



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

USO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CON HAZ
CÓNICO UTILIZANDO CAMPO DE VISIÓN 5X5 EN
PROCEDIMIENTOS ENDODÓNTICOS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

IAN EDUARDO GARCÍA CERVANTES

TUTOR: CD. FRANCISCO JAVIER IBARRARÁN DÍAZ



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.

Índice

<i>Introducción</i>	1
<i>Objetivos</i>	4
General	4
Específico	4
<i>Capítulo I. Fundamentos de la Imagenología en Odontología y Endodoncia.</i>	5
1.1 Historia y Evolución de la Imagenología en Odontología.	5
1.2 Técnicas radiográficas dentales.	8
1.2.1. Técnica paralela.	8
1.2.2. Técnica de bisectriz o de ángulo biseccionado	9
1.2.3 Técnica de Aleta de Mordida	12
1.2.4 Técnica de Radiografía Oclusal	14
1.2.5 Radiografía Cefalométrica.	16
1.2.6 Radiografía Panorámica u Ortopantomografía.	18
1.3 Importancia de la Imagenología en Endodoncia.	20
1.3.1 Rol en la detección de patologías y planificación del tratamiento.	20
<i>Capítulo II. La Tomografía Computarizada de Haz Cónico</i>	22
2.1 Historia de la Tomografía Computarizada	22
2.2 Fundamentos y Evolución de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico	23
2.3 Campo de Visión (FOV)	25
2.3.1 Campo de Visión (FOV) 5x5 o pequeño	26
<i>Capítulo III. Aplicación de la Tomografía de Haz Cónico en Procedimientos endodónticos.</i>	27
3.1 Lesiones Periapicales	28
3.1.1 Aplicaciones clínicas en la detección de lesiones apicales	30
3.1.2 Impacto en la planificación del tratamiento	30

3.2 Reabsorciones radiculares.	31
3.2.1 Tipos de Reabsorciones Radiculares	31
3.2.2 Ventajas del CBCT en la Evaluación de Reabsorciones Radiculares	32
3.3 Fracturas radiculares	33
3.4 Visualización de la anatomía de los conductos pulpares	36
3.5 Importancia para la realización de cirugías	38
<i>IV. Consideraciones para el uso de CBCT</i>	39
4.1 Radiación	39
4.1.1 Dosis efectiva de radiación	40
4.1.2 Definición de un Milisievert	41
4.1.3 Aplicación de los mSv en Radiología Médica	41
4.2 Dosis máxima	42
4.2.1 Límites de Dosis para Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos	42
4.2.2 Límites de Dosis para el Público General	42
4.2.3 Límite de dosis para personas en formación y estudiantes	43
4.3 Ventajas y Limitaciones	44
4.3.1 Ventajas	44
4.3.2 Limitaciones	47
<i>Conclusiones</i>	51
<i>Bibliografía</i>	53
<i>Anexos</i>	57

Agradecimientos

A mi madre, Nancy, por siempre apoyarme en todos mis sueños, por siempre ser el soporte de mi vida, por ser mi primer paciente y confiar en mi, por enseñarme como realmente se debe comportar un adulto, por siempre mostrarme lo fuerte que es y siempre demostrarme que puedo dar más de mi. Sin ella, yo no hubiera llegado a estar en donde estoy ahorita. Todo se lo debo a ella, por ella soy el hombre que soy. Nunca podría pagarle ni terminar de agradecerle todo lo que ha hecho por mi. Te amo mamá.

A mi abuela, Isabel, por ser mi alma gemela desde que nací, por cuidar de mi, por alimentarme, por educarme tan bien, por ser mi mejor amiga, por ser uno de los grandes motores que impulsan mi vida, gracias por siempre procurarme con todo, gracias por ser la luz de mi vida. Te amo madre.

A mi abuelo, Macedonio, por mostrarme que tan grande quiero llegar a ser yo en esta vida, por enseñarme que no hay ningún pretexto para echarle ganas y que cada vez que yo sentía que no podía más, solo lo recordaba a él y recordaba su gran frase “si no lo vas a hacer bien, no lo hagas” y solo con eso podía seguir adelante, también quiero agradecerle por ser mi padre, porque no le competía a él y aún así me acogió como un hijo más. Gracias papá, te amo. Espero hacerte muy orgulloso.

A mi tío, Iván, que siempre me ha estado apoyando de toda la vida, gracias a él tengo unas grandes aspiraciones, gracias a él tengo todos los gustos que tengo ahorita, básicamente me formó mi personalidad. También quiero darle las gracias por enseñarme lo que es el trabajo y lo que significa ganarse las cosas. Gracias de igual forma por tratarme como un hijo, por aconsejarme en todo lo que he hecho y formarme como un gran hombre, gracias por ser otro padre para mi. Te amo.

A mi tío, Omar, porque siempre ha estado ahí para mí, ha fungido como un fiel compañero de vida, gracias por siempre creer en mí y darme los ánimos para seguir haciendo lo que estoy haciendo, por fungir como mi paciente en todos estos años de carrera. Quiero darle las gracias porque por él soy más grande y mejor, porque me gustaría tener muchos aspectos de su personalidad que admiro mucho. Por las buenas y las malas, él sabe que siempre estaré en todos sus momentos incondicionalmente, al igual que él para mí. Te amo.

A mi novia, Melissa, que me ha permitido vivir una vida con ella, por compartir tantos grandes momentos, por estar ahí desde el principio hasta el final. Gracias por estar en las buenas y en las malas, por ser mi compañera de vida fiel y amorosa como siempre ha sido. Por ser mi paciente, por ayudarme con trabajos, por dame siempre ánimos cuando ya no puedo más. Gracias por existir y ser como tú eres, viniste a mejorar mi vida y a volverla más alegre. Y gracias por volverme el hombre que soy ahorita. Te amo hoy y siempre.

A mi mejor amigo, Sergio, por acompañarme toda una vida, porque siempre hemos sido él y yo para todo, fuimos y seremos siempre el dúo dinámico de todo. Gracias por siempre estar en mi vida, sabe que siempre estaremos para apoyarnos y quiero que sepa que siempre ha sido un pilar muy grande en mi vida, sin él no hubiera pasado por muchas cosas, incluida la carrera. Te amo hermano.

A mis perritas, Moly y Bombón, porque sin ellas no tendría tan buen humor siempre, porque no me divertiría tanto, porque también han estado esperando mientras trabajo en las noches con frío y siempre me reciben con muchos besos. Las amo. Le mando un beso a *Merlot*, mi perrito que ya está en el cielo, te extraño mucho.

A todos mis amigos, que jamás olvidaré los momentos vividos, porque todo en la carrera fue más ameno gracias a ellos, nunca los olvidaré.

A mi tutor, el Dr. Ibararán, que gracias a él le pude agarrar un poco más de amor a la carrera y me encaminó a saber que es lo que quiero. Gracias.

A la Dra. Lazo, que desde que me dio clases en tercer año, hizo que me gustara la materia y me gustaba mucho ir a sus clases, de igual manera por tanto apoyo brindado en el seminario, además de que siempre la he reconocido como una gran doctora. Gracias.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que sin el gran apoyo que me ha brindado la universidad, jamás hubiera llegado a donde estoy, jamás hubiera conocido a todas estas excelentes personas que me ha tocado conocer en la carrera. Gracias por darme las herramientas para poder ejercer lo que gusta.

Muchas gracias a todos.

Introducción

La endodoncia, como especialidad odontológica, ha experimentado un notable avance en las últimas décadas, no solo por las técnicas de tratamiento, sino también en las herramientas diagnósticas disponibles. Uno de los mayores desafíos en esta área es obtener una visualización precisa de la anatomía radicular y periapical para asegurar un diagnóstico acertado y, por consecuencia, un tratamiento adecuado. En este contexto, las imágenes radiográficas tradicionales, como las radiografías periapicales, presentan limitaciones significativas debido a su naturaleza bidimensional, lo que puede generar errores en la interpretación de estructuras complejas o patologías localizadas en áreas de difícil acceso visual. Para superar estos desafíos, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, por sus siglas en inglés) se ha convertido en una herramienta crucial en la odontología moderna, especialmente en procedimientos endodónticos.

