



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**RADIX ENTOMOLARIS EN PRIMEROS MOLARES
MANDIBULARES: ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL CON
TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO.**

T E S I N A

PARA OBTENER EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

LUIS ANTONIO TREJO RAMIREZ

TUTOR: Esp. HILDA ELISA FERNÁNDEZ FLORES



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Antes que nada, quiero agradecer a la facultad de odontología de la UNAM, por haberme brindado la oportunidad de estudiar dentro de sus muros, permitiéndome compartir experiencias y conocimientos con compañeros y docentes, teniendo la alegría de presumirlos hoy, como mis amigos.

Agradecer a la Dra. Elisa Fernández, por apoyarme en este último paso para concluir esta etapa de mi vida, llamada licenciatura; a pesar de haberla conocido hace relativamente poco, pude percatarme que es una especialista excepcional y perfectamente admirable.

Gracias a mis padres, Beatriz Ramírez y José Luis Trejo, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por confiar y creer en mí. Gracias a mi madre, por apoyarme innumerables noches de estudio y trabajo, acompañándome siempre con un café para así poder continuar. Gracias a mi padre que me acompañó a la facultad siempre que se lo pedí. Gracias a ambos por los consejos y lecciones de vida que me dieron; son y serán por siempre mi esencia de vida.

A mis hermanos, Alex y Fernanda, que me han sido de inspiración para alcanzar mis metas y objetivos, esperando así ser yo su apoyo a lo largo de su formación.

A Sara, por acompañarme desde ya hace más de 8 años en las buenas y malas en este caos emocional que fue la prepa y la universidad. Gracias por tu amor y apoyo incondicional.

Gracias a Andrea y Perla quienes han sido mi mano derecha todo este tiempo; les agradezco por su desinteresada ayuda, por echarme la mano cuando la necesite. Les agradezco no solo por el apoyo brindado, sino también por los buenos momentos que pase a su lado.

Y, por último, pero no menos importante a todos aquellos que confiaron en mí y dejaron su salud en mis manos, nunca olvidare esa confianza desinteresada que me tuvieron a pesar de ser estudiante. Gracias.

Índice

1	Introducción	1
2	Objetivos	3
3	Tomografía Volumétrica CONE-BEAM	4
3.1	Definición	4
3.2	Tomografía convencional, Tomografía axial computarizada y Cone-Beam. 5	
	Tomografía convencional	5
	Tomografía axial computarizada	5
	Tomografía Volumétrica Cone-Beam	7
3.3	Diferencias entre la tomografía axial y (Cone-Beam)	8
3.4	Dosis de radiación	10
3.5	Producción de la Imagen en Tomografía Volumétrica Digital Cone-Beam. 13	
	Configuración de adquisición	13
	Detección de imagen	15
	Reconstrucción de imagen	17
	Exhibición de imagen	19
3.6	Manejo de software	20
3.7	Utilización clínica de Cone-Beam	23
4	Molares inferiores	25
4.1	Anatomía	25
4.2	Variaciones morfológicas interradiculares de los primeros molares inferiores	26
5	Radix entomolaris	28
5.1	Prevalencia	29
5.2	Clasificación	31
	Carlsen y Alexandersen (1990) posición de RE	31
	De Moor et al. (2004) curvatura del RE	32
	Song et al. (2010) curvatura de RE con Cone-Beam	33
	Wang et al. (2011) Método radiográfico	34
	34
	Zhang (2009) uso de Cone-Beam.	35
5.3	Métodos de Diagnostico	36

Clínica.....	37
Diagnostico Radiográfico.	37
Cone-Beam	39
5.4 Manejo clínico endodóntico	41
Análisis del paciente	41
Análisis de la anatomía coronal	42
Análisis radiográfico	42
Análisis tomográfico	43
Acceso a la cámara y conductos radiculares.....	44
Limpieza y conformación de conductos curvos	45
Obturación de los conductos	47
Complicaciones.....	49
6 Discusión	53
7 Conclusiones.....	55
8 Referencias	56

1 Introducción

Muchas de las complicaciones ocurridas durante la terapia endodóntica son ocasionados por desconocimiento de la morfología externa e interna de la raíz, así como sus variaciones, por lo que, siempre es recomendable tener: una imagen clara de la raíz o raíces, tener conocimiento de la localización y número de conductos, y las posibles variaciones de la norma. Todo esto antes de llevar a cabo el tratamiento endodóntico.

El sistema de conductos es sumamente complejo, por lo que no es suficiente tener conocimientos teóricos, el uso de radiografías y tomografías Cone-Beam tienen gran valor durante la terapia endodóntica, siendo imprescindibles para obtener éxito en el tratamiento.

Una raíz adicional es una de las variaciones anatómicas que deben ser vistas por el odontólogo durante el diagnóstico, para saber cómo abordar el caso, o bien, remitir al especialista, evitando así tener complicaciones.

En la gran mayoría de casos, el primer molar inferior tiene dos raíces y 3 conductos: 1 en la raíz distal y 2 mesiales. Sin embargo, unas de las variaciones anatómicas que pueden presentarse es tener una tercer raíz, que dependiendo la posición en la que se encuentre se le denomina radix entomolaris (ubicada en la porción disto-lingual) o paramolaris (ubicada en la porción disto-vestibular).

El uso de la radiografía, sigue siendo una herramienta de mucha utilidad durante el diagnóstico de variaciones en endodoncia, sin embargo, es más preciso usar tecnologías como la tomografía de haz cónico, para así observar realmente la configuración interna de los órganos dentarios. La posibilidad de ver en tres dimensiones la topografía radicular permite eliminar el sesgo que existe en una radiografía convencional, que solo permite visualizar una imagen plana (en dos dimensiones).

El radix fue descrito desde mediados del siglo XIX por Carabelli y desde entonces se ha estudiado su prevalencia alrededor del mundo, siendo la población asiática la más predominante, con una tasa del 22% a 25% aproximadamente.

Aunque la prevalencia de radix en México ronda el 2.4 a 4% de la población, es importante conocer que el número de personas asiáticas o descendientes de asiáticos asentadas en el territorio va en aumento, producto del crecimiento de la industria automotriz y tecnológica de los últimos años.

2 Objetivos

1. El objetivo de la presente tesina es explicar por qué el Cone-Beam es de mucha utilidad para el diagnóstico de variaciones morfológicas, como el radix entomolaris. Evitando así complicaciones durante y después del tratamiento de conductos.
2. Identificar a partir de patrones étnicos (población descendiente de etnias mongolas, como la japonesa, coreana y china) aumenta la probabilidad de encontrar una tercera raíz.
3. Predecir las variaciones internas del diente, raíces y conductos identificando los patrones morfológicos de la corona externa.
4. Considerar que el costo-beneficio del uso de Cone-Beam es mayor, por las múltiples ventajas que ofrece, respecto a los accidentes ocasionados a las variaciones anatómicas.
5. Identificar que el manejo de estos dientes se vuelve complicado desde el diagnóstico y remitirlo a un clínico especializado para evitar complicaciones.

3 Tomografía Volumétrica CONE-BEAM

3.1 Definición

Petel refiere que “La tomografía de haz cónico ha sido diseñada específicamente para producir información tridimensional no distorsionada del esqueleto maxilofacial, así como imágenes tridimensionales de los dientes y sus tejidos circundantes. Se pueden evaluar las fracturas radiculares, la anatomía del conducto radicular y la verdadera naturaleza de la topografía.” (1)

Sin embargo, el Dr. Carlos Bóveda et al, la define como: “una modalidad imagenológica de alto valor diagnóstico que ofrece representaciones tridimensionales precisas de alta calidad.” (2)

Mientras que Scarfe et al menciona que: “La tomografía computarizada Cone-Beam (TCCB) ha sido desarrollada para proporcionar rasgos anatómicos tridimensionales y se utiliza en el área oral y maxilofacial con un software más sofisticado y simple.” (3)

Por lo que podríamos definir al Cone-Beam como una técnica imagenológica diseñada para visualizar reconstrucciones digitales en 3 dimensiones, en donde se pueden ver y analizar órganos dentarios, las estructuras adyacentes, morfología y topografía radicular, patologías, etc., siendo este un excelente método de diagnóstico para casi todas las áreas dentales.



Ilustración 1 proyección digital de la tomografía cone-beam. Boveda tomada de: <https://www.carlosboveda.com/tvd.htm>

3.2 Tomografía convencional, Tomografía axial computarizada y Cone-Beam.

Tomografía convencional

Según la RAE, tomografía viene del griego “*tomos*” que significa corte y “*graphos*” que significa imagen; por lo que se describe a la tomografía como imagen de un corte. También conocida como radiografía de sección o radiografía por cortes, la tomografía es una técnica de diagnóstico que permite realizar cortes de un cuerpo. (4)

También conocida como radiografía por cortes, es una técnica de diagnóstico especializada que permite realizar cortes de un cuerpo para estudiarlo, teniendo la peculiaridad que la reproducción de las estructuras estará libre de superposiciones.

“El primer escáner de TC fue desarrollado en 1967 por Sir. Godfrey N. Hounsfield, ingeniero de EMI. Desde entonces, la tecnología de la Tomografía Computarizada pasó rápidamente por cuatro generaciones de desarrollo.” (5)(**tabla1**).

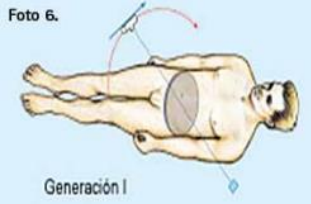
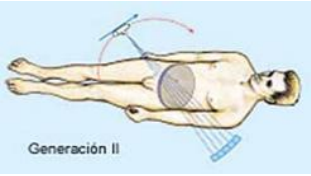
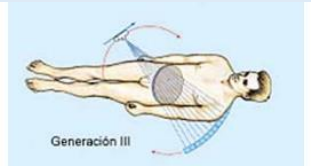
Tomografía axial computarizada

La Tomografía Computarizada (TC o TAC) es un procedimiento diagnóstico no invasivo que utiliza una combinación de radiografías y tecnología computarizada para obtener imágenes de cortes transversales del cuerpo, tanto horizontales como verticales. Esta muestra imágenes detalladas de cualquier parte del cuerpo, incluidos los huesos, músculos, grasa, órganos, y vasos sanguíneos, brindando más información que las tomografías convencionales. (2)

La Tomografía axial computarizada, desde la primera hasta la cuarta generación (**Tabla 1**) se trata de equipos de TAC convencionales, también llamados secuenciales, debido a que los cortes se obtienen uno a uno.

Es importante destacar que todos los sistemas han evolucionado, pero el que ha marcado verdaderamente las diferencias es el sistema de tubo de rayos X- detectores, pues su continuo perfeccionamiento ha logrado disminuir el tiempo de barrido y mejorar la calidad de la imagen de forma ostensible.

Tabla 2 Generaciones de la tomografía computarizada. (6)

Generación	Características	
<p>1ra.</p>	<p>Su funcionamiento se basa en una geometría paralela, con un solo tubo de rayos X y uno o dos detectores.</p> <p>Para obtener un corte es necesario muchas proyecciones y un mayor tiempo de exposición (entre 4 a 5 min por corte).</p> <p>El haz de rayos X es proyectado linealmente a través del paciente para obtener un perfil de proyección y posteriormente se rota 1°, así hasta haber rotado 180°</p>	<p>Foto 6.</p>  <p>Generación I</p>
<p>2da.</p>	<p>En esta generación la geometría del haz pasa a ser en forma de abanico, y se montan 30 detectores reduciendo el número de rotaciones de 180 a 6 por corte y por ende, el tiempo de exposición (20 a 69 s por corte).</p>	 <p>Generación II</p>
<p>3ra.</p>	<p>A diferencia de las dos generaciones anteriores, en ésta aparece un conjunto de detectores que forman un arco móvil que, junto con el tubo de rayos X, haciendo un giro de 360° alrededor del paciente, eliminando el movimiento de translación.</p> <p>Se reduce el tiempo de exposición (3 a 10 s por corte).</p>	 <p>Generación III</p>

	En cada detector se coloca una rejilla de tungsteno que ayuda a enfocar las imágenes, eliminando la radiación secundaria.	
4ra.	<p>Se presenta un anillo de detectores fijos independientes (600 a 4800) y es el tubo de rayos X el que gira 360° en torno al paciente.</p> <p>Estos no cuentan con la rejilla de tungsteno debido a que los detectores son fijos. Por lo que la 3ra generación sigue estando presente.</p>	

Toda la radiación es enviada a un tomógrafo, el cual procesa la radiación recibida mostrando una imagen de tres dimensiones.

Un tomógrafo computarizado es un aparato de Rx en el cual la placa radiográfica ha sido sustituida por detectores. El tubo gira alrededor del paciente y los detectores situados en el lado opuesto, recogen la radiación que atraviesa al paciente. Los datos recogidos por los detectores se envían a un ordenador que integra y reconstruye la información obtenida y la presenta como una imagen morfológica en el monitor.

Tomografía Volumétrica Cone-Beam

Antonio F. menciona como “Los escáneres de tomografía computarizada de haz cónico utilizan un detector bidimensional que con una sola rotación genera una imagen entera de una región de interés. Estos nuevos escáneres logran una alta eficiencia en el uso de rayos X y una rapidez inherente en la adquisición de datos volumétricos. (7)

La técnica de haz cónico implica un escaneo único de 360 ° en el que la fuente de radiación y el escáner se mueven sincrónicamente alrededor de la cabeza del paciente, que está sujeta por un soporte.

El escáner recorre los 360° obteniendo proyecciones conocidas como proyecciones base, cuando el escáner ha tomado un número definido de proyecciones base se le llamarán datos de proyección y dichos datos se procesarán en un software, el cual interpretará los datos dando una imagen 3D. (3) Las imágenes pueden ser tomadas para una serie completa del sistema estomatognático o sólo para una porción.

El cone-beam ofrece una representación tridimensional precisa y de alta calidad, ya que el software que recoge los datos y crea una reconstrucción volumétrica compuesto por voxels (pixeles tridimensionales), permitiendo un análisis dinámico de la información, explorando simultáneamente el objeto de forma transversal, frontal o sagital. (2)

3.3 Diferencias entre la tomografía axial y (Cone-Beam)

Tabla 3 comparativa de Tomografía axial y Cone Beam.

