodoncia: tratamientos de conductos radiculares: principios técnicos y biológicos”. Brasil, Artes Médicas Latinoamericana. 2005 .Pp 210.
3. Barsani, E. Blank, A.J. Cañete, M.T. “Radiología en Endodoncia”. 1ª Edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Amolca. 2003. Pp 261-263, 275-280.
4. Whaites, E. “Fundamentos de Radiología Dental”. 4ª Edición. España. Elsevier Masson. 2008. Pp 179-180, 228-232.
5. Lima Machado, M.E. “Endodoncia, de la biología a la técnica”. Colombia. Editorial Amolca. 2009.
6. Leonardo, M.R. De Toledo Leonardo, R. “Endodoncia: Conceptos Biológicos y Recursos Tecnológicos”. 1ª Edición. Brasil. Artes Medicas Latinoamericana. 2009. Pp 12,13,43,410-446, 451-457,461-469.
7. Nageswar Rao, R. “Endodoncia Avanzada”. 1ª Edición. India. Editorial Amolca. 2011. Pp 20,21,23,256.
8. Cohen, S. Hargreaves, K.M. “Vías de la Pulpa”. 10ª Edición, Elsevier. España. 2011. Pp 157, 33-334.
9. http://www.kavo.com.br/img_cpm/506_KaVoBrasil/images/imgs-produtos/imagem/3d/icat/icat-apresentacao.jpg
10. Padrón, E.J. “Ultrasonido en Endodoncia”. Carlos Bóveda Z ENDODONCIA. Chile. Julio. 2006. http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm



11. Mozo, S. Llana, C. Forner, L. "Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions". Med Oral Patol Oral Cir Bucal. España. Mayo 2012 .
12. Zuolo, M.L. Kherlaikan, D. De Mello Jr., Jose Eduardo. C. De Carvalho, M.C. R.C.Fagundes, M.I. "Reintervención en Endodoncia". Editora Santos. Sao Paulo. 2012.
13. Plotino, G DDS. Pameijer, C H. DMD, DSc, PhD, Maria Grande, N DDS. Somma, F MD, DDS. "Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature". JOE — Volume 33, Number 2, February 2007.
14. <http://depositodental.tripod.com/ultrasonido.jpg>
15. Chen, Y-L. Chang, H-H. Chiang, Y. Chun-Pin, L. "Application and development of ultrasonics in dentistry". Journal of the Formosan Medical Association. Taiwan. 2013. 112, 659e665.
16. Estrela, C. "Ciencia Endodóntica". 1ª Edición. Sao Paulo, Brasil. Artes Médicas Latinoamericana. 2005. Pp 659-660,683-694.
17. Carr, G. Murgel, C.A.F. "The Use of the Operating Microscope in Endodontics". Publicado por Elsevier Inc. EUA, 2010. Pp 43-50.
18. <http://www.faggianclinic.it/wordpress/wp-content/uploads/2012/02/Microscopio-operatorio-zeiss-OPMI-PICO.jpg>
19. Yoshifumi Kinomoto, DDS, PhD, Fumio Takeshige, DDS, PhD, Mikako Hayashi, DDS, PhD, Shigeyuki Ebisu, DDS, PhD. "Optimal Positioning for a Dental Operating Microscope During Nonsurgical Endodontics" Journal of Endodontics. 2004.
20. Creasy, Joseph E., Mines, Pete., and Mark Sweet. "Surgical Trends among Endodoncists: The Results of a Web-based Survey", JOE — Volume 35, Number 1, USA, January 2009.
21. Matthew P. Godfrey, DDS, James C. Kulild, DDS, MS, and Mary P. Walker, DDS, PhD. "A Comparison of the Dentin Cutting Efficiency of 4 Pointed Ultrasonic Tips". OE — Volume 39, Number 7, July 2013.
22. Lumley, Phillip. Adams, Nick. Tomson, Phillip. "Práctica clínica en



endodoncia”. 1ª Edición Ripano Editorial Médica. Madrid. 2009 pp 98, 100.

23. Steiner, G. “Planeación estratégica, Lo que todo director debe saber”. 20ª reimpresión. CECOSA. México. 1996.

24. Gutmann, J. Lovdahl, P. “Solución de problemas en endodoncia; Prevención, identificación y tratamiento.” 5ª Edición. Elsevier. España. 2012.