La CBCT proporciona una visualización tridimensional de la anatomía dental y periapical, permitiendo una evaluación más detallada y precisa en comparación con las radiografías tradicionales. Su capacidad para generar imágenes en diferentes planos y con mayor resolución facilita la identificación de patologías periapicales, reabsorciones, y lesiones periapicales, entre otras. Sin embargo, el campo de visión (FOV, por sus siglas en inglés) utilizado durante la toma de imágenes es un aspecto clave que puede influir directamente en la calidad de la información que podemos obtener. En los procedimientos endodónticos, donde se requiere una visualización altamente focalizada de una zona anatómica relativamente pequeña, como el área radicular y periapical, el uso de un FOV reducido, como el 5x5, ha demostrado

ser ventajoso, ya que permite obtener imágenes de alta resolución con menor exposición a radiación.

El campo de visión 5x5 en la CBCT es particularmente útil en el diagnóstico endodóntico debido a que su tamaño está diseñado específicamente para enfocarse en áreas pequeñas y específicas. A diferencia de los FOV más amplios, que se utilizan en otras especialidades odontológicas para obtener una visión general de múltiples dientes o estructuras maxilofaciales, el FOV 5x5 concentra la radiación en una región reducida, permitiendo una mayor definición de los detalles anatómicos y, al mismo tiempo, reduciendo la exposición innecesaria a zonas adyacentes. Esta característica es especialmente relevante en pacientes que requieren un diagnóstico preciso para patologías localizadas, donde cada detalle anatómico es fundamental para la planificación del tratamiento.

Diversos estudios han demostrado que el uso de la CBCT con un FOV de 5x5 ofrece una gran ventaja en el diagnóstico en el área de odontología pero sobretodo en la especialidad de Endodoncia ya que este tipo de tomografía es invaluable para la localización precisa de conductos adicionales o atípicos, que pueden no ser visibles con otras técnicas de imagen.

A pesar de los numerosos beneficios asociados con la CBCT, el uso de esta tecnología también plantea preocupaciones en torno a la exposición a la radiación, especialmente en los procedimientos repetidos. Sin embargo, el desarrollo de campos de visión más pequeños, como el 5x5, ha ayudado a mitigar este riesgo, ya que permite una radiación más focalizada y, por ende, una menor exposición global del paciente. De esta forma, el FOV reducido se convierte en una solución intermedia que balancea la necesidad de una imagen de alta calidad con la reducción del riesgo asociado a la radiación, haciéndolo ideal para procedimientos endodónticos donde la precisión diagnóstica es crítica.

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto del uso de la tomografía computarizada con haz cónico utilizando un campo de visión de 5x5 en procedimientos endodónticos, evaluando sus ventajas en términos de diagnóstico, planificación del tratamiento y pronóstico clínico. Se pretende proporcionar una revisión detallada de la literatura existente, así como discutir los beneficios y limitaciones de esta tecnología en comparación con otras modalidades diagnósticas, como las radiografías convencionales y los CBCT con FOV más amplios.

Objetivos

General

- Evaluar el impacto del uso de la tomografía computarizada con haz cónico (CBCT) con un campo de visión 5x5 en la precisión del diagnóstico, la planificación y la efectividad del tratamiento en procedimientos endodónticos, comparado con otras técnicas de imagen convencionales y CBCT con campos de visión más amplios.

Específico

- Analizar la eficacia diagnóstica del CBCT con FOV 5x5 en la detección de patologías radiculares y periapicales, tales como: reabsorciones y lesiones periapicales, en comparación con las radiografías periapicales tradicionales.
- Evaluar la capacidad del CBCT con FOV 5x5 para mejorar la identificación de conductos radiculares atípicos o complejos, que pueden no ser detectados con técnicas radiográficas convencionales.
- Comparar la influencia del CBCT con FOV 5x5 en la planificación del tratamiento endodóntico respecto a la precisión en la localización de estructuras anatómicas complejas y la toma de decisiones clínicas. (cirujías endodónticas , transplantes)
- Analizar las ventajas y las desventajas del uso de esta tecnología.

Capítulo I. Fundamentos de la Imagenología en Odontología y Endodoncia.

1.1 Historia y Evolución de la Imagenología en Odontología.

La radiografía dental tiene sus orígenes en el descubrimiento de los rayos X, realizado por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen el 8 de noviembre de 1895. Este hallazgo transformó de manera radical las herramientas de diagnóstico en los campos de la medicina y la odontología, marcando un antes y un después en ambas disciplinas. ¹

Antes de descubrir los rayos X, Roentgen realizó experimentos con la generación de rayos catódicos, que consisten en corrientes de electrones. Utilizó un tubo al vacío, una corriente eléctrica y pantallas recubiertas con un material fluorescente que brillaba intensamente al ser expuesto a la radiación. Durante sus investigaciones, observó lo siguiente sobre los rayos catódicos:

- Se manifestaban como corrientes de luz colorida que se desplazaban de un extremo del tubo al otro.
- No lograban traspasar las paredes del tubo.
- Provocaban un brillo en las pantallas fluorescentes cercanas. ¹

- Mientras realizaba experimentos en un laboratorio oscuro con un tubo al vacío, Roentgen percibió un tenue resplandor verde proveniente de una mesa cercana. Al investigar, descubrió que el brillo emanaba de unas pantallas situadas a varios pies de distancia del tubo. Observó que la separación entre el tubo y las pantallas era mucho mayor de lo que los rayos catódicos podían alcanzar. Intrigado, dedujo que algún tipo de rayo "desconocido" y de gran potencia debía estar emanando del tubo y provocando la fluorescencia en las pantallas. 1



Figura 1. Primera Radiografía. (Anexo 1)

Tras varias semanas de experimentos y numerosas pruebas, Roentgen logró realizar la primera radiografía de un cuerpo humano. Colocó la mano de su esposa sobre una placa fotográfica y la expuso a los rayos desconocidos durante 15 minutos. Al revelar la placa, se podía observar claramente el contorno de los huesos de su mano. Roentgen llamó a su hallazgo "rayos X", utilizando la letra "X" para destacar la naturaleza desconocida de estos rayos y sus propiedades. 1

De la misma manera en el año 1895, el Dr. Otto Walkhoff, un dentista alemán, realizó la primera radiografía dental en si mismo. Aunque esta técnica requería un tiempo de exposición de aproximadamente 25 minutos, marcó el inicio de una nueva era en la odontología. 2

Ese mismo año, el médico neoyorquino W. Morton realizó la primera radiografía dental en los Estados Unidos, utilizando un cráneo como modelo. 2

C. Edmund Kells, un odontólogo de Nueva Orleans, es reconocido por ser el primero en aplicar radiografías de manera práctica en odontología en 1896.

Kells realizó la primera radiografía dental en los Estados Unidos con una persona viva.

William H. Rollins, odontólogo de Boston, fue quien diseñó la primera unidad de radiografía dental. Por su parte, Frank Van Woert, odontólogo de Nueva York, introdujo el uso de películas radiográficas intraorales. Howard Riley Raper, profesor en Indiana, estableció el primer curso universitario de

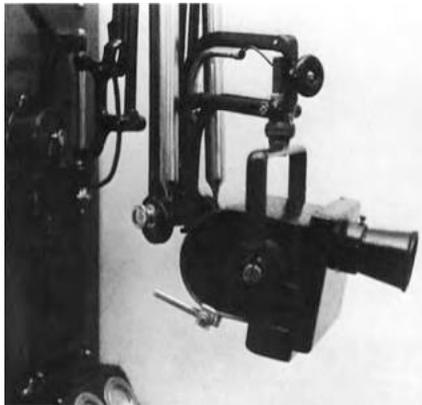


Figura 2. Tubo de Rayos X fabricado por Rayo-X Victor. (Anexo 2)

radiografía enfocado en estudiantes de odontología.¹

En los años siguientes, se introdujeron equipos de rayos X más avanzados, lo que permitió reducir considerablemente el tiempo de exposición. En 1913, William D. Coolidge desarrolló el tubo de rayos X de cátodo caliente, un avance que incrementó tanto la estabilidad como la seguridad del

procedimiento. Este progreso impulsó su aplicación en odontología, donde se comenzaron a emplear para el diagnóstico de caries y enfermedades periodontales.²