Tomografía axial tradicional	Tomografía de haz cónico
Usa hasta 300 veces más radiación, por las múltiples tomas. (3)	Utiliza menos radiación ya que el escáner cuenta con un intensificador de imagen. (3)
Deben tomarse imágenes en varias direcciones para recolectar toda la información. (8)	Obtiene toda la información en una sola escaneada. (8)
Al tratarse de muchas imágenes en forma de abanico, el escáner no logra enfocar un punto en específico, por lo que los detalles se verán considerablemente disminuidos. (3)	Proporciona excelente contraste entre los tejidos blandos, elimina todas esas imágenes borrosas y sobreposición de estructuras adyacentes. (3)
Toma una imagen más estrecha lo que complica la obtención de imágenes de las estructuras más distales de los maxilares. (9)	Proporciona más información sobre estructuras como senos maxilares, la articulación temporomandibular y la anatomía de las vías aéreas. (9)

<p>La fuente de la radiación es un generador anodal rotatorio. (3)</p>	<p>La fuente de radiación se trata de un tubo anodal de baja energía similar al utilizado por los equipos panorámicos. (3)</p>
<p>Utiliza un rayo en forma de abanico que viaja 360° alrededor del paciente. (3)</p>	<p>Utiliza un rayo cónico con un intensificador especial de imágenes y un sensor de silicón especial. (3)</p>
<p>Se toma una serie de planos axiales que son capturados ya sea como una pila de rebanadas o de un movimiento continuo en espiral sobre el plano axial. (3)</p>	<p>Se toma utilizando un movimiento rotacional sobre el paciente, similar al de las radiografías panorámicas. (3)</p>

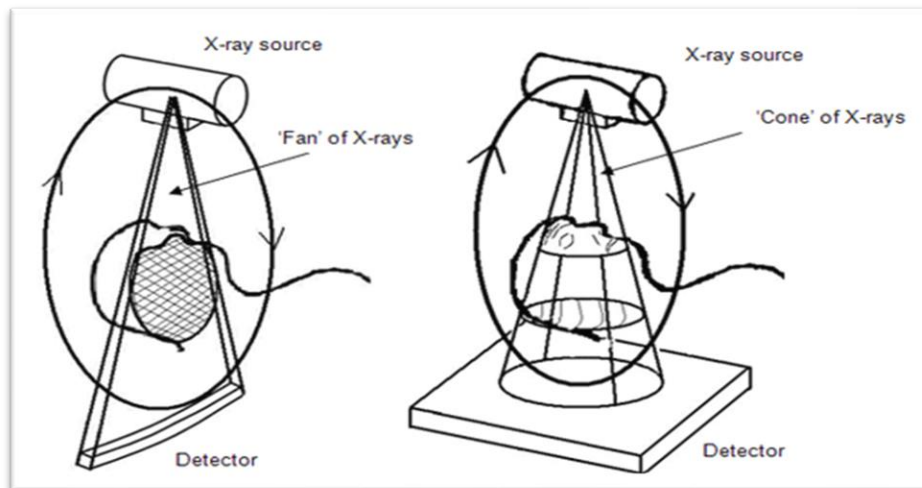


Ilustración 2 se observa la diferencia de proyección y captación de radiación, en la imagen (Fan of x-fays) ejemplifica como el corte de una sola sección mientras que el (cone of x-ray) muestra como es de un área en específico. CLEBER 2007. imagen tomada de: <https://tinyurl.com/y98yemyt> .

Remarcando la diferencia más importante entre estas dos técnicas es el haz de radiación y la imagen resultante. En la tomografía Volumétrica Cone-Beam el haz de luz será cónico (por lo cual se llama así) logrando captar todo el volumen deseado en una sola rotación, mientras que en la Tomografía Computarizada, los rayos son en forma de abanico y paralelos entre sí, girando alrededor de un aro de detectores, mientras que el paciente es rotado.

3.4 Dosis de radiación

La dosis de radiación es una medida de la cantidad de energía absorbida por algo o alguien cuando se expone a los rayos X. Esto es importante ya que esta absorción de energía puede causar daños a una persona. Hay dos maneras de referirse a la dosis de radiación en los exámenes radiológicos dentales: (10)

- **Dosis en la piel de la superficie del paciente:** se estima a partir de del "kerma en aire en la superficie de entrada". Es más fácil de determinar y es lo que utilizan las autoridades reguladoras nacionales para evaluar los equipos de rayos X. Esta radiación es medida en Gray, pero en odontología son generalmente una pequeña fracción de un gray (miligray, mGy, o incluso microgray, μ Gy).
- **Dosis efectiva:** es más complicada de calcular, pero su valor está relacionado directamente con los riesgos de la radiación. Esta radiación es medida en Sievert (Sv).

La dosis de radiación es definida como la: "dosis efectiva a la mínima cantidad de radiación necesaria para obtener una imagen de calidad." (2). Dicha dosis efectiva es medida en mili Sieverts (mSv) y en micro Sieverts (μ Sv). (Un Sievert es el nombre especial para la unidad del SI de la dosis equivalente, la dosis efectiva y las magnitudes operacionales. (11)

Es fundamental reconocer la relación entre la calidad de la imagen y la dosis de radiación. Ya que si se intenta reducir mucho la cantidad de radiación llegará un punto en el que la imagen no será útil para un diagnóstico. (12) Mientras más radiación mayor definición.

La dosis de los exámenes radiológicos dentales intraorales y cefalométricos son bajas, por lo general inferiores a la correspondiente a la radiación natural de fondo de un día. (la radiación que se recibe en la Ciudad de México es aproximadamente de 2,4 mSv por día.) Con excepción de la tomografía que es equivalente a radiación diaria de 10 a 18 días de radiación natural. (13), (10)

Las dosis de radiación efectivas del Cone-Beam deberían estar por debajo de los niveles de la TC espiral. Equivalen a un máximo de 10 radiografías panorámicas (20-100 μ Sv) (Tabla 4), Desafortunadamente, los sistemas Cone-Beam disponibles comercialmente parecen variar enormemente. Los niveles de dosis de radiación difieren según el dispositivo CBCT evaluado, desde alrededor de 10 μ Sv a 1000 μ Sv (que equivale a 2-200 radiografías panorámicas) (12).

Existen varios factores que influyen en la dosis de radiación que emite un sistema Cone-Beam: (14)

- Tipo de haz: continuo o discontinuo.
- Cantidad, tipo, y forma del filtro.
- Campo de visión: total o parcial.
- Tiempo de escaneado.
- Parámetros de imagen empleado. (Kv p, mAs)
- Rotación del tubo de 360° o menos.

Tabla 5 Dosis efectiva según el aparato utilizado.

	DOSIS EFECTIVA (μSV)	REFERENCIA
RADIOGRAFÍA INTRAORAL	<1.5	Ludlow et al, 2008
RADIOGRAFÍA PANORÁMICA	2.7-24.3	Ludlow et al, 2008 Okano et al, 2009 Garcia Silva et al, 2008 Palomo et al, 2008 Garcia Silva et al, 2008
RADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO	<6	Ludlow et al, 2008
CONE-BEAM PEQUEÑO	48-652	SEDENTEXCT 2012
CONE-BEAM GRANDE	68-1073	SEDENTEXCT 2012
TOMOGRAFÍA CONVENCIONAL	280-1410	Okano et al, 2009 Garcia Silva et al, 2008 Loubele et al, 2005 Faccioli et al, 2009 Suomalainen et al, 2009
Nota. Fuente: Yuri Nejaim (15)		

Las recomendaciones radiológicas apuntan que es importante no superar los .25 Sv equivalente a 250000 μ Sv o 2500 Cone-Beam de 100 μ Sv cada una (Tabla 6). Ya que lo de lo contrario podrían sufrir posibles alteraciones en la sangre. (13).

Tabla 7 efecto biológico de las radiaciones

DOSIS AGUDAS	EFECTO PROBABLE
0 – 0.25 SV	Ninguna lesión evidente.
0.25 – 0.5 SV	Posibles alteraciones en la sangre, pero ninguna lesión grave.
.5 – 1 SV	Alteraciones de las células sanguíneas. Ninguna incapacitación.
1 – 2 SV	Lesión. Posible incapacitación.
2 – 4 SV	Certeza de lesión e incapacitación. Probabilidad de defunción.
4 SV	Cincuenta por ciento de mortalidad
6 SV	Probablemente mortal.
Nota. Fuente: Ortega 2015 (13)	

3.5 Producción de la Imagen en Tomografía Volumétrica Digital Cone-Beam

Se reconocen 4 etapas de la producción de imagen en Cone-Beam.

Configuración de adquisición

De forma muy similar a los equipos de ortopantomografía, los generadores y tubos de radiación de los equipos Cone-Beam se encuentran generalmente en un cabezal compacto, esto es posible por la poca potencia que necesita el aparato para tomar la tomografía. Aunque se usan tensiones relativamente grandes de 60 a 120 kV, las corrientes necesarias no superan los 20 mA. (16)

A la salida del haz, el tubo de rayos tiene un filtro de aluminio y/o cobre además la propia configuración, que ayudan a disminuir la cantidad de radiación enviada al paciente después de la aplicación. Estos filtros añadidos no son planos, sino que tienen el borde interno de la sección con perfil elíptico, con el fin de compensar el menor espesor de la cabeza del paciente en la periferia y uniformizar el haz de radiación que llega al detector. (16)

Para limitar el área de exposición a los pacientes, determinada por el campo de visión FOV "(Normalmente al campo de visión por sus siglas en ingles "field of view") (17) escogido, se encuentran los colimadores a la salida del tubo (unas planchas de aleación de plomo de posición variable que delimitan los bordes del haz útil de rayos X.). En algunos equipos, estos colimadores pueden ser regulables e incluso delimitar áreas circulares (tipo iris).

El equipo realiza un movimiento giratorio parcial o completo (360°), mientras el generador de rayos X gira simultáneamente junto al área de detección alrededor de la cabeza del paciente.

- **La generación de rayos X**

Lo que hace que la exposición sea menor, es la forma en la que el rayo generado se proyecta en un área específica (en donde se encuentra el

detector) de esta forma no es necesario irradiar constantemente durante toda la trayectoria.

- **Campo visual**

El campo visual estará delimitado por el área que se quiera investigar; este campo dependerá del tamaño del detector y su forma, la geometría de haz y la capacidad de centrar el propio rayo. De esta forma el operador puede delimitar la región a explorar.

En la actualidad, en función de las dimensiones máximas de los FOVs que permiten, los equipos de CBCT se comercializan, identificándolos por los tamaños (**ilustración 3**) de los campos que ofrecen, como: (16).

Equipos de FOV GRANDE:	>15 cm de longitud en el eje longitudinal del paciente (eje Z), utilizados para ortodoncia de adultos, diagnóstico maxilofacial y planificación de tratamientos en ortodoncia.
Equipos de FOV MEDIO:	10 – 15 cm, utilizados para exploraciones mandibulares y maxilares.
Equipos de FOV PEQUEÑO:	6 – 10 cm, para exploraciones dento-alveolares.

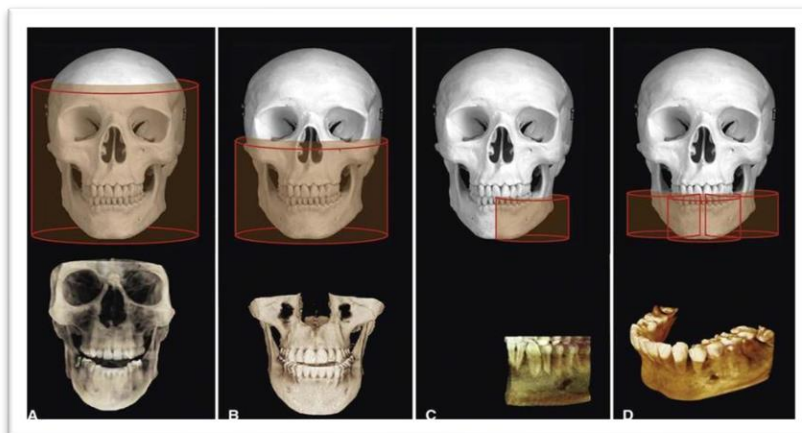


Ilustración 3 Clasificación de las unidades CBCT según el campo de visión. **A**, las exploraciones FOV grandes proporcionan imágenes de todo el esqueleto craneofacial, lo que permite el análisis cefalométrico. **B**, los escaneos de FOV medio toman imágenes del maxilar, la mandíbula o ambos. **C**, los escaneos FOV enfocados o restringidos proporcionan imágenes de alta resolución de regiones limitadas. **D**, los escaneos cosidos de múltiples escaneos FOV enfocados proporcionan regiones de interés más grandes para obtener imágenes a partir de la superposición de múltiples escaneos.

- **Datos de proyección.**

Durante el examen se realizan tomas “crudas”, que son proyecciones en 2 dimensiones; estas imágenes bidimensionales se llamaran “datos de proyección”. Mientras más datos de proyección se obtienen, la imagen final será más fiel. Sin embargo, es necesario tener una cantidad mínima de esas imágenes para tener claridad diagnóstica.

Detección de imagen

“La función del detector consiste en recoger la energía de los fotones que llegan a sus diferentes elementos después de atravesar al paciente y transformarla en señales eléctricas que son digitalizadas. Esta información se utiliza para reconstruir la imagen visible por el observador.” (16).

La detección de imagen dependerá del tipo de receptor que se utilice, estas se diferenciarán por su tamaño, eficiencia y velocidad de respuesta.

Los detectores utilizados inicialmente eran los intensificadores de imagen (CCD), con el tiempo se incorporaron nuevos tipos de detectores con panel plano (TFT) aportando menor tamaño, menor distorsión, mayor eficiencia dosimétrica y mayor rango dinámico, permitiendo obtener buenas imágenes sin sobre dimensionar, para finalizar con los detectores de conversión directa (CMOS), convirtiendo la energía en fotones de luz.