En 1923, se diseñó una versión compacta del tubo de rayos X que fue instalada dentro de la cabeza de una máquina y sumergida en aceite, marcando el inicio de las máquinas de rayos X dentales modernas. Este diseño fue desarrollado por la Corporación Rayo-X Victor de Chicago. Posteriormente, en 1933, General Electric introdujo una máquina mejorada con características avanzadas. Desde entonces, los cambios en las máquinas de rayos X dentales fueron mínimos hasta la llegada, en 1957, de una máquina con kilovoltaje variable. Más adelante, en 1966, se introdujo un cabezal de haz largo y ahuecado como parte de las innovaciones tecnológicas.¹

1.2 Técnicas radiográficas dentales.

1.2.1. Técnica paralela.

La técnica paralela es un método empleado para la exposición de receptores de imágenes periapicales y de aleta de mordida. Consiste en colocar la radiografía en paralelo con el plano medio del diente, asegurando que el haz incidente se dirija de manera perpendicular a ambos planos. 3

Principios de la Técnica Paralela:

- Posicionamiento del receptor de imagen: La película radiográfica o el sensor digital se colocan de forma paralela al eje longitudinal del diente que se desea radiografiar.
- Angulación del haz de rayos X: El rayo central del haz debe incidir de manera perpendicular tanto al diente como al receptor de imagen.

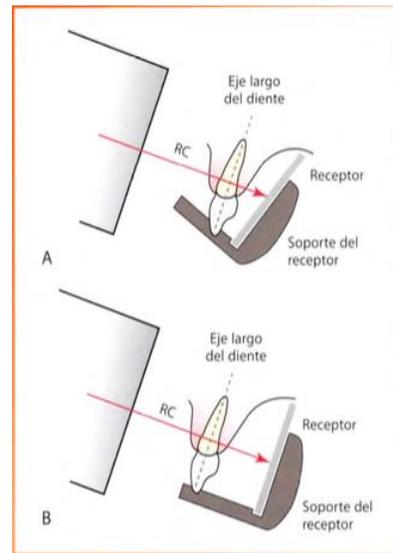


Figura 3. Técnica Paralela. (Anexo 3)

- Uso de dispositivos de posicionamiento: Para garantizar una alineación adecuada y mantener la distancia óptima entre el diente y el receptor, se utilizan dispositivos específicos como los sistemas Rinn XCP. Estos instrumentos estabilizan el receptor y aseguran la precisión y reproducibilidad de la técnica. 4

Ventajas de la Técnica Paralela:

- Reducción de la distorsión: Mantener el receptor en paralelo al diente y el haz de rayos X perpendicular a ambos minimiza la distorsión geométrica, logrando imágenes más precisas.

- Reproducibilidad: Los dispositivos de posicionamiento garantizan imágenes consistentes en diferentes sesiones, facilitando el seguimiento de tratamientos y la comparación de radiografías a lo largo del tiempo.
- Representación precisa de las estructuras anatómicas: Esta técnica proporciona una imagen más fiel de las relaciones espaciales entre los dientes y las estructuras circundantes, lo que es crucial para diagnósticos exactos. ⁴

Consideraciones y Limitaciones:



Figura 4. Uso de técnica paralela con colimador. (Anexo 4)

- Anatomía del paciente: Variaciones anatómicas como paladares poco profundos o torus mandibulares pueden dificultar la colocación paralela del receptor, requiriendo adaptaciones o incluso el uso de técnicas alternativas.
- Incomodidad del paciente: La colocación de dispositivos de posicionamiento y receptores puede resultar incómoda para algunos pacientes, especialmente aquellos con un reflejo nauseoso sensible. ⁴

1.2.2. Técnica de bisectriz o de ángulo biseccionado

La técnica de bisectriz, también conocida como técnica del ángulo biseccionado, es un método radiográfico intraoral utilizado en odontología para obtener imágenes periapicales de los dientes y las estructuras circundantes. Esta técnica se basa en principios geométricos que permiten minimizar la distorsión de la imagen cuando no es posible aplicar la técnica paralela. ⁵

Los principios de la técnica son:

1. El receptor de imagen se coloca lo más cerca posible del diente a estudiar, evitando doblarlo.
2. Se evalúa el ángulo entre los ejes longitudinales del diente y del receptor, trazando mentalmente su bisectriz.
3. La cabeza del tubo de rayos X se orienta perpendicularmente a la bisectriz, con el rayo central dirigido hacia el ápice del diente.
4. Aplicando el principio geométrico de triángulos similares, la longitud del diente en la imagen corresponde a su longitud real en la boca. ⁶

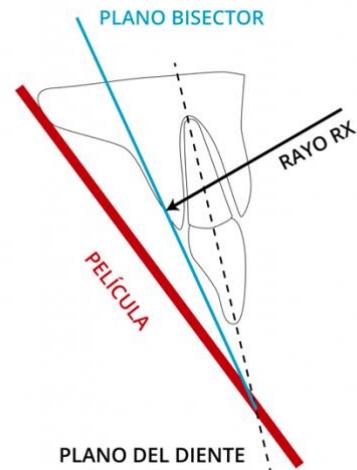


Figura 5. Técnica de Bisectriz. (Anexo 5)

La técnica del ángulo biseccionado puede realizarse empleando un soporte de receptor de imagen, como el Rinn Snap A-RAY de Dentsply®, para mantener el receptor en posición dentro de la boca del paciente. Alternativamente, se puede pedir al paciente que lo sostenga suavemente con los dedos índice o pulgar. Sin embargo, es recomendable que esta opción se utilice únicamente cuando no sea posible mantener el receptor en la posición adecuada de otra manera. ⁶

Ventajas de la técnica de bisectriz o de ángulo biseccionado:

- Ofrece una colocación relativamente cómoda para el paciente en todas las áreas de la boca.
- Permite una colocación rápida y sencilla del receptor de imagen.

- Si se logran las angulaciones correctas, la imagen del diente será de la misma longitud que el original, siendo útil (aunque no ideal) para la mayoría de los diagnósticos. ⁶

Desventajas de la técnica de bisectriz o de ángulo biseccionado:

- Las múltiples variables involucradas en la técnica pueden generar imágenes con alta distorsión.
- Una angulación vertical inadecuada del tubo puede producir acortamiento o elongación de la imagen.
- La representación de los niveles óseos periodontales es inexacta debido a la deformación de la imagen.



Figura 6. Colocación de receptor con pulgar o soporte. (Anexo 6)

- La sombra de los arcos cigomáticos suele superponerse a las raíces de los molares superiores.
- La determinación de los ángulos horizontal y vertical requiere observación personalizada para cada paciente, demandando un alto nivel de habilidad técnica.
- Puede aparecer un corte cónico si el rayo central no está bien alineado con el centro del receptor, especialmente con colimación rectangular.
- Una angulación horizontal incorrecta del tubo ocasiona superposición de coronas y raíces.
- Las coronas dentales suelen distorsionarse, dificultando la detección de caries interproximales.

- Las raíces bucales de premolares y molares superiores frecuentemente aparecen acortadas en las imágenes. ⁶

1.2.3 Técnica de Aleta de Mordida

El propósito de esta técnica es capturar en una sola radiografía las coronas, las zonas cervicales de los dientes superiores e inferiores, y las crestas alveolares, evitando distorsiones causadas por desplazamiento vertical. Se utiliza principalmente para detectar caries interproximales, especialmente las incipientes, y es



Figura 7. Radiografía tomada con técnica de aleta de mordida. (Anexo 7)

particularmente efectiva en dientes posteriores, donde el grosor vestibulolingual o vestibulopalatino es mayor. También se emplea para identificar caries oclusales dentinarias y recidivantes, evaluar el ajuste de obturaciones, analizar la anatomía de la cámara pulpar y sus posibles alteraciones, así como para examinar el tejido óseo marginal. Aunque generalmente se aplica en dientes posteriores, también puede usarse en dientes anteriores. Sin embargo, para los incisivos, debido a su menor grosor vestibulolingual o vestibulopalatino, la técnica periapical suele ser suficiente para evaluar adecuadamente las caras interproximales. ⁷

Principios básicos de la técnica de aleta de mordida:

1. El receptor de imagen se posiciona dentro de la boca de manera paralela a las coronas de los dientes superiores e inferiores.
2. El receptor se estabiliza cuando el paciente muerde la pestaña de la aleta de mordida o utiliza un dispositivo de alineación diseñado para la película de rayos X.

3. El rayo central del haz de rayos X se orienta a través de los puntos de contacto de los dientes, aplicando una angulación vertical de +10 grados. ¹

Ventajas de la Técnica de Aleta de Mordida:

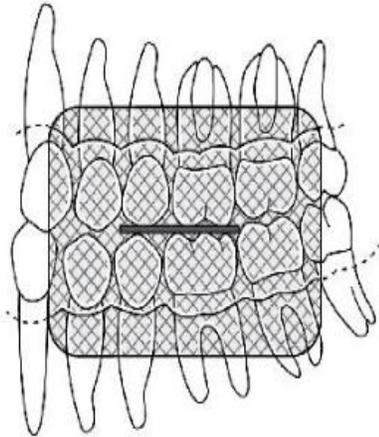


Figura 8. Aleta de mordida horizontal en adulto. (Anexo 8)

- Es una técnica simple y fácil de realizar.
 - El receptor de imagen permanece estable en su posición y no es desplazado por la lengua.
 - El posicionamiento de la cabeza del tubo de rayos X se guía por el dispositivo direccionador del haz, asegurando que el haz sea siempre perpendicular al receptor.
 - Minimiza el riesgo de corte cónico en la parte anterior del receptor de imagen.
- Los soportes utilizados pueden ser esterilizados en autoclave o desechados, según sea necesario. ⁶

Desventajas de la Técnica de Aleta de Mordida:

- La colocación del soporte y el receptor puede ser incómoda para algunos pacientes, especialmente al utilizar sensores digitales de estado sólido.
- Algunos soportes tienen un costo relativamente alto.
- Los soportes generalmente no están diseñados para su uso en niños. ⁶

1.2.4 Técnica de Radiografía Oclusal

Las radiografías oclusales son imágenes intraorales obtenidas con un equipo de rayos X dental, en las que el receptor de imagen (como un paquete de película o una placa fosforescente digital de 5,7 × 7,6 cm) se posiciona en el plano oclusal.⁶

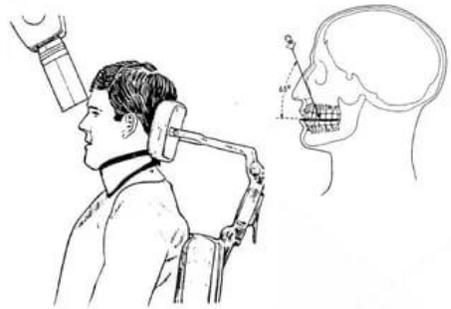


Figura 9. Técnica de Radiografía oclusal a 45°. (Anexo 9)

Colocada entre las arcadas superior e inferior, el haz de rayos puede dirigirse perpendicularmente (proyección ortoclusal) u oblicuamente (proyección disoclusal) hacia la cara radiosensible del receptor. Esta técnica permite obtener una imagen oclusal de las arcadas, mostrando tanto las dimensiones vestibulolinguales como las mesiodistales. La proyección oclusal es particularmente útil para localizar estructuras, ya que emplea la intersección de dos ejes perpendiculares para determinar con precisión la posición de un punto en el espacio.³

Principios básicos de la técnica oclusal:

1. Si se utiliza película radiográfica, se debe colocar con el lado blanco orientado hacia el arco dental que será expuesto.
2. El receptor de imagen se posiciona dentro de la boca, entre las superficies oclusales de los dientes superiores e inferiores.
3. El receptor se estabiliza cuando el paciente cierra suavemente la boca, mordiendo sobre la superficie del receptor.¹



Figura 10. Ejemplo de radiografía oclusal.
(Anexo 10)

Ventajas de la técnica oclusal:

- Permite visualizar estructuras dentales y óseas que no son captadas por radiografías periapicales o de aleta de mordida.
 - Proporciona una visión completa del maxilar o la mandíbula, siendo útil para localizar dientes impactados, quistes, fracturas, cuerpos extraños en la cavidad bucal y cálculos salivales en las glándulas submandibulares.
- Es especialmente valiosa para pacientes con trismus o dificultad para abrir la boca, facilitando el diagnóstico en estas circunstancias. ⁸

Desventajas de la técnica oclusal:

- Ofrece menos detalles en comparación con técnicas avanzadas como la tomografía computarizada, lo que la hace menos adecuada para estudios minuciosos o planificación de tratamientos complejos, como colocación de implantes o procedimientos endodónticos avanzados.
- La calidad de imagen puede ser insuficiente para diagnosticar enfermedades periodontales debido a la superposición de estructuras anatómicas, lo que limita su precisión en ciertos casos. ⁸

1.2.5 Radiografía Cefalométrica.

La radiografía cefalométrica es una técnica clave en odontología, especialmente en ortodoncia, ya que permite analizar con precisión las relaciones entre los dientes, los maxilares y el cráneo. Mediante vistas laterales y, en algunos casos, posteroanteriores, esta técnica facilita la evaluación de los patrones óseos y de tejidos blandos, siendo fundamental para la planificación y el seguimiento de tratamientos ortodónticos y ortognáticos.



Figura 11. Radiografía Cefalométrica. (Anexo 11)

Se emplea para diagnosticar y planificar intervenciones relacionadas con la posición de los maxilares y la alineación dental, además de evaluar los resultados de procedimientos quirúrgicos y ortodónticos.⁹

El paciente se posiciona en un cefalostato, un dispositivo que inmoviliza la cabeza para asegurar que las radiografías se realicen desde el mismo ángulo en cada sesión, permitiendo una evaluación comparativa precisa a lo largo del tratamiento. Esta técnica utiliza una proyección lateral que facilita el análisis de relaciones anatómicas clave, como la posición de los dientes, la mandíbula y los maxilares en relación con el cráneo.

Es especialmente útil para medir el crecimiento y desarrollo craneofacial, planificar movimientos dentales y evaluar los cambios tras tratamientos ortodónticos o quirúrgicos. Con la digitalización, la cefalometría ha avanzado hacia análisis automatizados, lo que reduce el tiempo de interpretación y aumenta la precisión al minimizar los errores humanos en la identificación de puntos anatómicos.¹⁰

Ventajas de la radiografía cefalométrica:



Figura 12. Posicionamiento de Radiografía Cefalométrica. (Anexo 12)

- Proporciona una evaluación precisa de las relaciones entre los dientes, la mandíbula y el cráneo, siendo esencial para el diagnóstico y la planificación de tratamientos ortodónticos y quirúrgicos.
- Es útil para monitorear el crecimiento y desarrollo craneofacial, además de evaluar los resultados de intervenciones clínicas.
- Las imágenes digitales reducen los errores de interpretación, mejoran la precisión y permiten un almacenamiento eficiente y análisis automatizados. ¹¹

Desventajas de la radiografía cefalométrica:

- La exposición a radiación, aunque baja, es una preocupación, especialmente en pacientes pediátricos.
- La superposición de estructuras anatómicas y la naturaleza bidimensional de las imágenes pueden limitar la precisión en algunos casos.
- Requiere un posicionamiento exacto del paciente; cualquier error en este aspecto puede afectar la reproducibilidad de las imágenes y dificultar su comparación en tratamientos a largo plazo. ¹¹

1.2.6 Radiografía Panorámica u Ortopantomografía.

La ortopantomografía, también conocida como radiografía panorámica dental, es una técnica radiológica que proporciona una imagen bidimensional de las estructuras orales y maxilofaciales, incluyendo dientes, maxilares, mandíbula y estructuras adyacentes. Esta imagen panorámica es fundamental en odontología para el diagnóstico, planificación y seguimiento de diversos tratamientos.⁵



Figura 13. Posicionamiento para la toma de una ortopantomografía. (Anexo 13)

La ortopantomografía utiliza un haz de rayos X colimado que se desplaza en un arco de aproximadamente 270 grados alrededor del paciente. Durante esta rotación, el haz de rayos X proyecta sucesivamente las diferentes secciones de la mandíbula y el maxilar sobre el detector de imagen. El paciente se coloca de manera que el plano sagital medio esté alineado con el centro de rotación, y la alineación del plano de Frankfurt (línea que va desde el borde superior del conducto auditivo externo hasta el borde inferior de la órbita) con el suelo es fundamental para evitar distorsiones en la imagen. Además, los pacientes deben mantener la lengua pegada al paladar para evitar áreas radiolúcidas que interfieran en la visualización.¹²

La radiografía panorámica es una herramienta recomendada para evaluaciones iniciales, como la detección de anomalías dentales y maxilofaciales, la planificación de extracciones complejas y la identificación de patologías óseas. Sin embargo, debido a sus limitaciones en precisión, debe complementarse con otras técnicas de imagen cuando se requieren diagnósticos más detallados.