- **Dispositivo de carga acoplada Charge coupled device (CCD)**

Permite que una baja intensidad de rayos X sea amplificada y a la vez almacena y muestra los datos de una imagen de tal forma que cada pixel se convierte en una carga eléctrica. Con este sistema se pueden crear

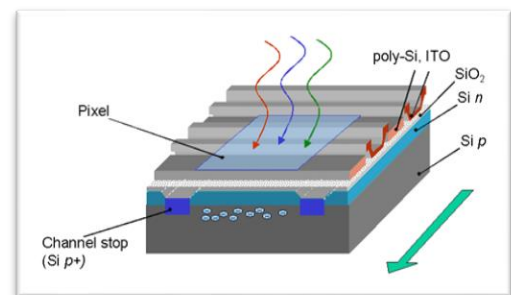


Ilustración 4 representación del proceso de la radiación en imagen. tomad de: <https://tinyurl.com/y9azrdta>.

distorsiones geométricas que se deben procesar luego en la computadora (imagen 4).

- **Detector tipo pantalla plana Thin film transistor (TFT)**

Percibe los rayos X usando un detector indirecto y una gran área plana cubierta de un material centellador. Este es un material que exhibe luminiscencia cuando por él pasa radiación ionizante, electrones, positrones u otras partículas o iones más pesados. Esto se produce porque el material absorbe parte de la energía de la partícula incidente y la reemite en forma de un corto destello de luz. Los detectores planos proporcionan un mayor rango dinámico y no generan distorsiones geométricas (imagen 5).



Ilustración 5 detector de tipo pantalla plana, por su diseño pasa la información de forma directa, por lo que no hay distorsión ni pérdida de información en el procesamiento. imagen tomada de: <https://tinyurl.com/y7muuxed>.

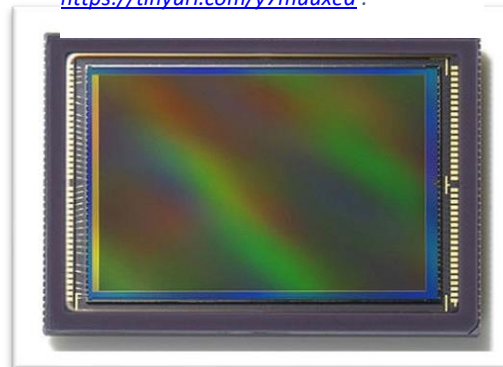


Ilustración 6 representación de sensor CMOS. El uso de la fibra óptica permite una interpolación sin distinción. Imagen tomada de: <https://tinyurl.com/y88o94uy>.

- **Sensor Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS)**

Mediante fibra óptica, convierte las señales de radiación que viajan a través de impulsos eléctricos, al tener integrado un conversor digital. El consumo eléctrico de este tipo de sensores es muy inferior a los otros, y muestra una alta efectividad en su funcionamiento (imagen 6).

La resolución y el detalle de las imágenes

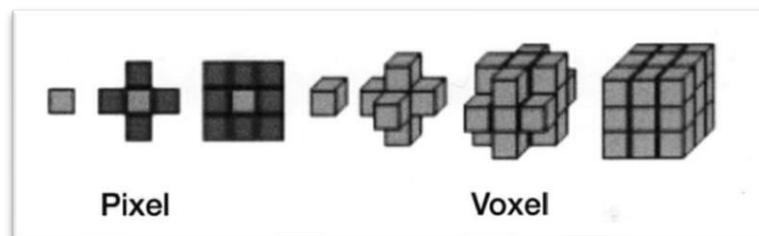


Ilustración 7 representación de un voxel en un espacio tridimensional. Urzua 2005 (18)

obtenidas por el TVD son determinadas por “píxeles en 3D” voxels (volume elements). Un voxel es la unidad de volumen más pequeña producida por información volumétrica (imagen 7). La dimensión del voxel depende principalmente del tamaño del pixel en el área del detector. (18)

En el Tomógrafo
Volumétrico

Digital, los voxel
tienen lados y
profundidad de
igual tamaño



Ilustración 8 representación de un voxel isotrópico y voxel anisotrópico. Bóveda. imagen tomada de: <https://www.carlosboveda.com/tvd.htm>

llamados isotrópicos. En el Tomógrafo Computarizado Convencional los voxels son anisotrópicos, es decir, son de igual altura y ancho, pero de diferente profundidad. (figura 8)

Por lo que, resumiendo, en la actualidad convive la tecnología Charge coupled device (CCD) la tecnología Thin film transistor (TFT) de silicio amorfo, y la más moderna, Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS). Aunque la tecnología CCD proporciona una elevada velocidad de respuesta y alta resolución, su limitación se encuentra en las dimensiones del detector, que no permite ofrecer grandes campos de visión sin perder sus ventajas. Esta limitación es superada por la tecnología TFT y, con mayor eficiencia por la CMOS, que combinan mayores campos de visión con una elevada velocidad de respuesta y bajo ruido electrónico.

Reconstrucción de imagen

Ya que se tomaron todas la “imágenes crudas” sin procesar, se realiza un pre-procesado, que consiste en eliminar el “ruido” que puede llegar a existir de fondo, así como corregir errores geométricos o interferencias como artefactos. (2)

Posteriormente se aplican algoritmos de reconstrucción 3D, obteniendo una imagen compuesta por voxeles isotrópicos, cuyos valores representan zonas específicas anatómicas del paciente. (2)

La reconstrucción de los datos es realizada en una computadora que puede ser personal, a diferencia de la tomografía convencional, en donde son necesarios varios equipos de alto rendimiento (computadora de adquisición de la imagen y computadora de

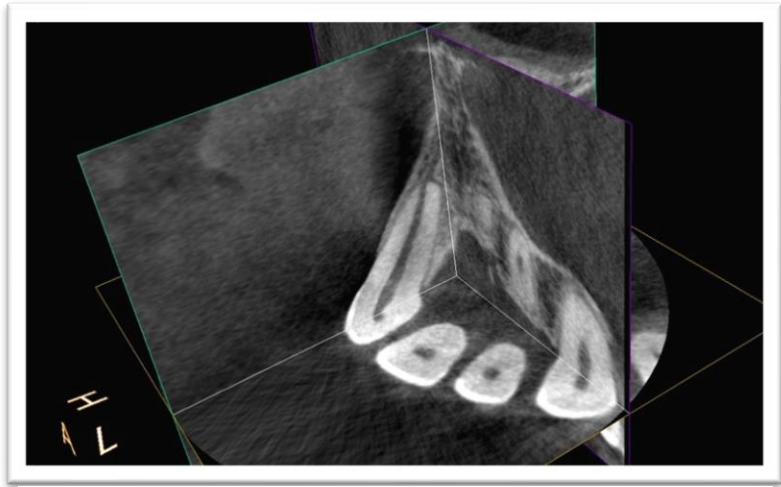


Ilustración 9 Representación de cruce de planos en la reconstrucción. Boveda imagen tomada de: <https://www.carlosboveda.com/tvd.htm>

procesamiento de imagen) para obtener la imagen. (2)

El tiempo de reconstrucción varía dependiendo del tamaño, cantidad y proyección de los voxeles, al igual que la velocidad de procesamiento del hardware y software del equipo. Los equipos de última generación logran la reconstrucción en 2 minutos o menos. (2)

Exhibición de imagen

El volumen obtenido es presentado al operador en una pantalla con una reconstrucción volumétrica y en tres planos ortogonales.

La imagen puede ser manipulada por software, teniendo así la capacidad de obtener cualquier parte de tejido estudiado “al mover las líneas del cursor en una imagen, por ejemplo, la sagital, automáticamente se alteran los otros dos cortes (coronal y axial reconstruidos), permitiendo así que las imágenes puedan deslizarse en tiempo real.” (19)

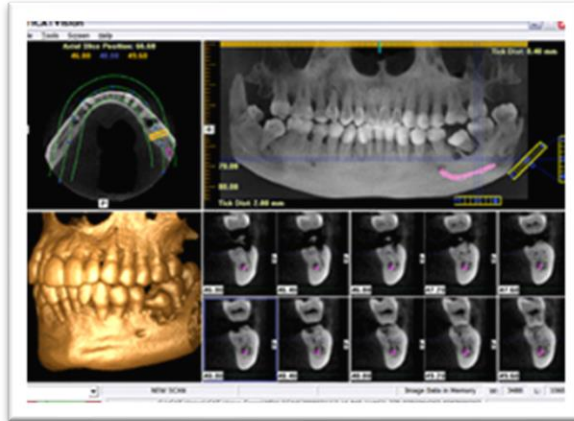


Ilustración 11 software usado para la visualizar la tomografía Cone Beam. Boveda imagen tomada de : Ilustración 9 representación de cruce de planos en la reconstrucción. Boveda imagen tomada de: <https://www.carlosboveda.com/tvd.htm>

La información obtenida será almacenada y enviada a través de un archivo denominado DICOM, para posteriormente ser procesado por el software correspondiente.

El DICOM o *Digital Imaging and Communications in Medicine*, es el protocolo estándar de intercambio de datos de tomografías computarizadas, siendo este un formato de imagen digital y una estructura de datos de almacenamiento e intercambio de imágenes biomédicas. (20)

En general, el conjunto de datos DICOM consiste es una serie de archivos, por regla general, bajo la extensión dcm., cada archivo del conjunto es un corte del examen imagenológico, este conjunto de datos normalmente es almacenado en CD-ROMs junto con programas computacionales para su visualización.

3.6 Manejo de software

Ya con el archivo, es importante la elección del software, ya que de este dependerán las herramientas, que se puedan utilizar durante la manipulación de los archivos. Existen gran variedad de software para la visualización y edición de las tomografías Cone-Beam, y el describir las características de cada uno resulta muy complicado, por lo que se describirán las herramientas generales de edición y visualización de la mayoría de los programas disponibles.

En la actualidad el software viene ya incluido dentro del archivo enviado por el laboratorio, dicho archivo puede ser enviado en forma de CD, USB o bien digital, a través de correo electrónico. (20)

Requisitos de instalación del programa.

- Contar con el sistema operativo más reciente
- Preferentemente usar mouse para mayor comodidad de manipulación del software.
- Tener entradas de USB o lectores de DC. para tener mayores opciones de obtener los archivos.

Manejo inicial se software.

Los archivos, comúnmente son mandados vía CD, sin embargo cada vez es más común la transferencia vía e.mail. si este es el caso, el correo que se recibe tendrá comúnmente un archivo comprimido en formato ZIP o RAR para ser descargado y descomprimido posteriormente, o bien un enlace a una página de descarga.

Ya descargado el archivo RAR o ZIP, será necesario descomprimirlo, por medio de un programa como WINRAR, para así obtener la carpeta con el programa y los datos de la tomografía.

Ya descomprimido el archivo, obtendremos comúnmente dos carpetas, el

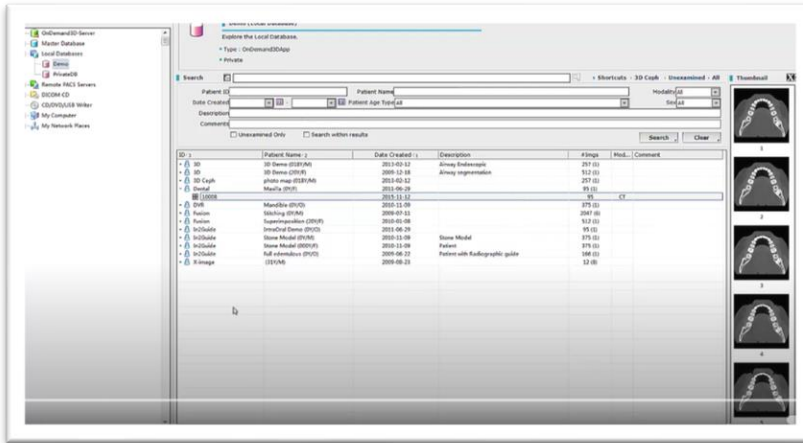


Ilustración 12 Selección de archivo del programa OnDemand 3D. cybermed tomada de: <https://bit.ly/3CJcwzq>

software listo para usarse, un PDF con instrucciones de uso y un enlace a la página del fabricante.

Al seleccionar el programa, se ejecutará (si es la

primera vez es posible que tarda un poco) y posteriormente mostrara la interfaz inicial, en donde te aparecerá un menú para seleccionar el archivo a visualizar o bien te lo cargara automáticamente. Dicho archivo estará en la carpeta previamente descargada. (20)

visualización de software de Cone-Beam.

Ya abierto el archivo, se presentará comúnmente 4 plantillas que corresponderán a los 3 planos del espacio (corte coronal, sagital y axial) y una representación en 3D. (20)

1) Cada una de estas plantillas tendrán comúnmente

- ID del paciente
- Fecha de realización de la toma
- Valores de adquisición

- La vista en la que nos encontramos (cornal, sagital, axial o 3D)
- Menú de opciones de proyecciones
- Menú de modificación de grosor del corte

- Ejes de rotación (permitirá ayudarnos a trasladarnos y rótanos sobre el volumen tomográfico de los pacientes).
- Manejo de módulos en el plano 3D. (sitas en todas direcciones de los modelos tridimensionales,

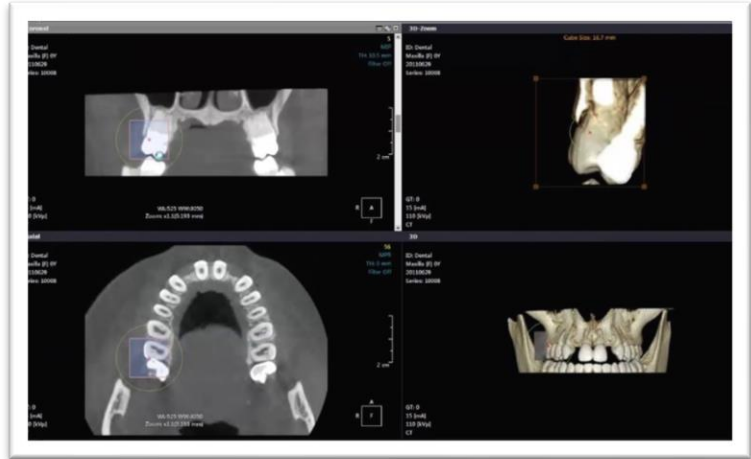


Ilustración 13 plantillas de las vistas de los cortes sagital, axial, coronal y el modelo en 3D del programa OnDemand 3D. cybermed tomada de: <https://bit.ly/3CJcwzq>

ejemplo, vista antero-posterior, vista postero-anterior, vista de inferior a superior, etc.)