Para garantizar la calidad de las imágenes, es fundamental que los odontólogos sigan un protocolo riguroso de posicionamiento, supervisando en

tiempo real la alineación del paciente mediante guías de luz y puntos de referencia anatómicos. ¹²

Ventajas de la Ortopantomografía:

- Es una opción de bajo costo en comparación con otros métodos de imagen más avanzados.

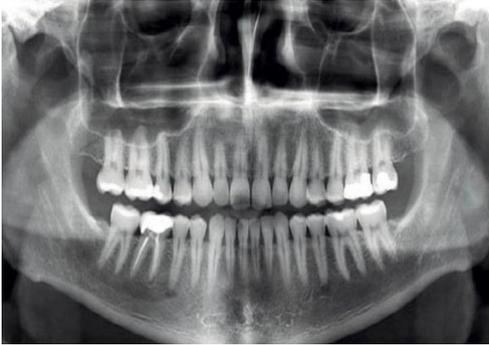


Figura 14. Ortopantomografía. (Anexo 14)

- Ofrece una exposición reducida a la radiación en relación con técnicas como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).
- Proporciona una vista general de ambas arcadas dentales y los huesos maxilares, ideal para una evaluación amplia.
- Es especialmente útil para identificar dientes retenidos, evaluar fracturas mandibulares y planificar tratamientos ortodónticos y quirúrgicos.
- Su simplicidad la hace bien tolerada por la mayoría de los pacientes, incluidos aquellos con dificultades para abrir la boca o para posicionarse adecuadamente. ¹²

Desventajas de la Ortopantomografía:

- Su imagen bidimensional implica la superposición de estructuras anatómicas, dificultando el análisis de detalles específicos.
- La distorsión geométrica y la magnificación diferencial pueden comprometer la precisión de las mediciones, especialmente en áreas alejadas del plano focal.
- La calidad de la imagen depende significativamente de la correcta alineación del paciente; errores en el posicionamiento pueden generar

artefactos, como distorsión de estructuras óseas o superposición de la columna cervical en la región anterior. ¹²

1.3 Importancia de la Imagenología en Endodoncia.

1.3.1 Rol en la detección de patologías y planificación del tratamiento.

La información diagnóstica obtenida a través de radiografías beneficia al paciente al revelar alteraciones que podrían requerir tratamiento y que, hasta entonces, podrían haber pasado desapercibidas.

La decisión de realizar exámenes radiológicos se basa en diversos criterios, entre los que se incluyen:

1. Prevalencia de las enfermedades detectables mediante radiografías en la cavidad oral.
2. Habilidad del médico para identificar estas enfermedades tanto clínica como radiológicamente.
3. Impacto de no detectar y tratar estas enfermedades a tiempo. ³

Las radiografías desempeñan un papel fundamental en odontología, tanto para el diagnóstico como para la planificación de tratamientos.

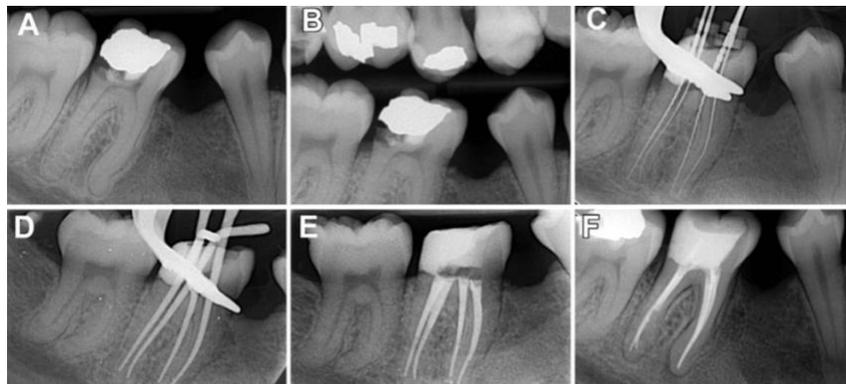


Figura 15. Radiografías en Endodoncia. (Anexo 15)

Estas técnicas proporcionan una visualización detallada y completa de las estructuras dentales y óseas, siendo esenciales para identificar patologías que no pueden detectarse mediante un examen clínico. Su capacidad para revelar caries interproximales, enfermedades periodontales y lesiones inflamatorias en la región periapical las convierte en herramientas diagnósticas indispensables en la práctica dental.¹³

La radiología es una herramienta clave en la planificación de procedimientos dentales y maxilofaciales, como extracciones quirúrgicas, implantología y ortodoncia. Las imágenes obtenidas facilitan la evaluación precisa de la posición de las estructuras anatómicas y la identificación de posibles complicaciones, permitiendo al profesional tomar decisiones fundamentadas y ofrecer un pronóstico más confiable para el paciente.¹³

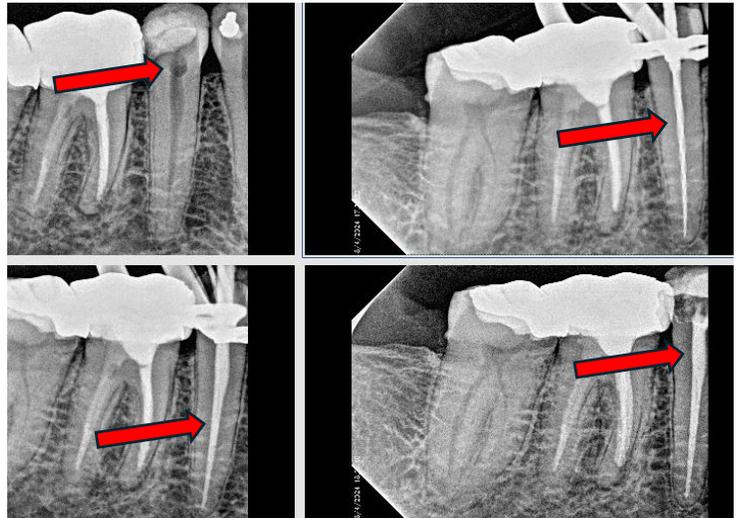


Figura 16. Proceso de tratamiento de conductos. (Anexo 16)

La radiología en odontología trasciende su función como apoyo diagnóstico, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la gestión y planificación integral de la salud bucal. Proporciona una base visual que orienta a los profesionales en la toma de decisiones clínicas de manera fundamentada y segura.¹³

De la misma manera la imagenología desempeña un papel fundamental en la endodoncia, ya que facilita el diagnóstico preciso de patologías pulpares y periapicales, la planificación de tratamientos y la evaluación de resultados. Las técnicas de imagen, como las radiografías periapicales y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), permiten visualizar la anatomía dental

y las estructuras circundantes, identificando anomalías como conductos radiculares adicionales, fracturas y lesiones periapicales. La CBCT, en particular, ofrece imágenes tridimensionales detalladas que superan las limitaciones de las radiografías bidimensionales, mejorando la precisión diagnóstica y la planificación terapéutica en procedimientos endodónticos. ¹⁴

Capítulo II. La Tomografía Computarizada de Haz Cónico

2.1 Historia de la Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada (TC), al momento de su introducción clínica en 1971, se presentó como una técnica de rayos X diseñada específicamente para obtener imágenes axiales del cerebro, enfocándose principalmente en el ámbito de la neurorradiología. ¹⁵

La tomografía computarizada (TC) fue desarrollada por Sir Godfrey Hounsfield. Desde su creación, esta tecnología ha avanzado rápidamente a través de seis generaciones de desarrollo. El escáner de primera generación, utilizado por Hounsfield y los primeros modelos comerciales introducidos en 1972, empleaba un único detector para capturar el haz de rayos X, midiendo la integral de los coeficientes de atenuación lineal a lo largo de una línea.