- Manejo de representación de tejidos (ver tejido blando, ver solo dientes, etc.

2) Herramientas

Esta sección está separada de las plantillas servirán para manipular

a) Vista

- Desplazamiento (Posicionar una zona en específico)
- Rotación (se modifican las 3 vistas simultáneamente)
- Zoom (conseguimos aplicar de manera simultánea los 3 cortes para observar con mayor detenimiento algunas estructuras)
- Restablecer (permite deshacer las acciones o filtros aplicados durante la edición uno a uno o bien restaurarla como en un inicio)

- Balance de blancos (permite editar el contraste, nitidez y brillo a las vistas)
- Invertir (invierte los colores por completo, permitiendo observar algunas estructuras anatómicas con mayor detenimiento)
- Superposición de texto (elimina el texto en las plantillas)

b) Medida

- Regla (permite situar una regla virtual, para valorar la medición de una estructura en específico)
- Nota (permite indicar que es lo que se está midiendo)
- Flecha (nos ayuda a señalar lo que se está midiendo)
- Eliminar todo (quita todo lo marcado)

c) Segmentación

- Dibujar mascara (permite realizar un coarte de un segmento en el modelo 3D de forma selectiva)

d) Salida

- (captura) Permite guardar capturas de los paneles que estamos visualizando.



Ilustración 14 Barra de herramientas de programa OnDemand 3D. cybermed. tomada de: <https://bit.ly/3cJcwzq>

3.7 Utilización clínica de Cone-Beam

Los sistemas de Cone-Beam permiten obtener imágenes similares a las ortopantomografías, laterales de cráneo y las intraorales, pero en tres dimensiones, revolucionado el diagnóstico del complejo craneofacial. (17)

El uso de Cone-Beam cada vez es más habitual en todas las especialidades odontológicas y pueden dar un gran detalle en una zona muy reducida usando

un equipo FOV limitado, obteniéndose resoluciones de voxeles isotrópicos por debajo de las 100 μm . (16).

En endodoncia específicamente, la capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes hace que la tecnología Cone-Beam sea muy ventajosa en su aplicación endodóntica, en concreto en:

- Visualización de la anatomía de los conductos pulpares (21), (22)
- Identificación de la patología periapical. (23)
- Evaluación prequirúrgica (24)
- Análisis del proceso de reabsorción radicular interna y externa (25)
- Identificación de fracturas dentarias (26)

4 Molares inferiores

4.1 Anatomía

MORFOLOGÍA DE LA CORONA

Es el primer diente en erupcionar de la dentición permanente, habitualmente se cuentan cinco cúspides bien desarrolladas (dos vestibulares, dos linguales y una distal), y en ocasiones se encuentra una sexta más pequeña; son los dientes más grandes de la arcada inferior. (27) (28)



Ilustración 15 vista oclusal de un diente artificial del OD 36. Christian Gnan. 2006 tomado de: (28)

MORFOLOGÍA DE LA RAÍZ

En la gran mayoría de los casos, el primer molar inferior tiene dos raíces aplanadas en sentido mesio-distal, y anchas en sentido buco-lingual. Casi todos los molares con dos raíces cuentan con 3 conductos (dos en la raíz mesial y uno en la distal, comúnmente la raíz mesial tiene una ligera curvatura, mientras que la raíz distal tiene a ser relativamente recta. (29)

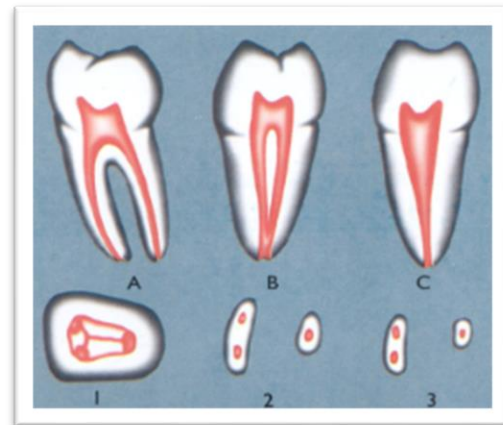


Ilustración 16 Primer molar inferior. A. vista vestibular, B. vista mesial, C. vista distal, cortes transversales en los tercios coronario (1), medio (2), apical (3).

La forma de la cámara pulpar es semejante a un cubo con divertículos bien definidos.

Cuando se encuentran 3 conductos, el piso de la cámara pulpar es convexo y de forma de trapecio, con base mayor hacia mesial y base menor en distal. En los ángulos de este trapecio es en donde se localizan las entradas de los conductos. (27)

Briseño y Aranda mencionan que “más del 40% de las raíces distales tienen dos conductos radiculares, con dos forámenes apicales separados.” Llegándose a observar hasta cinco conductos radiculares (3 en mesial y 2 en distal). (29)

Cuando el molar tiene 3 conductos normalmente el distal tiende a ser más amplio, recto y ovalado, pero si hay 4 conductos los conductos distales son reducidos. (29)

La raíz mesial suele tener una curvatura casi desde la línea cervical hasta el tercio medio, con una depresión en la cara mesial localizada entre las crestas vestibular y lingual de la raíz, ocupando toda la longitud de la misma.

Por otro lado, la raíz distal, con uno o dos conductos suele tener una ligera curvatura en dirección mesial o distal y con una depresión menor que la de la mesial.

4.2 Variaciones morfológicas interradiculares de los primeros molares inferiores

El primer molar inferior normalmente presenta dos raíces bien definidas, una raíz mesial con dos conductos, que se caracteriza por una superficie aplanada mesio-distal y una superficie ensanchada buco-lingual; y una raíz distal que es generalmente recta con un conducto oval o dos conductos redondos; (29) sin embargo, la morfología y el número de raíces pueden variar.

- **Conducto en C**

El rasgo anatómico principal de los conductos en C, es la presencia de una aleta o tejido en forma de cortina que conectan los conductos radiculares individuales. La cámara pulpar tiene un solo orificio con forma acintada que describe un arco de 180° o más; comienza en el ángulo mesio-lingual y se extiende alrededor de la cara vestibular o lingual para terminar a nivel de la porción distal de la cámara pulpar. Se presenta en los dientes con fusión de las raíces en su cara bucal o lingual. (30)

- **Conducto mesio medio**

En lo que se refiere anatómicamente a un tercer conducto en la raíz mesial del primer molar inferior, ubicado específicamente entre el conducto mesio-vestibular y mesio-lingual. Su diámetro suele ser menor al de los otros dos mesiales. La entrada del conducto suele ser complicada, y usualmente se ignora, su prevalencia es de 2.3%. siendo así un homólogo del radix. (31)

- **Radix Entomolaris**

Se define como la presencia de una tercera raíz localizada en molares inferiores, descrita por Carabelli desde 1844. (32) Esta raíz supernumeraria se encuentra en dirección disto-lingual, principalmente en los primeros molares inferiores.

- **Radix Paramolaris**

A diferencia del radix entomolaris, la raíz extra se encuentra en la superficie mesio-vestibular. (33)

5 Radix entomolaris

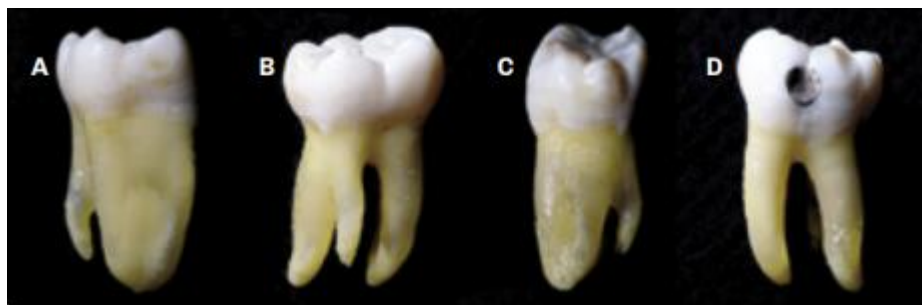
La etiología de la formación del radix entomolaris (RE) es poco clara. La formación de raíces amorfas y supernumerarias podría estar relacionada con factores externos durante la odontogénesis o con la reaparición de un rasgo genético después de varias generaciones de ausencia, conocido como atavismo. (34)

Esta estructura o raíz supernumeraria fue mencionada por primera vez en la literatura por Carabelli (1844) llamándola radix entomolaris (RE). Dicha raíz se encuentra disto-lingual y en todos los casos el orificio de entrada al conducto se encuentra mesio-lingual del conducto principal en la raíz distal. (32)

La presencia de radix tiene un alto grado de carga genética, el registro de esta variación anatómica se ha estudiado con mayor frecuencia en países asiáticos, europeos y norteamericanos, siendo el de mayor prevalencia pacientes con descendencia mongola. (35)

Aunque esta variación se encuentra mayormente en poblaciones asiáticas, es importante que como odontólogos sepamos como diagnosticar y tratar estas configuraciones radiculares.

Ilustración 17 Diente 36 con radix entomolaris en sus 4 vistas. A) vista mesial, b) vista lingual, c) vista distal, d) vista vestibular. tomada de: shorturl.at/cARY2



Los primeros molares inferiores con radix tienen gran importancia clínica, y la radiografía dentoalveolar siendo el método de diagnóstico predefinido expone por lo general la imagen de la tercera raíz que fácilmente se superpone a la

raíz distal y el conducto de la tercera raíz puede ser o no identificado, lo que puede llevar al éxito o fracaso del tratamiento endodóntico. Sin embargo, el uso de métodos de diagnóstico más precisos como el Cone-Beam elimina completamente el diagnóstico erróneo.

5.1 Prevalencia

Oliver de Pablo et al. mencionan que el número de raíces del primer molar mandibular está directamente relacionado con la etnia. Principalmente en aquellas de origen mongoloide: “indios americanos, esquimales y chinos”, ya que desde la anatomía de la corona hasta la configuración intra conducto suele ser más compleja, requiriendo enfoques de diagnóstico más precisos, así como modificaciones en el acceso y habilidades clínicas para localizar, tratar, desinfectar y obturar con éxito el conducto radicular. (36)

El investigador Suayip Duman recopila información de los últimos 22 años, en donde demuestra que las poblaciones de descendencia mongola, son las que tienen mayor prevalencia de presentar un conducto extra en los molares inferiores. (35) véase *la tabla 8*.

Alegria Cañizares et al, realizó un estudio transversal en 2012, por medio de la revisión de expedientes y series radiográficas, identifico que de 1500 expedientes que mediante series radiográficas pudieron identificar que el 4.13% pacientes tenían presencia de radix. De estos 1500 expedientes se observaron 3852 molares mandibulares de los cuales 75 dientes eran radix (72 en primeros molares y 3 en segundos molares). Siendo la prevalencia de dientes con radix del 1.95% en población del valle de México. (37)

La especialista en endodoncia Brissa Jiménez menciona “Algunos estudios reportan que la RE se presenta de manera bilateral con una alta frecuencia (50- 67%) otros, determinan que existe predilección por el lado izquierdo de la mandíbula. Incluso se ha reportado mayor incidencia en el lado derecho para hombres y en el izquierdo para mujeres. (38)

Tabla 8 Tabla de prevalencia de molares mandibulares con 3 raíces (RE). N=número de dientes estudiados en total, n= número de dientes con radix.

País de origen	Autor	Año	técnica	diente	N	n	%
Senegal	Sperber y Moreau	1998	Dientes extraídos	1ro	480	15	3.12
Taiwán	Tu et al	2007	Radiografía	1ro	332	35	21.09
Alemania	Schafer et al.	2009	Radiografía	1ro	1024	7	0.68
Taiwán	Tu et al.	2009	Cone-Beam	1ro	246	63	25.61
Corea	Song et al.	2010	TC	1ro y	3088	756	24.5
				2do	2783	18	0.7
China	Yang et al.	2010	Radiografía	1ro	1020	276	27.06
India	Bharti et al.	2011	Radiografía	1ro	1265	20	1.58
India	Chandra et al.	2011	Radiografía	1ro	1000	133	13.3
India	Dube et al.	2011	TC y radiografía	1ro	1050	97	9.2
China	Zhang et al.	2013	Cone-Beam	1ro y	232	69	29.7
				2do	157	2	1.27
Turquía	Demirbuga et al.	2013	Cone-Beam	1ro y	823	17	2.06
				2do	925	32	3.45
Malasia	Bhatia et al.	2015	Dientes extraídos	1ro y	849	80	8.9
				2do	437	30	6.8
Portugal	Martins et al.	2016	Cone-Beam	1ro y	450	10	2.2
				2do	667	4	0.6
Brasil	Rodrigues et al.	2016	Cone-Beam	1ro	232	4	1.7
Irán	Kuzekanani et al.	2017	Dientes extraídos	1ro y	250	15	6
				2do	250	2	0.8
Turquía	Çolak et al.	2018	Radiografía	1ro	1205	12	1
Turquía	This Study	2019	Cone-Beam	1ro y	1318	25	1.9
				2do	1482	9	0.6

Nota. Fuente de Duman 2019 (35).

Concluyendo, la prevalencia de radix está directamente ligada a la descendencia de cada individuo, siendo la mongola la que tiene mayor probabilidad de contar con esta variación anatómica. La prevalencia de la presencia de radix en individuos de raza asiática va del 20% a 25 %, mientras que en la población caucásica va del 1% al 4 %.


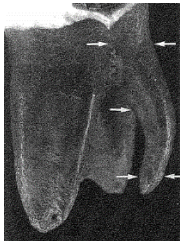
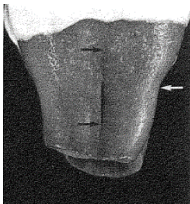
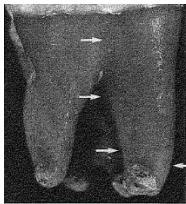
Aunque la población mexicana no se encuentre entre los principales países con prevalencia de radix, es importante conocer los métodos de diagnóstico, así como el tratamiento de los mismos.