El proceso consistía en desplazar horizontalmente el detector para adquirir las integrales de las siguientes líneas. Una vez completadas las mediciones para una posición del haz, el detector y la fuente giraban un grado, en un sistema conocido como escaneo de traslación-rotación. Este diseño marcó el inicio de la tomografía computarizada, estableciendo los fundamentos para generaciones posteriores de escáneres. ¹⁶

La tomografía computarizada (TC), también conocida como tomografía asistida por computadora (TAC), es una técnica de imagen que combina rayos

X con cálculos computacionales y matemáticos para generar imágenes detalladas del área escaneada.

En el proceso, los rayos X son producidos en un tubo de vacío que contiene un cátodo, un ánodo y un material objetivo. Una alta tensión acelera los electrones desde el cátodo hacia el ánodo. Este mecanismo es similar al funcionamiento de un foco, con la diferencia de que incluye un material objetivo que genera los rayos X y los dirige perpendicularmente al tubo.

Cuando los electrones interactúan con el material objetivo, se generan fotones, pequeños paquetes de energía con valores entre 50 y 120 kilovoltios, típicos de los fotones de rayos X.

Al atravesar el cuerpo humano, los fotones interactúan de manera diferente según la densidad de los tejidos.

El hueso, al ser un tejido denso, absorbe los rayos X más eficazmente, produciendo áreas claras en la imagen. Por el contrario, los tejidos menos densos, como los pulmones, absorben menos radiación, resultando en áreas más oscuras en la imagen obtenida. Este contraste es esencial para identificar y analizar diferentes estructuras y tejidos dentro del cuerpo.¹⁷

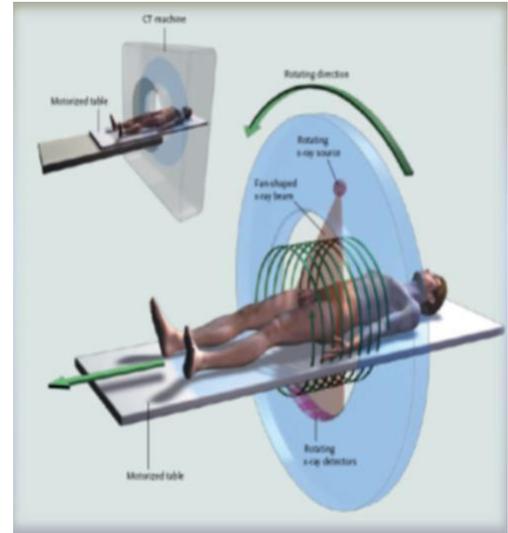


Figura 17. Tomografía Computarizada. (Anexo 17)

2.2 Fundamentos y Evolución de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, por sus siglas en inglés, *Cone Beam Computed Tomography*, para fines prácticos usaremos estas siglas en este documento) también conocida como tomografía digital volumétrica, fue desarrollada a finales de los años 90 con el propósito de

generar imágenes tridimensionales del esqueleto maxilofacial utilizando una dosis de radiación menor en comparación con la tomografía computarizada convencional. Este avance revolucionó la obtención de imágenes del complejo craneofacial, ofreciendo una alternativa a las técnicas convencionales intraorales y panorámicas, al eliminar problemas como la superposición de estructuras y la distorsión de las imágenes.

En odontología, la CBCT fue introducida en los Estados Unidos en el año 2000 y su adopción ha crecido de manera constante desde entonces. Para 2005, ya se habían instalado aproximadamente 50 máquinas, marcando una tendencia en alza en su uso clínico.¹⁶

Aunque la tecnología CBCT se utiliza principalmente en áreas como implantología, cirugía oral y maxilofacial, y ortodoncia, también ofrece ventajas significativas en el diagnóstico y manejo clínico de alteraciones dentales



Figura 18. Máquina para realizar un CBCT. (Anexo 18).

comunes en otras especialidades, como la endodoncia, la periodoncia y la cirugía bucal. Su capacidad para proporcionar imágenes tridimensionales detalladas amplía su utilidad en diversos campos odontológicos.¹⁸

El CBCT se diferencia de la tomografía computarizada convencional en que obtiene el volumen tridimensional de datos en un solo barrido del escáner. Este proceso utiliza una relación sencilla y directa entre un sensor 2D y una fuente de radiación que giran de manera sincronizada alrededor de la cabeza del

paciente. Según el tipo de escáner empleado, la fuente de rayos X y el detector realizan una rotación de entre 180 y 360 grados alrededor de la cabeza, capturando la información necesaria para generar imágenes tridimensionales.

2.3 Campo de Visión (FOV)

La tomografía computarizada de haz cónico ha sido desarrollada en los últimos años específicamente para su aplicación en las áreas dental y maxilofacial, consolidándose progresivamente como la modalidad de imagen preferida en diversas situaciones clínicas. También conocida como tomografía volumétrica digital o imagen volumétrica de haz cónico, se caracteriza por el tamaño del volumen o campo de visión (FOV, *field of view*) explorado. Por esta razón, las imágenes obtenidas mediante CBCT suelen describirse en función de su FOV, que puede variar dependiendo de la región del esqueleto maxilofacial que se examine. ⁶

Tamaño del Campo de Visión (FOV):

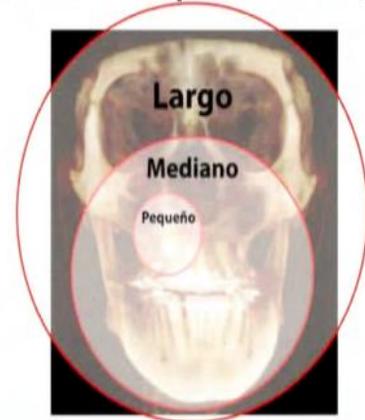


Figura 19. Campo de Visión (FOV). (Anexo 19)

Los campos de visión (FOV) en la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se clasifican generalmente en tres categorías:

- FOV pequeño: Cubre áreas localizadas, como uno o pocos dientes. Es ideal para diagnósticos específicos en endodoncia o implantología, donde se requiere alta resolución en una zona reducida.
- FOV mediano: Incluye una o ambas arcadas dentales. Es comúnmente utilizado en ortodoncia y periodoncia para evaluar la relación entre los dientes y las estructuras óseas circundantes.
- FOV grande: Abarca estructuras craneofaciales completas, siendo útil en cirugía maxilofacial y en casos que requieren una visión integral de las estructuras anatómicas.

La elección del FOV adecuado es fundamental, ya que afecta tanto la dosis de radiación recibida por el paciente como la calidad de la imagen obtenida. Un FOV más pequeño suele proporcionar una resolución espacial superior y menor exposición a la radiación. Por otro lado, un FOV más grande permite evaluar áreas más amplias, pero a costa de una resolución menor y una mayor dosis de radiación. ¹⁹

2.3.1 Campo de Visión (FOV) 5x5 o pequeño

Un campo de visión (FOV) de 5x5 cm se clasifica como pequeño y se le dice así ya que utiliza un área de 5 cm x 5 cm de alguna parte de la boca que se quiere estudiar. Se utiliza principalmente para evaluar áreas específicas, como uno o dos dientes y sus estructuras anatómicas circundantes. ³⁰

Ventajas del FOV de 5x5 cm

- Reducción de la Exposición a la Radiación: Limitar el área escaneada disminuye significativamente la dosis de radiación recibida por el paciente, cumpliendo con el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable).
- Mejora de la Resolución de la Imagen: Un FOV más pequeño permite obtener una mayor resolución espacial, lo que es crucial para detectar detalles anatómicos finos, como fracturas radiculares, reabsorciones dentales o anomalías estructurales.
- Aplicaciones Clínicas Específicas: Este tamaño es ideal para procedimientos que requieren una evaluación precisa de una región limitada, como: detección de reabsorciones radiculares, fracturas principalmente verticales en dientes, alguna lesión periapical, etc. ³⁰

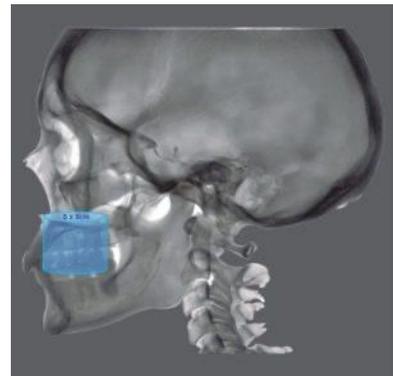


Figura 20. Área de exposición de FOV 5x5. (Anexo 20)

La elección de un FOV de 5x5 cm en CBCT permite obtener imágenes de alta calidad de áreas anatómicas específicas mientras se minimiza la exposición a la radiación. Esto está en línea con las recomendaciones actuales para el uso responsable de la radiología en odontología, asegurando un equilibrio entre la obtención de la información diagnóstica necesaria y la seguridad del paciente.

30

Capítulo III. Aplicación de la Tomografía de Haz Cónico en Procedimientos endodónticos.

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha revolucionado la práctica endodóntica al proporcionar imágenes tridimensionales detalladas de las estructuras dentales y periapicales. Su aplicación en procedimientos endodónticos es amplia y ofrece múltiples beneficios.¹⁴

Aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos habituales de endodoncia, el CBCT aporta una visión axial, coronal y sagital que con la Rx convencional no se obtiene.¹⁸

Al igual que en la proyección de imágenes bidimensionales, la información en bruto obtenida en un CBCT es tridimensional y pasa por un proceso de reconstrucción que genera un "apilado" de imágenes axiales conocido como imágenes DICOM. Estas imágenes se importan a un software especializado que permite al odontólogo visualizar el campo en tres dimensiones. Una vez integradas en el software, los datos se pueden analizar en los tres planos previamente mencionados, proporcionando una visión completa y detallada de las estructuras anatómicas.

- **Plano axial:** Es un plano horizontal que divide el cuerpo en las partes superior e inferior.

- **Plano coronal:** Es un plano vertical perpendicular al suelo que separa el cuerpo en las secciones anterior y posterior.
- **Plano sagital:** También es un plano vertical, pero divide el cuerpo en los lados derecho e izquierdo.

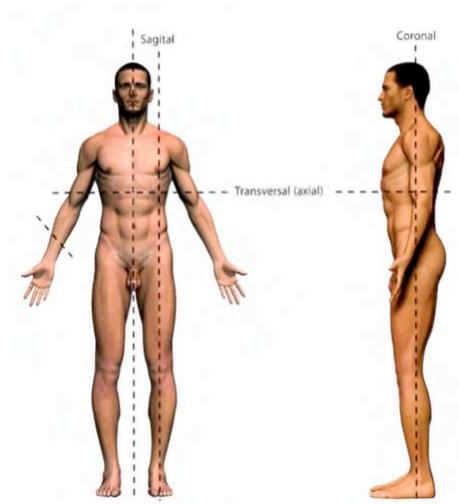


Figura 21. Planos axial, coronal, sagital. (Anexo 21).

Cuando se combinan las imágenes obtenidas en los planos axial, coronal y sagital, se generan imágenes multiplanares reconstruidas (RMP), que ofrecen una representación tridimensional detallada de las estructuras anatómicas. Estas reconstrucciones volumétricas permiten mediciones precisas con una relación de 1:1, proporcionando datos exactos sobre las dimensiones del paciente.

Una ventaja importante del formato DICOM es que las imágenes pueden compartirse fácilmente entre odontólogos, centros de diagnóstico por imagen y otros profesionales, lo que facilita la colaboración interdisciplinaria. Además, la capacidad de reducir o eliminar la superposición de estructuras circundantes hace que esta técnica sea especialmente útil en aplicaciones endodónticas. ¹

3.1 Lesiones Periapicales

La CBCT ha revolucionado la endodoncia, especialmente en el diagnóstico y manejo de lesiones apicales, que son generalmente causadas por infecciones del sistema de conductos radiculares. Estas lesiones a menudo pasan desapercibidas en radiografías convencionales debido a la superposición de estructuras anatómicas y las limitaciones de las imágenes bidimensionales.

Se puede lograr una detección temprana y precisa ya que permite identificar lesiones apicales pequeñas que no son visibles en radiografías periapicales o panorámicas, particularmente en dientes con raíces complejas o en zonas donde las estructuras anatómicas (como el seno maxilar o la cortical ósea gruesa) pueden ocultar las lesiones.

Como se trata de una imagen tridimensional aporta una representación en 3D que muestra la extensión real de la lesión, su relación con las estructuras circundantes y su localización exacta, lo que mejora la planificación del tratamiento y la comunicación con el paciente.



Figura 22. Con flechas blancas se indica una lesión hipodensa compatible con una lesión apical crónica en el diente 23. (Anexo 22)

Se le puede dar una mejor evaluación en tratamientos previos ya que en dientes tratados endodónticamente, la CBCT puede detectar lesiones persistentes que no aparecen en radiografías convencionales, facilitando la planificación de retratamientos o cirugías apicales.²⁰

3.1.1 Aplicaciones clínicas en la detección de lesiones apicales

- Periodontitis apical asintomática: Muchas lesiones periapicales son asintomáticas y solo se descubren mediante estudios radiográficos. El CBCT es valioso para detectarlas en etapas tempranas.
- Diagnóstico diferencial: Facilita la distinción entre lesiones inflamatorias (infecciones) y no inflamatorias (como quistes o tumores), crucial para determinar el tratamiento adecuado.
- Evaluación de reabsorciones radicales: Identifica reabsorciones externas e internas relacionadas con lesiones apicales, permitiendo una planificación más precisa del tratamiento. ²¹

3.1.2 Impacto en la planificación del tratamiento

El CBCT no solo mejora el diagnóstico, sino que también guía el tratamiento endodóntico al proporcionar información detallada sobre:

- ⇒ La forma, tamaño y extensión de la lesión apical.
- ⇒ La relación de la lesión con estructuras anatómicas críticas, como el nervio alveolar inferior o el seno maxilar.
- ⇒ La necesidad de intervenciones quirúrgicas, como apicectomías o reimplantes intencionales. ²¹

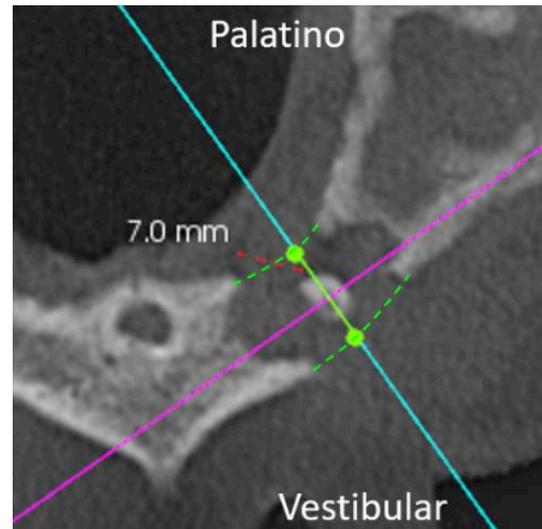


Figura 23. Reconstrucción de tomografía computarizada de haz cónico que evidencia la medición de la profundidad de la lesión en el diente 23. (Anexo 23)

Patel (2012) encontró que el CBCT identificaba lesiones apicales en un 48% de los casos evaluados, mientras que las radiografías periapicales detectaron solo el 20%. Esto destaca la mayor sensibilidad del CBCT en la evaluación de periodontitis apical. ¹⁴

3.2 Reabsorciones radiculares.

Las reabsorciones radiculares, tanto internas como externas, representan un desafío significativo en el diagnóstico y manejo clínico. El CBCT ha demostrado ser una herramienta esencial en la evaluación de estas condiciones debido a su capacidad para proporcionar imágenes tridimensionales de alta resolución. ¹⁴