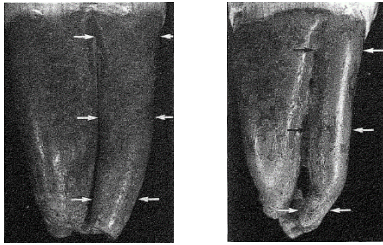
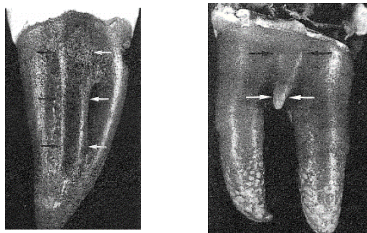
5.2 Clasificación

Carlsen y Alexandersen (1990) posición de RE.

Esta fue la primera clasificación propuesta, Carlsen y Alexandersen en 1990, a partir de primeros, segundos y terceros molares mandibulares extraídos, tomaron en cuenta el patrón de fusión, la divergencia de las raíces, los grados de separación y la curvatura apical, logrando establecer 4 variantes del radix: tipo A, tipo B, tipo C, y tipo AC. (39)

Tabla 9 clasificación de Carlsen y Alexandersen, sobre la posición del Radix Entomolaris

tipo	definición	características	RE fusionado	RE separado
A	La parte distal radicular presenta 3 macroestructuras en forma conoide: Lingual Medial vestibular	El radix siempre estará separado desde el tercio cervical y la raíz mesial y distal puede que sí o no lo estén.		
B	La parte distal radicular presenta 2 macroestructuras del mismo tamaño: Lingual vestibular	El radix estará separado, pero por debajo del tercio cervical.		

<p>C La parte distal radicular presenta 3 macroestructuras cónica: Lingual Mesial vestibular</p>	<p>La porción lingual del radix se encuentra separada, y las raíces mesial y distal se encuentran unidas. La raíz mesial es la más pequeña.</p>	
<p>AC La parte distal radicular presenta 3 macroestructuras: Central Medial Distal</p>	<p>El radix se encuentra bien definido y justo en medio de la raíz mesial y distal. Pudiendo estar o no unida</p>	

Nota. Información e imágenes sacadas del artículo de Carlsen y Alexandersen (1990) (39)

De Moor et al. (2004) curvatura del RE.

De Moor en el 2004 describe la importancia del conocimiento de la configuración de los molares con radix, concluyendo que el correcto diagnóstico, la apertura idónea y manejo de instrumental serán cruciales para el éxito del tratamiento en este tipo de variaciones morfológicas. El su artículo

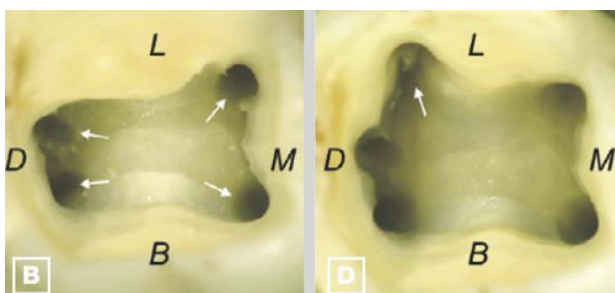


Ilustración 18 Extensión distolingual de la cavidad revela el orificio de entrada del RE (flecha). Tomado de Calbersón F. et al. (62)

describe una clasificación de radix, (véase la tabla 10) basado en la curvatura de los mismos, determinando 3 variaciones. (40)

En su demostración, enseña con imágenes la importancia de diseño de apertura rectangular en

vez de una forma triangular, encontrando así el conducto del radix. Como en la ilustración 17.

Tabla 10. clasificación de Moor. (40)

tipo					descripción	
	Mesial view	Distal view	Lingual view	Buccal view	Occlusal view	
Type I						Se refiere a una relación recta de la raíz y del conducto radicular
Type II						Presenta una entrada al conducto radicular curva continuando con una raíz recta con el conducto radicular recto
Type III						En el inicio del tercio coronal presenta una curvatura del conducto radicular y además una curvatura secundaria orientada en dirección vestibular iniciando desde el tercio medio hasta el apical

Nota: Datos e imágenes tomadas del artículo de Moor 2004

Song et al. (2010) curvatura de RE con Cone-Beam

Song por su parte complementa la clasificación de Moor añadiendo dos tipos de variantes morfológicas de la variación anatómica (tipo cónico y tipo corto). Esto fue logrado gracias a la implementación de Cone-Beam, ya que con ella logró ver tridimensionalmente la topografía de los molares con radix. (41)

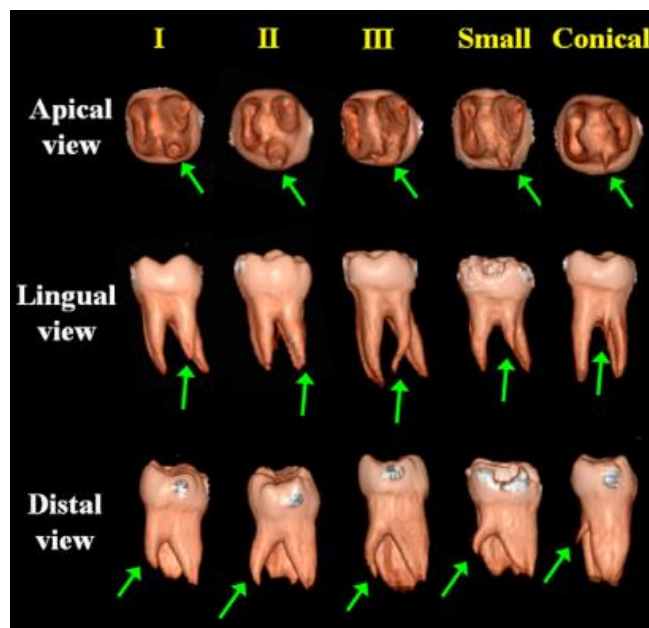


Ilustración 19 clasificación de song. La flecha señala la posición del radix en las vistas, apicales, linguales y distales. 2010. Tomado de: Song et al. (41)

- Tipo I: Sin curvatura.
- Tipo II: Curvatura en tercio coronario y continúa recto hasta el ápice.
- Tipo III: Curvatura en tercio coronario y curvatura adicional vestibular desde el tercio medio hasta el tercio apical de la raíz.
- Tipo pequeño: Largo de la raíz menor que la mitad de la raíz disto vestibular.
- Tipo cónico: Extensión de forma cónica sin conducto radicular.

Song concluye que los datos sobre el patrón de ocurrencia y las características morfológicas de las raíces disto linguales pueden proporcionar información a los odontólogos, elevando la tasa de éxito del tratamiento de endodoncia. (41)

Wang et al. (2011) Método radiográfico

Wang et al. De 2010 a 2011 se dedicaron a el análisis radiológico y tomográfico de radix entomolaris. Permitiendo clasificar radiográficamente la posición del radix en tres variantes.

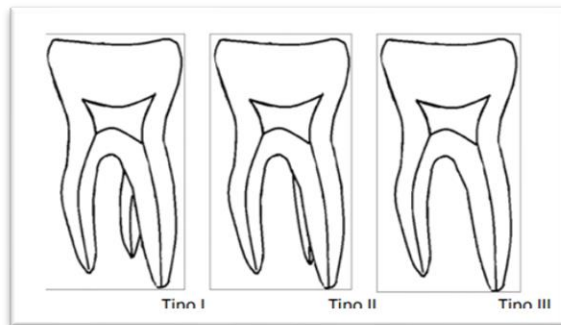
















Ilustración 20 clasificación de Wang, tomada de internet: shorturl.at/acAS6

- Tipo 1: Presenta la imagen radiográfica más identificable. (42)
- Tipo 2: Una mayor angulación en el plano horizontal desde mesial o distal es necesaria para su identificación. (42)
- Tipo 3: La identificación se vuelve extremadamente difícil debido a la superposición de la raíz disto vestibular adyacente. (42)

Zhang (2009) uso de Cone-Beam.

Zhang y colaboradores viendo las virtudes de Cone-Beam, analizan molares permanentes inferiores, determinado la existencia de siete variantes de la porción radicular. Aunque la clasificación no es exclusiva de molares inferiores con 3 raíces es muy útil usar esta clasificación para localizar y señalar la presencia de estas variantes morfológicas. (43) véase la tabla 11.

Tabla 11. Clasificación mediante Cone-Beam. datos e imágenes obtenidos de (40)			
variante	descripción	A	B
1	dos raíces separadas, una mesial y otra distal, cada una con un conducto radicular.	 Variante 1	 Variante 1
2	dos raíces separadas, con un conducto radicular en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal.	 Variante 2	 Variante 2
3	dos raíces separadas, con dos conductos radiculares en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal.	 Variante 3	 Variante 3
4	dos raíces separadas, con dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal.	 Variante 4	 Variante 4

5	tres raíces separadas, una mesial, otra distovestibular y otra distolingual, cada una con un conducto radicular	 <p>Variante 5</p>	 <p>Variante 5</p>
6	tres raíces separadas, con dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distolingual y otro en la raíz distovestibular.	 <p>Variante 6</p>	 <p>Variante 6</p>
7	cuatro raíces separadas, ubicadas mesiovestibular, mesiolingual, distovestibular y distolingualmente, cada una con un solo conducto radicular.	 <p>Variante 7</p>	 <p>Variante 7</p>
<p>Nota. A) ilustración que muestra la categorización de las siete variantes de la característica de la porción radicular y sus conductos en primer molar permanente inferior. B) Imágenes de tomografía computarizada de haz de cono, que muestra la categorización de las siete variantes de la porción radicular del primer molar permanente.</p>			

5.3 Métodos de Diagnostico

El conocimiento previo de la anatomía de la raíz y el conducto facilita la detección precisa de todos los conductos radiculares de un diente durante el tratamiento de endodoncia. La posibilidad de una raíz adicional también debe considerarse y localizarse cuidadosamente. Un diagnóstico preciso de estas raíces supernumerarias puede evitar las complicaciones que surgen durante la conformación y el agrandamiento del conducto.

Clínica

“La inspección clínica de la corona del diente y de la morfología del cuello a



Ilustración 21 Ilustración 5 primer molar mandibular con 6 cúspides tomada de : shorturl.at/cARY2

través del sondaje periodontal puede facilitar la identificación de una raíz adicional. Una cúspide extra (tubérculo paramolar) o un tubérculo disto oclusal o un lóbulo disto lingual en combinación con una prominencia cervical o convexidad, pueden indicar la presencia de una raíz adicional.” (44)

La entrada del conducto del Radix entomolaris se encuentra teniendo como referencia el orificio de entrada del conducto principal en distal, por lo que se requiere una apertura más rectangular en el contorno de la cavidad de acceso. “Un área oscura en el piso de la cámara pulpar cuidadosamente explorada puede indicar el lugar exacto de entrada del conducto del RE”. (45) Un microscopio quirúrgico es muy útil, sobre todo en los casos en que los orificios están cubiertos por una calcificación que se puede quitar fácilmente con puntas ultrasónicas. (44)

Diagnostico Radiográfico.

En la actualidad, el uso de radiografías sigue siendo el método de diagnóstico predilecto para casi toda consulta odontológica, ya que la obtención de estas es relativamente fáciles, económicas y rápidas de obtener. A través de las radiografías periapicales, de aleta mordible, oclusales e inclusive la ortopantomografía, es posible observar detalles anatómicos de las estructuras dentarias.

En todas las imágenes deben aplicarse procesos de interpretación metódicos y sistemáticos. Es importante el reconocimiento de la anatomía, las variantes anatómicas y los estados patológicos o desviaciones con respecto a la normalidad. (46)

Para poder identificar estructuras radiculares complejas como el radix entomolaris o paramolaris es importante obtener varias proyecciones de la estructura bajo el estudio desde múltiples ángulos. Estas variaciones de angulación en la radiografía buscan evitar las superposiciones de las estructuras, en concreto de la raíz disto vestibular en los casos con radix, y así establecer un diagnóstico más preciso de una estructura tridimensional a partir de imágenes bidimensionales. (40)

Técnica radiográfica de Clark

La Técnica de Clark, conocida también como Regla del Objeto Bucal o Técnica de las Proyecciones

Excéntricas, se describió por primera vez hace un poco más de 100 años (1910). Se fundamenta en el cambio de posición

relativa de un objeto presente en un examen radiográfico cuando se modifica el ángulo de proyección del haz de radiación.

Para llevarla a cabo se requieren dos radiografías periapicales de la zona que se quiere estudiar. Una de ellas tiene que ser orto-radial, para lograr valores de angulación horizontal y vertical, y la otra radiografía debe ser mesio-radial o disto-radial. En todos los casos, el punto de incidencia del haz de radiación deberá permanecer en el mismo sitio.

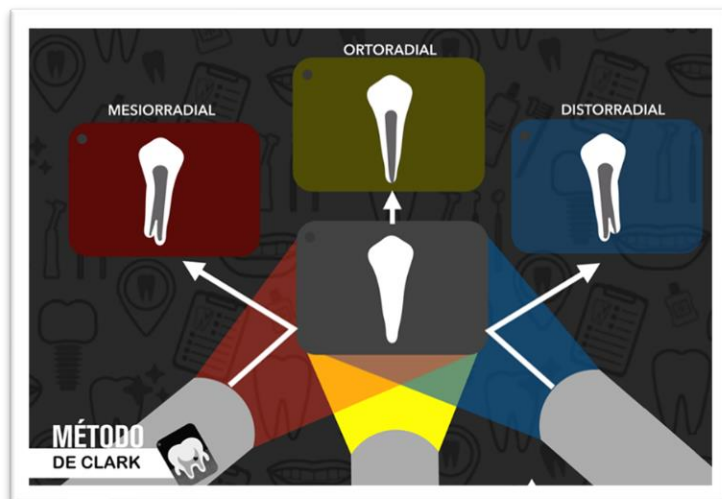


Ilustración 22 toma de radiografías periapicales variando la anulación del cono. imagen tomada de: <https://tinyurl.com/y79pwsfx> .

Más concretamente, se hace incidir un haz de luz sobre dos objetos de manera perpendicular, de forma que quedarán superpuestos y no se podrá distinguir cuál de los dos está más cerca. Al modificar la angulación del haz de luz, la imagen muestra dos cuerpos distintos, permitiendo distinguir el más lejano (que se mueve hacia el cono) y el más cercano (hacia el sentido opuesto).

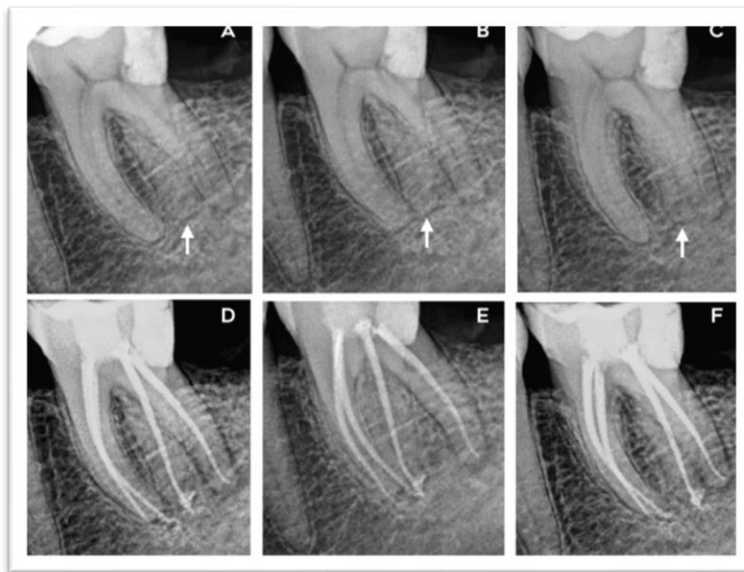


Ilustración 23 Ilustración 24 Primer Molar Inferior Izquierdo la flecha marca el radix. A: Proyección orto-radial B: Proyección mesio-radial, se observa como la raíz adicional se desplaza en sentido mesial. C: Proyección disto-radial, se observa que la raíz se desplaza en sentido distal. D: Proyección orto-radial de la obturación endodóntica. E: Proyección mesio-radial de la obturación endodóntica. F: Proyección disto-radial de la obturación endodóntica. Imagen tomada de: <https://tinyurl.com/y7f7sq9o>.

Cone-Beam

el Cone-Beam o tomografía de haz de cono ayuda en el diagnóstico de patologías endodónticas y morfologías de conductos, evaluación de fracturas radiculares y alveolares, análisis de lesiones, identificación patologías de origen no endodóntico y evaluación prequirúrgica.

La importancia de un buen diagnóstico es tener una imagen clara del diente a tratar, y el uso de solo radiografías, limita el análisis de los sistemas radiculares a dos dimensiones, pudiéndose omitir conductos adicionales por culpa de la superposición al igual que curvaturas en sentido visto lingual, istmos, e inclusive fracturas.

Se han reportado decenas de casos en los cuales, por culpa de la omisión de este conducto extra, fracasan los tratamientos de conductos a corto o mediano plazo, provocando molestias e infecciones que pudieron haberse evitado con el uso de una tomografía.

Filloy describe en su artículo como un conducto del primer molar inferior no fue tratado provocando una lesión a la altura de la raíz distal, pero al tomar radiografías con angulaciones se pudo observar la presencia de la tercer raíz. (47) Esto se pudo bien evitar

con un buen diagnóstico radiográfico apoyado del uso de la tomografía. También ha habido casos en los que gracias al Cone-Beam es solicitado para otro tratamiento y durante el análisis se han percatado que hay un conducto extra no instrumentado. Taylor Cotton menciona en su artículo un caso en donde un periodoncista siguiendo su protocolo, solicitó un Cone-Beam para poder colocar implantes, al hacer

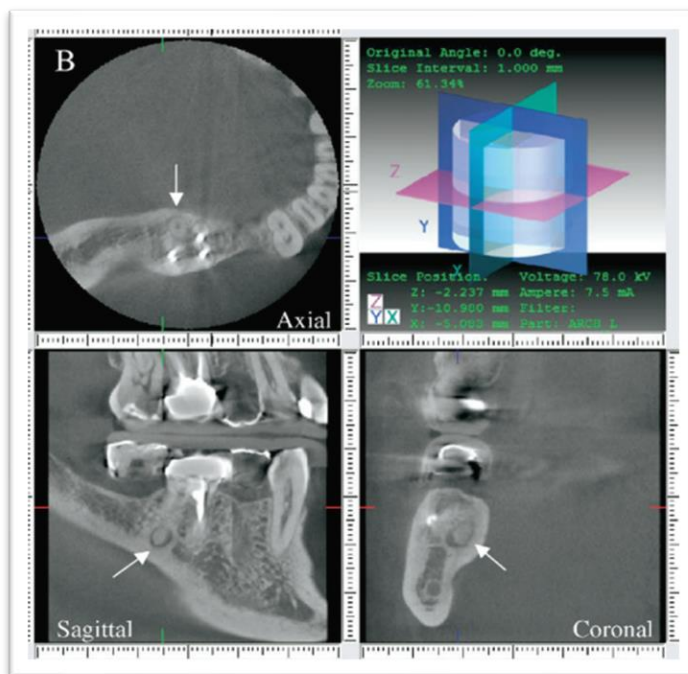
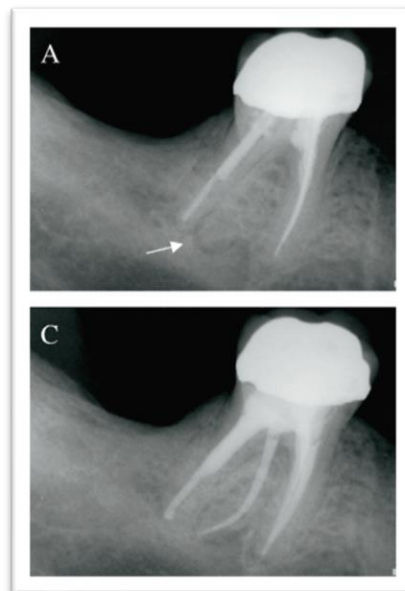


Ilustración 25 A) Radiografía periapical preoperatoria muestra un conducto radicular disto-lingual sin tratar con ligamento periodontal ensanchado. (B) Cone-Beam mostrando cortes 2-D axiales, sagitales y coronales del conducto disto-lingual, se observa lesión periapical. (C) Radiografía periapical posoperatoria incluye la obturación del conducto disto-lingual.

el análisis tomográfico, se percató que en el OD. 36 tenía una endodoncia con el conducto disto-lingual no tratado. Aunque el OD no presento ningún tipo de sintomatología que indicara una posible lesión y radiográficamente, todo se veía bien, sin embargo, en la tomografía se veía claramente una lesión apical, por lo que se diagnosticó como lesión periapical asintomático y se decidió realizar el retratamiento no quirúrgico. (48)

En comparación con la TC convencional, en Cone-Beam ha aumentado la precisión y la resolución; así como disminuyo el tiempo, la dosis de radiación y el costo. Comparado con radiografía convencional, el Cone-Beam elimina la superposición de las estructuras circundantes, proporcionando información adicional clínicamente relevante. Las desventajas son la disponibilidad por parte del odontólogo de practica general, ya que por logística y precio es inviable tener Cone-Beam en el consultorio.

A medida que evolucione la tecnología, los consultorios tendrán la capacidad de tener esta herramienta de diagnóstico a la mano.

La información de diagnóstico precisa conduce a mejores resultados clínicos, y aunque el uso de Cone-Beam sea costoso, el beneficio que conlleva usarlo resulta invaluable al obtener un buen resultado.

5.4 Manejo clínico endodóntico

Análisis del paciente

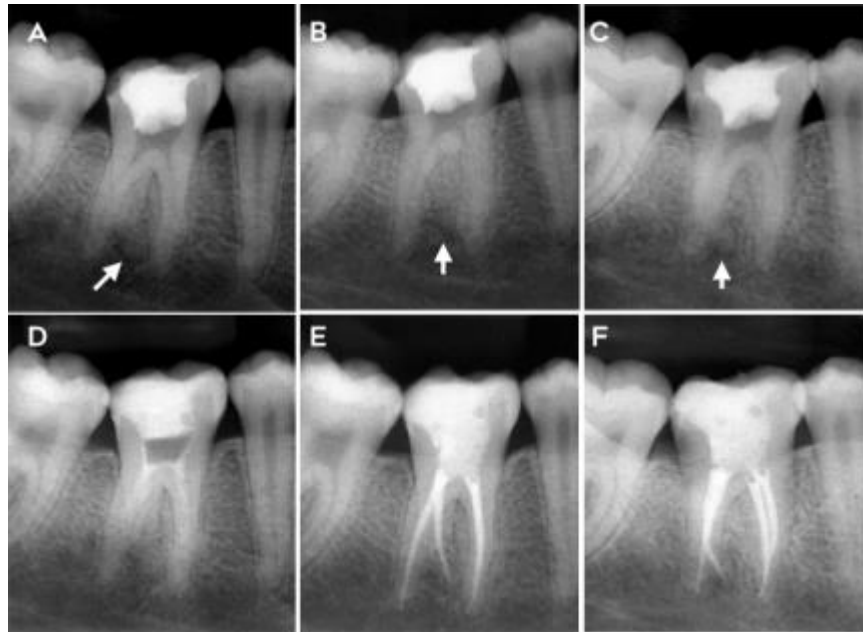
Tanto el sexo, como el grupo étnico juegan un papel importante en la determinación morfológica del sistema de conductos, en comparación de los pacientes caucásicos, los de raza africana y asiática tienen mayor número de variaciones anatómicas. (49)

El radix entomolaris estará mayormente presente en chinos, esquimales y nativos americanos. Mientras que en caucásicos no es muy común, teniendo como prevalencia un 2.5 a 4.5%. **(ver tabla 8)**

Análisis de la anatomía coronal

Al realizar la exploración intraoral, se debe visualizar la anatomía de la corona, ya que, si la corona muestra una morfología aberrante o muy compleja, es

predecible encontrar variantes interradiculares. (44)



Análisis radiográfico

Como cualquier procedimiento endodóntico es imprescindible

tomar una buena radiografía inicial de diagnóstico.

Ilustración 26 primer molar inferior derecho 46. (la flecha señala la localización del radix A. proyección orto-radial B. proyección mesioradial C. proyección distoradial. no tratados). D,E,F. proyecciones orto, mesio y distoradial respectivamente, con la obturación endodóntica. Pereira 2018. Tomada de: (47)

Dicha radiografía, debe tomarse de forma orto-radial siguiendo la técnica de paralelismo, (para así tener la menor distinción posible, apoyándonos de instrumentos como los colimadores).

Igual de importante es revelar correctamente la radiografía, siguiendo los tiempos y concentraciones de líquidos, para tener buena imagen. Una gran alternativa es usar la tecnología de los radiovisógrafos, para de esta forma, poder ajustar el contraste teniendo una imagen clara y nítida.

Si tenemos el presentimiento de la presencia de un radix, ya sea porque si sea visible en la radiografía orto-radial o porque vemos difusa la raíz distal, es necesario complementar con 2 radiografías más (una disto-radial y una mesio-radial) (**ilustración 21. A,B,C**). Para de esta forma ver la raíz extra y poder clasificarlo de acuerdo a su curvatura, tamaño y posición (si esta lo permite) recordando las limitaciones propias de la radiografía, ya que si la curvatura se encuentra en dirección buco-lingual será imposible ver la curvatura como tal. (50)

Análisis tomográfico

Resulta imposible imaginarse la topografía interna de los conductos radiculares. Durante muchos años, el uso de la radiografía convencional fue la herramienta de diagnóstico más socorrida por los cirujanos dentistas y especialistas, sin embargo, la implementación de Cone-Beam, es la mejor alternativa, ya que se elimina el mayor inconveniente de la radiografía, una única vista en dos dimensiones.

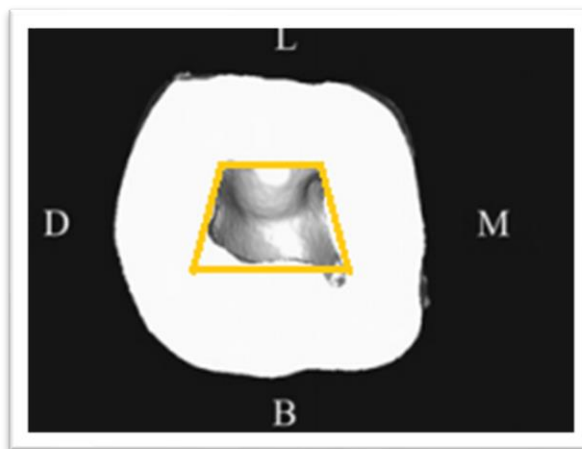


Ilustración 27 tomografía de OD 36. marcado en amarillo la forma de apertura trapezoidal para la localización del conducto radix. Yongchun 2020. tomado de: (39)

En endodoncia, el Cone-Beam, logró complementar el estudio de la morfología interna de los OD, pudiendo ofrecer terapias con mayor índice de éxito. Las variaciones como el Radix pueden no solo visualizarse, sino también determinar su anchura a lo largo del conducto, la localización de la entrada del conducto y la curvatura. Estos datos que eran imposible identificarlos radiográficamente, permite que el profesional aborde el tratamiento de una manera más óptima, logrando tener una decisión más acertada del instrumental y la técnica a usar.

El Cone-Beam apoyará a el diagnóstico en el área peri-radicular, pudiendo calcular la extensión de la lesión.

Acceso a la cámara y conductos radiculares.

❖ Acceso.

Raúl Aranda menciona que “El acceso de los molares inferiores se realiza por la superficie oclusal siguiendo la anatomía interna de la cámara y los conductos radiculares, de acuerdo con los siguientes pasos: (29)

1. Colocar la fresa redonda o de fisura sobre la cara oclusal de los molares en una posición paralela al eje longitudinal del diente, insinuando un desgaste con la fresa en los siguientes puntos anatómicos de los molares:
 - a. De la cima de la cúspide mesio-vestibular hacia la cúspide mesio-bucal.
 - b. De este punto hacia la foseta central.
 - c. De este punto se cierra el triángulo hacia la cima de la cúspide mesio-bucal.
 - d. En el caso del radix entomolaris se deberá considerar un punto de acceso extra en el espacio de la cúspide disto-lingual. Para de esta forma conformar un acceso en forma trapezoidal en vez de uno triangular. Y gracias al uso de la tomografía podremos visualizar la localización exacta de este conducto.
2. Se realiza el desgaste en la posición y dirección antes mencionadas hasta hacer contacto con la cámara pulpar.
3. Se elimina el techo pulpar con desgaste compensatorio hacia oclusal.
4. Se eliminan los hombros o curvatura coronal con una fresa Batt (Destply Maillefer) o LA Axxess (Sybron Dental Specialtics)
5. Se localizan los conductos radiculares con los exploradores endodónticos.

❖ Magnificación.

La incapacidad de encontrar y, por consiguiente, de limpiar los conductos radiculares es una causa de fracaso en el tratamiento de conductos, por lo que el uso de magnificación es de ayuda durante la búsqueda de la entrada de los conductos. Ya sea con lupas, lentes de magnificación o microscopio operatorio, un buen acceso es la clave para un tratamiento exitoso.

La principal ventaja del uso de estos magnificadores es permitir trabajar con una visión estereoscópica, un aumento adecuado en un campo operatorio perfectamente iluminado con luz coaxial que mejora la capacidad diagnóstica y posibilita una mayor facilidad para trabajar. (51)

Limpieza y conformación de conductos curvos

Antes de extirpar la pulpa, se debe tomar una radiografía para así tener una medida, desde la parte más incisal u oclusal, a la porción apical (longitud aparente) para posteriormente con un localizador de forámenes fisiológicos determinar la distancia desde apical u oclusal a el foramen fisiológico. Cabe resaltar que radiográficamente es imposible saber la longitud de una curvatura radicular, ya que su vista en dos dimensiones lo limita. Aunque con la tomografía es posible saber si la curvatura está muy pronunciada, el localizador de forámenes sigue siendo la mejor alternativa para conocer la longitud real del conducto. (29)

En el caso de los Radix Entomolaris, es común encontrarnos con importantes curvaturas, por lo que el manejo del instrumental de conformación debe de ser ejecutado con mucho más cuidado.

Ya localizados todos los conductos radiculares, el éxito dependerá de la eficacia en la limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares. Cualquier resto del tejido, bacterias o residuos, resultante de la preparación químico-mecánica, que permanezca en el conducto puede contribuir al fracaso del tratamiento. La remoción del tejido debe efectuarse de una manera sistemática, determinando la longitud de trabajo, realizar la

limpieza del conducto con instrumentos, manuales, o rotatorios acompañados siempre de sustancias capaces de disolver el tejido orgánico. (29)

Son varios los sistemas disponibles en el mercado, cada uno con un diseño muy distinto, y cuyas constantes modificaciones buscan una mayor flexibilidad, corte y resistencia a la fractura, así como evitar errores de procedimientos comunes en el manejo de conductos curvos. (52)

Es importante mencionar que no existen técnicas de preparación que garanticen el éxito terapéutico, ni tampoco un instrumental rotatorio que lo haga fácil. Pero si existen principios básicos que si se practican acertadamente

podrán generar el éxito en el manejo de dientes con anatomías radiculares complejas, siendo la instrumentación manual en todo momento del proceso de la preparación una guía y una ayuda importante para todos los sistemas rotatorios en la aplicación de estos principios básicos para lograr el éxito del tratamiento endodóntico. (52) Dichos principios son:

- a) mantener el foramen apical en su posición espacial original
- b) instrumentar el foramen de acuerdo a su forma y diámetro
- c) crear acceso en línea recta al sitio de la curvatura
- d) respetar las zonas anatómicas de riesgo de los conductos curvos
- e) potencializar la acción de los irritantes y quelantes durante la preparación
- f) generar una preparación cónica para facilitar la obturación



Ilustración 28 Serie completa de los instrumentos Mtwo. De izquierda a derecha: 10/.04, 15/.05, 20/.06, 25/.06 (Serie básica), 30/.05, 35/.04, 40/.04, 25/.07 (Limas accesorias). Nótese la conicidad progresiva y variable entre los instrumentos de la serie básica, donde el diámetro en D1 es el mismo que en D2 del siguiente instrumento (Dra. María Mercedes Azuero Holguín). Tomado de: (49)

g) trabajar con un instrumento que se adapte a la forma original del conducto respetando su anatomía.

Los principios básicos antes de proceder a obturar son la irrigación y aspiración al término de la instrumentación. Consisten en irrigar con hipoclorito de sodio al 1%, luego con EDTA 17%, seguido de hipoclorito de sodio 1% (cerca de 5 ml de cada solución por conducto). Este protocolo promueve una mejor limpieza que el solo uso de hipoclorito de sodio.

La activación ultrasónica es altamente recomendable (2,5 ml de EDTA 17% + activación ultrasónica por 30 segundos + 2,5 ml de hipoclorito de sodio al 1%), ya que proporciona una limpieza considerable de las paredes dentinarias.

Obturación de los conductos

Una vez culminada la preparación químico-mecánica se debe proceder a obturar el sistema de conductos radiculares con materiales biocompatibles, inertes y/o antisépticos. El objetivo primordial es alcanzar una obturación lo más herméticamente posible, con un sellado tridimensional que impida el estancamiento de fluidos y la supervivencia de microorganismos para la



Ilustración 29 Obturador del conducto radicular de gutapercha SYSTEM B. medical expo. Tomada de: <https://tinyurl.com/yaqn2y5r>

posterior reparación de los tejidos, evitando así una reinfección.

Existen múltiples técnicas e instrumentos con los cuales se puede realizar la obturación, sin embargo la técnica de condensación vertical de gutapercha caliente presenta excelentes resultados en el sellado tridimensional. En el mercado existen múltiples obturadores alámbricos e inalámbricos como el sistema EQV de METABIOMED, los obturadores de conductos radiculares Alpha y Beta de la marca B&L, el sistema Elements de la empresa SybronEndo, etc. Estos sistemas se basan en la utilización de un transportador de calor eléctrico con diversas puntas flexibles en diferentes conicidad, de 4%, 6%, 8%, 10% y 12%, dependiendo la marca. Estos acarreadores de calor logran una temperatura (200°C +, -10°C) y calentado la gutapercha, para su posterior condensación. Es importante aclarar que este sistema utiliza conos de gutapercha no estandarizados en fase alfa (α). (53)

1. La técnica se realiza aplicando previamente cemento sellador en las paredes del conducto radicular.
2. Se lleva el cono maestro a la longitud de trabajo.
3. Con el transportador de calor se realiza una leve presión de condensación vertical hasta llegar a 3-4 mm de la longitud de trabajo.
4. Se desactiva el calor de la punta del condensador para continuar la condensación vertical con la punta fría.
5. Se eleva la temperatura del monitor a 300°C y se activa la punta por un segundo para poder sacar la punta del condensador del conducto sin extraer la gutapercha que se había compactado. (La fase de remoción de la gutapercha en los segmentos medio y cervical es denominada downpack)
6. Una vez obturado el tercio apical, se procede a terminar la obturación con más aplicaciones de gutapercha en los tercios medio y cervical (llamada fase backfill), con sistemas de inyección,

Se debe considerar que, en conductos curvos, el ingreso de los instrumentos hasta la profundidad deseada es más difícil, siendo necesaria una mayor preparación de los segmentos cervical y medio pudiendo causar un debilitamiento de las paredes radiculares.

Complicaciones

Las complicaciones durante la terapia endodóntica tienen que ver principalmente por la falta de práctica/habilidad y/o una correcta evaluación diagnóstica.

En conductos radiculares curvos (como los vistos en la mayoría de los radix entomolaris) la probabilidad de tener accidentes aumenta considerablemente, dichas complicaciones pueden ser: la formación de escalones, transportación de radicular, zipping apical, o la separación de un instrumento. (54)

1. Perforación radicular o falsa vía.

Las perforaciones radiculares son una complicación indeseada del tratamiento endodóntico que provoca la pérdida de la integridad de la raíz y posterior destrucción del tejido periodontal adyacente.

▪ **Causas:**

- Conductos muy curvos mal instrumentados
- Limado excesivo.
- Uso de limas no flexibles
- Saltos en la secuencia de las limas.
- Uso agresivo de fresas intraconducto.

▪ **Signos y síntomas:**

- Sangrado abundante.
- Dolor.

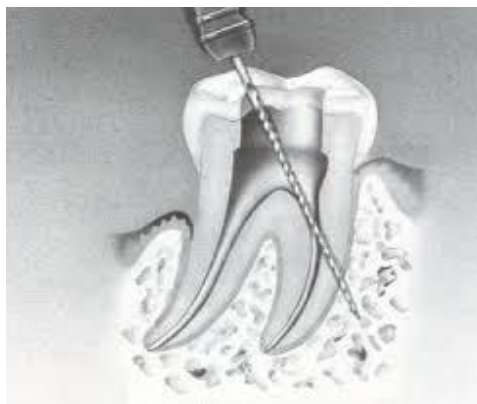


Ilustración 30 representación de perforación radicular. Tomada de : <https://tinyurl.com/y9cephq>

- Localizador "pita".

- **Prevención:**

- Manejo cuidadoso de fresas de Peeso, Endoflare, Gates-Glidden.
- Instrumentación cuidadosa siguiendo la secuencia de limas.
- Precurvar las limas
- Uso de sistemas más flexibles como Mtwo.

- **Tratamiento:**

- Cohibir hemorragia y sellar si es posible.
- Si es en el tercio coronario y turca: se puede usar MTA o Biodentin.
- Si es en el tercio apical la apicectomía puede ser viable
- Vestibular: Levantar colgajo + osteotomía + AP

2. Formación de escalones

La lima no avanza hasta la longitud de trabajo, pero en ocasiones si consigue pasar: se ha formado un escalón.

- **Causas:**

- Conductos curvos.
- Limado sin precurvar.
- Inserción de limas rectas con excesiva presión apical.
- Limas muy anchas en conductos curvos.

- **Prevención:**

- Radiografía previa para detectar curvaturas.
- Precurvar las limas.
- No hacer excesiva presión apical, no forzar.
- Seguir la secuencia sin saltar limas.
- Irrigación abundante.

- **Solución:**

- Recapitular con limas pequeñas precurvándolas.

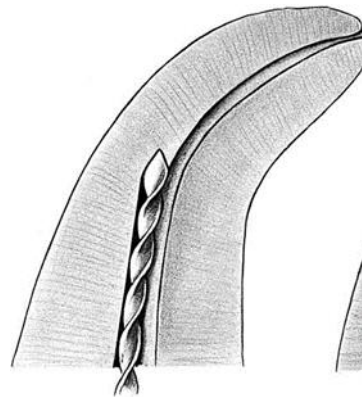


Ilustración 31 representación de formación de escalón en conducto radicular. Tomada de: <https://tinyurl.com/y9cepnhg>

3. Separación de instrumento.

▪ **Causas:**

- Exceso de fuerza de torsión.
- Fatiga del material: estrés.
- Precurvado exagerado.
- Exceso de torque o de velocidad.
- Rotación fija en curvatura.

▪ **Prevención:**

- Instrumentos nuevos.
- Desechar los instrumentos defectuosos o fatigados.
- Correcta técnica de utilización.
- Velocidad de rotación y torque adecuados.
- No saltar limas.
- Abundante irrigación.

▪ **Soluciones:**

a) Extracción del instrumento:

- Ensanchar con Gates hasta llegar a el instrumento, siempre y cuando no se desgaste en exceso las paredes del conducto.
- Usar abundante EDTA.
- Usar ultrasonido intentando hacer movimientos contrarios a los de trabajo de la lima , para así desatascar el instrumento.
- Apoyarse con limas Hedstrom.

b) No se puede extraer:

- Limado meticuloso hasta sobrepasarlo.
- Obturación con gutapercha termo plastificada.
- cirugía periapical.
- apicectomía en caso de ser multiarticular.



Ilustración 32 representación de separación de instrumento dentro del conducto radicular de diente 36. Tomada de:

<https://tinyurl.com/y9cepnhq>

- **Pronóstico:**

- a) Bueno:

- Cuando la separación es en el tercio coronal o coronal a la curvatura de la raíz.
 - En dientes vitales
 - En dientes jóvenes
 - En procesos que se usó todo el protocolo de desinfección.

- b) Malo:

- Si la separación fue en el tercio medio y apical; fragmentos cortos; lima trabada.
 - Pulpa necrótica.
 - Inicio del tratamiento.

4. Transporte o deformación de la porción apical del conducto (zipping).

La porción apical del conducto se ha enderezado y rectificado su curvatura, transportándose el ápice adoptando la forma de zip

- **Causas**

1. No utilizar limas precurvadas.
2. Rotación de limas en conductos curvos.
3. Uso de instrumentos muy grandes en conductos curvos.
4. No permeabilizar.



Ilustración 33 representación de zipping apical. Tomada de: <https://tinyurl.com/y9cepnhg>

6 Discusión

La presente tesina muestra la recopilación de información de la prevalencia de radix entomolaris en la población mundial, sus posibles complicaciones y el cómo evitarlas a base del uso de Cone-Beam como método de diagnóstico.

Carlos Bóveda (2) describe en su blog de forma muy gráfica las virtudes y flexibilidad del Cone-Beam, en la práctica odontológica. Concluyendo que el uso de esta herramienta resulta ser clave, en el diagnóstico, durante el tratamiento y en el buen pronóstico del mismo; también destaca baja cantidad de radiación requerida debido a que se puede controlar la parte que se quiere estudiar. La aceptación y uso de esta herramienta cada vez es mayor siendo común en todos los clínicos que ya tuvieron la oportunidad de trabajar con esta herramienta. **Sezer** (55) menciona que el uso de Cone-Beam ha permitido a los odontólogos de practica general y especialistas anticipar las variaciones anatómicas teniendo a la vista todas las estructuras internas del diente y evitando así la destrucción innecesaria de tejido.

Carlos Filloy (47) aunque en su estudio demuestra como si es posible predecir la morfología de las posibles variaciones mediante radiografías anguladas, concluye que el diagnóstico correcto permite un abordaje adecuado de estas variantes siendo crucial para el éxito del tratamiento, y que herramientas como la tomografía aumenta significativamente el éxito de cualquier tratamiento dental.

Tanto es el valor del Cone-Beam que **Taylor Cotton et al.** (48) en 2007 redacta el cómo gracias al uso del Cone-Beam solicitado por un periodoncista para colocar implantes, se pudo localizar “accidentalmente” un conducto no instrumentado en un molar adyacente “ya rehabilitado” que no tenía sintomatología, gracias a esto se pudo prevenir algún tipo de proceso infeccioso, realizando el retratamiento en tiempo y forma. Reafirmando la hipótesis de **Hosseini et al.** (56) et al. sobre la importancia del Cone-Beam para la visualización de variantes anatómicas.

Siendo el radix entomolaris el objeto de esta recopilación de información se ve que los porcentajes de esta variable es mayor en poblaciones descendientes de razas mongolas (chinas, japonesas, coreanas, esquimales, nativos americanos) teniendo en promedio un 25% de probabilidad de presentar algún tipo de radix, como lo mencionan en el estudio de **Xin Qiao et al.** (57) 2020 ó **Jorge Martins et al.** (58) 2018 con una prevalencia del 25.15% y 25.9% respectivamente, en la población coreana Kim muestra un 25.89%; y en la japonesa **Duman et al.** (35) con un 25.29%.

Por otro lado, a la prevalencia disminuye considerablemente en poblaciones en donde la descendencia mongola es mucho menor, siendo la india presenta una prevalencia del 3% según **Hosseini et al.** (56), Portugal un con 2.57% según **Jorge Martins et al.** (58) y en México 2.44% según **Cañizares et al.** (37); siendo la gran mayoría de la población gente caucásica.

Destacar también que la principal herramienta para hacer los estudios antes mencionados fue el uso de la tomografía Cone-Beam, por lo que es mucho más fácil el diagnóstico y tratamiento de esta variante anatómica. **Hosseini et al.** (56), menciona que dicho estudio evitara reducir el número de accidentes a la hora de abordarlos y que el uso de radiografías ya no es suficiente para proporcionar información sobre la curvatura que pudiera llegar a tener el conducto.

7 Conclusiones

Aunque el fracaso del tratamiento de conductos puede ser multifactorial, la falta de conocimiento de las variantes y la falta de responsabilidad para remitir con un especialista, influyen en el fracaso del tratamiento de conductos. La falta de instrumentación, la omisión de conductos no encontrados, la mala obturación, los múltiples accidentes transoperatorios como la separación de un instrumento, creación de escalones o perforaciones, son algunas de las complicaciones que pueden ser evitadas teniendo el conocimiento y buenas herramientas de diagnóstico.

Cada vez es más común atender pacientes de todo el mundo, por lo que el saber de la existencia de una variación como el radix entomolaris y cómo abordarla, es indispensable para cualquier cirujano dentista de práctica general, ya que esta forma sabremos si somos capaces de resolver la problemática.

El tema del costo de Cone Beam es importante en economías en vía de desarrollo como la mexicana, ya que, en la gran mayoría de casos en la práctica general, el paciente no tendrá contemplado dicho gasto. Sin embargo, el uso de Cone Beam aumenta exponencialmente la tasa de éxito de los tratamientos endodónticos, por lo que debería de ser considerada para todos aquellos casos en los cuales existan sospechas de la presencia de alguna variación anatómica, sin escatimar en el costo que conlleva obtenerla, ya que el beneficio final supera por mucho las posibles consecuencias que conlleva no usar esta herramienta.

8 Referencias

1. Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*. 2007; 40(12): p. 818-830.
2. BÓVEDA Cea. Tomografía Volumétrica Digital - TVD. [Online].; 2012. Acceso 04 de 02 de 2020. Disponible en: <https://www.carlosboveda.com/tvd.htm>.
3. Scarfe WC FALMGD. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. *Alpha Omegan*. 2010; 103(2): p. 62-67.
4. ESPAÑOLA RA. Diccionario de la lengua española. [Online].; 2020. Acceso 04 de 02 de 2020. Disponible en: <https://dle.rae.es>.
5. Sukovic P. American Association of Dental Maxillofacial Radiographic Technicians. [Online].; 2004. Acceso 04 de 02 de 2020. Disponible en: <http://www.aadmrt.com/article-1---2004.html>.
6. Wilma. Generaciones de Tomografía axial computarizada. [Online].; 2019. Acceso 24 de 02 de 2021. Disponible en: <https://tinyurl.com/y6v3qgv3>.
7. Finlayson A, Epifanio R. LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO. *UstaSalud*. 2008; 7(12): p. 125-131.
8. Swennena G, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005; 035(11): p. 410-416.
9. Cevidanes L, Styner M, Proffit W. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005; 12(008): p. 611-618.
10. Agency IAE. Conceptos de radiación y de dosis de radiación. [Online].; 2013. Acceso 24 de 02 de 2021. Disponible en: <https://tinyurl.com/ybnqy7b5>.
11. Cancio D. Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Madrid:, Sociedad Española de Protección Radiológica.

12. Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein. Jacobs, R., Salmon, B., Codari, M., Hassan, B., & Bornstein, M. M. (2018). Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. BMC Oral Health. 2018; 18(88).
13. Ortega J. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA COORDINADORES. Informa de proteccion civil. MEXICO: GOBIERNO DE MEXICO, CORDINIACION NACIONAL DE PROTECCION CIVIL DE MEXICO.
14. Martinez Z, Gallardo V, Cibrian RM, Gandia JL. Evaluacion de las dosis de radiación con los sistemas de tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia. revista española de ortodoncia. 2011; 41(1).
15. Najaim Y, Vasconcelos K, Roque G, Meneses A, Norberto F, Haiter F. Racionalización de la dosis de radiación. Rev Estomatol Herediana. 2015; 25(3).
16. Morant JJ. ESTUDIO DOSIMÉTRICO DE UN EQUIPO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA [tesis] Reus , editor. Madrid: UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI; 2015.
17. Janssens. Cone beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology. Radiation Protection Publication. 2012; 172(1).
18. Urzua R. Técnicas Radiográficas Dentales y maxilofaciales. 1st ed. Amolca , editor. colombia: amolca; 2005.
19. Whaites E. Fundamentos de radiologia dental. cuarta edicion ed. Londres: elsevier mansson; 2008.
20. Mass DH. [conferencia digital]; 2020. Acceso 15 de 03 de 2021. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xY2NIMbqGh4>.
21. Matherne RP,AC,KJC,&TD. Use of Cone-Beam Computed Tomography to Identify Root Canal Systems In Vitro. Journal of Endodontics. 2008; 1(34).
22. Pralhad A. Cone-beam computed tomography as advanced diagnostic aid in endodontic treatment of molars with multiple canals Two case reports. Department of Conservative Dentistry. 2017.

23. Leonardi Dutra K,HL,PAL,FMC,NS. Diagnostic Accuracy of Cone-beam Computed Tomography and Conventional Radiography on Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*. 2016; 42(3).
24. Suebnukarn S,RPyHP. SuebnuThe use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. *International Endodontic Journal*. 2012; 7(45).
25. Lima T,GT,ZA,&SA. Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Australian Dental Journal*. 2016; 4(61).
26. Zhang L,WT,CY,WC,TB,TX. In Vivo Detection of Subtle Vertical Root Fracture in Endodontically Treated Teeth by Cone-beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*. 2019.
27. Golberg S. endodoncia técnica y fundamentos. 2nd ed. Buenos aires : Medica panamericana; 2012.
28. Gnan C. Morfología de los dientes laterales del maxilar inferior. *Quintessenz Zahntech*. 2007; 32(2).
29. Briseño B, Aranda L. Morfología de la raiz y conductos radiculares. En Raul Garcia Aranda BB. *Endodoncia I Fundamentos y clínica*. ciudad de mexico: UNAM; 2016. p. 155 -198.
30. Fernandes M, Ataide I, Wagle R. C-shaped root canal configuration: A review of literature. *JOURNAL OF CONSERVATIVE DENTISTRY*. 2014; 17(4): p. 312-319.
31. Mendiola C. Condcuto medio-mesiales en primeros molares inferiores permanentes: reporte de tres casos clinicos. *JOE*. 2014; 5(2).
32. Carabelli. *Systematisches Handbuch DER Zahnheikunde*. 1844; 144.
33. Montesinos V. RAICES SUPERNUMERARIAS EN LOS PRIMEROS MOLARES PERMANENTES RADIX ENTOMOLARIS Y RADIX PARAMOLARIS. *ASOCIACIÓN DE ENDODONCISTAS DEL AZUAY*. 2017; 4(1).
34. Parolia A, Kundabala M, Thomas M, Mohan M, Joshi N. Three rooted, four canalled mandibular first molar (radix entomolaris). *Kathmandu University Medical Journal*. 2010; 3(7).

35. Duman S, Duman S, Bayrakdar I, Yasa Y, Gumussoy I. Evaluation of radix entomolaris in mandibular first and second molars. Japanese Society for Oral and Maxillofacial Radiology and Springer Nature Singapore. 2019; 01(1): p. 320-326.
36. De Pablo O, Estevez R, Peix M, Heiborn C, Cobenca N. Root Anatomy and Canal Configuration of the Permanent Mandibular First Molar: A Systematic. Journal of endodontics. 2010; 36(12): p. 1919-31.
37. Cañizares C, Vega A, Fayad S. Frecuencia de molares inferiores con radix. EV MEX PERIODONTOL. 2012; 3(2): p. 72-76.
38. Gomez E, Jimenez B. Raíz supernumeraria con dilaceración en un primer molar mandibular: reporte de un caso. Endodoncia actual. 2013; VIII(1): p. 4 -9.
39. CARLSEN, OLE , ALEXANDERSEN, VERNER. Radix entomolaris: identification and morphology. European Journal of Oral Sciences. 1990; 98(5).
40. De Moor RJG. The radix entomolaris in mandibular first molars: an endodontic challenge. International Endodontic Journal. 2004; 37(11): p. 789-799.
41. Song, Je Seon , Choi, Hyung-Jun , Jung, Il-Young , Jung, Han-Sung , Kim, Seong-Oh. The Prevalence and Morphologic Classification of Distolingual Roots in the Mandibular Molars in a Korean Population. Journal of Endodontics. 2010; 36(4): p. 653 - 7.
42. Gu, Yongchun , Lu, Qun , Wang, Hanguo , Ding, Yuefeng , Wang, Ping , Ni, Longxing. Root Canal Morphology of Permanent Three-rooted Mandibular First Molars—Part I: Pulp Floor and Root Canal System. Journal of Endodontics. 2010; 36(6): p. 990 - 4.
43. Zhang R, Wang, H. , Tian, Y.-Y. , Yu, X. , Hu, T. , Dummer, P. M. H. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. International Endodontic Journal. 2011; 44(11): p. 990 - 9.
44. Rodríguez L. Radix entomolaris dificultad y reto endodóntico. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. 2011; 8(1).

45. Gu , Lu Q, Wang H, Ding Y, Wang P, Ni L. Root canal morphology of permanent root-rotated mandibular first molars, part 1. pulp floor and root canal system. *Journal of endodontics*. 2010; 30(2).
46. Kenneth , Louis. COHEN VIAS de la PULPA. 11th ed.: Elsevier; 2016.
47. Filloy C. Radix Entomolaris. *Journal of endodontics*. 2015; 3(17): p. 49-54.
48. Cotton T, Geister T, Holden D, Schwartz S, Schindler W. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. American Association of Endodontics. 2007; 33(9).
49. Tinelli M, Ferreira G, Gomez N, Llanhyah K. Variantes étnicas de la topografía de los conductos radiculares. *Electronic Journal of Endodontics Rosario*. 2011; 02(10).
50. Pereira G. Importancia de las radiografías anguladas para el correcto diagnóstico de radix entomolaris. serie de casos clínicos. *odontologica científica*. 2018; 19(2).
51. Estrada M. Importancia de la magnificación en odontología conservadora: revisión bibliográfica. Universidad de Oviedo. 2017; 33(6).
52. Caviedes J. Manejo de conductos curvos y estrechos con instrumentos rotatorios Mtwo. *ENDODONCIA*. 2009; 27(2).
53. Flores A, Pastenes A. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. revisión crítica de la literatura. *KIRU*. 2018; 15(2).
54. Bhuvra , Ikram. Complications in Endodontics. *Primary Dental Journal*. 2020; 9(4).
55. Sezer D, Sekerci , Nur. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals. *European Journal of endodontics*. 2013; IV(18).
56. Hosseini S, Soleymani A, Noudi E, Bagheri T. Frequency of middle mesial canal and radix entomolaris in mandibular first molars by cone beam computed tomography in a selected Iranian population. Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Babol University of Medical. 2020; 9(9): p. 63-70.
57. Qiao , Zhu H, Yan Y, Li J. Prevalence of middle mesial canal and radix entomolaris of mandibular first permanent molars in a western Chinese

- population: an in vivo cone-beam computed tomographic study. *BMC Oral Health*. 2020; 20(224).
58. Martins J, Gu Y, Marques D, Francisco E. Differences on the Root and Root Canal Morphologies between Asian and White Ethnic Groups Analyzed by Cone-beam Computed Tomography. *American Association of Endodontists*. 2018; 7(44).
59. scheid RC. woelfel. *anatomia dental*. 8th ed.: wolters kluwer; 2012.
60. P. B. Frecuencia del canal MB2 en la raíz mesiovestibular del primer molar maxilar.. *Odontoestomatol*. 2013.
61. Tyndall D, DDS , MSPH. Cone-Beam CT Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment, and Endodontic Applications. *Dental Clinics of North America*. 2008; 4(52).
62. Calberson F, De Moor R, Deroose C. The Radix Entomolaris and Paramolaris: Clinical Approach in Endodontics. *JOE*. 2007; 33(1).