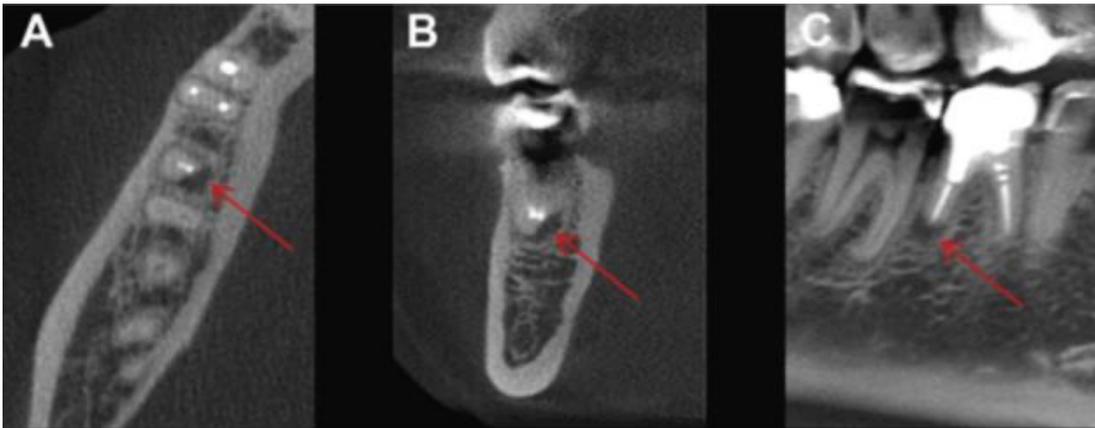


Figura 24. Vista axial (A), coronal (B) y sagital (C) del CBCT del diente 46 donde se observa el proceso de reabsorción radicular (Anexo 24)

3.2.1 Tipos de Reabsorciones Radiculares

1. Reabsorción Radicular Interna:

- Ocurre dentro del conducto radicular, generalmente asociada a inflamación pulpar crónica o trauma.
- La CBCT permite visualizar con precisión la extensión y localización de la lesión, facilitando el diagnóstico diferencial y la planificación del tratamiento. ²²

2. Reabsorción Radicular Externa:

- Afecta la superficie externa de la raíz, causada por factores como trauma, fuerzas ortodónticas excesivas o infecciones.

- La CBCT es esencial para determinar la extensión de la reabsorción y su relación con estructuras anatómicas cercanas.

22

3.2.2 Ventajas del CBCT en la Evaluación de Reabsorciones Radiculares

- ⇒ Detección Temprana: Identifica lesiones en etapas iniciales que no serían visibles en radiografías periapicales.
- ⇒ Evaluación Precisa de la Extensión de la Lesión: Proporciona detalles sobre la profundidad y el tamaño de la reabsorción, crucial para establecer el pronóstico y planificar el tratamiento.
- ⇒ Planificación Quirúrgica: Facilita el mapeo de la relación entre la lesión y estructuras anatómicas críticas, reduciendo riesgos en procedimientos quirúrgicos.²²

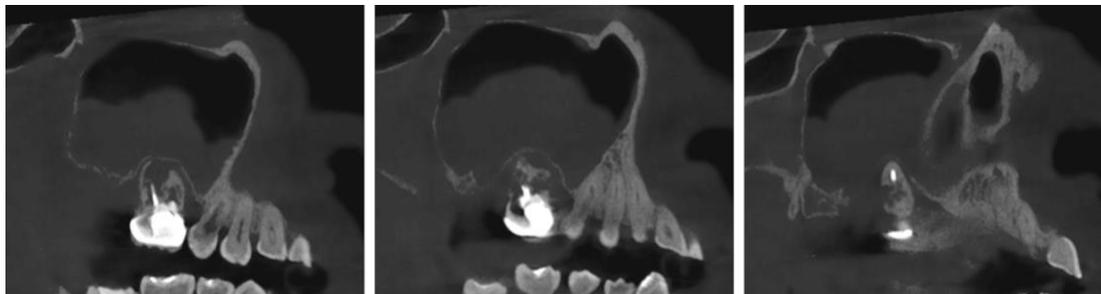


Figura 25. Reabsorción radicular interna en segundo molar superior. (Anexo 25)

Kamburoglu comparó en uno de sus trabajos en 2011, la precisión del CBCT con otras modalidades de imagen y concluyó que el CBCT es el estándar de oro para la evaluación de reabsorciones radiculares.¹⁴

Patel (2016) concluyó que las radiografías periapicales presentan limitaciones significativas para detectar con precisión el tamaño, la extensión circunferencial y la ubicación de las lesiones de reabsorción cervical externa en comparación con la tomografía computarizada de haz cónico. La

información adicional proporcionada por el CBCT ha permitido desarrollar una clasificación tridimensional para describir la reabsorción. ¹⁴

El objetivo de esta clasificación es garantizar un diagnóstico más preciso y mejorar la comunicación entre los clínicos sobre las características de esta. Además, facilita una evaluación objetiva de los resultados del tratamiento y apoya la toma de decisiones clínicas. En última instancia, esta clasificación permite relacionar los resultados del tratamiento y los factores pronósticos con la naturaleza tridimensional de las lesiones de reabsorción, optimizando la planificación y el manejo clínico. ¹⁴

3.3 Fracturas radiculares

La identificación precisa de fracturas radiculares, especialmente las fracturas radiculares verticales, representa un desafío clínico considerable. Las radiografías convencionales son limitadas debido a la superposición de estructuras anatómicas y la naturaleza bidimensional de las imágenes. Por el contrario, el CBCT aborda estas limitaciones al ofrecer imágenes tridimensionales, mejorando significativamente la sensibilidad y especificidad para la detección de fracturas radiculares. ²³

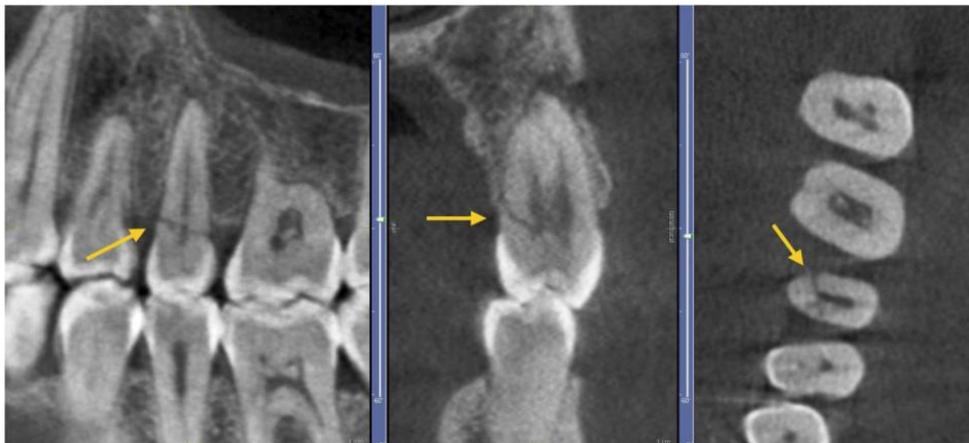


Figura 26. Fractura radicular en segundo premolar superior izquierdo. (Anexo 26)

En el estudio de Kamburoglu, que investigó la detección de fracturas radiculares horizontales inducidas experimentalmente, el CBCT mostró una sensibilidad significativamente mayor y una mejor concordancia interobservador en comparación con las radiografías periapicales convencionales, aunque ambas técnicas presentaron una especificidad similar.

En el caso de fracturas radiculares verticales inducidas experimentalmente, el CBCT demostró una sensibilidad más del doble que las radiografías periapicales (79.4% frente a 37.1%), con una especificidad ligeramente inferior (92.5% frente a 95%), influenciada por la presencia de materiales de relleno en los conductos radiculares. Esto resalta la eficacia del CBCT en la detección de fracturas radiculares, especialmente en escenarios donde las técnicas convencionales presentan limitaciones. ¹⁸

Es fundamental destacar la necesidad de un diagnóstico diferencial cuidadoso para evitar confundir otras patologías con fracturas radiculares. Entre los principales factores que pueden simular fracturas se encuentran:

- Líneas de fractura falsas: Los artefactos generados por el endurecimiento del haz, especialmente en dientes tratados con materiales radiopacos, pueden producir imágenes que aparentan ser fracturas.
- Reabsorciones radiculares externas: Estas lesiones hipodensas pueden asemejarse a fracturas. El CBCT es una herramienta clave para diferenciarlas, ya que permite analizar en detalle la extensión y la morfología del defecto.

- Fisuras radiculares: Son grietas que no llegan a convertirse en fracturas completas. Su detección temprana es crucial para evitar su progresión a fracturas mayores.

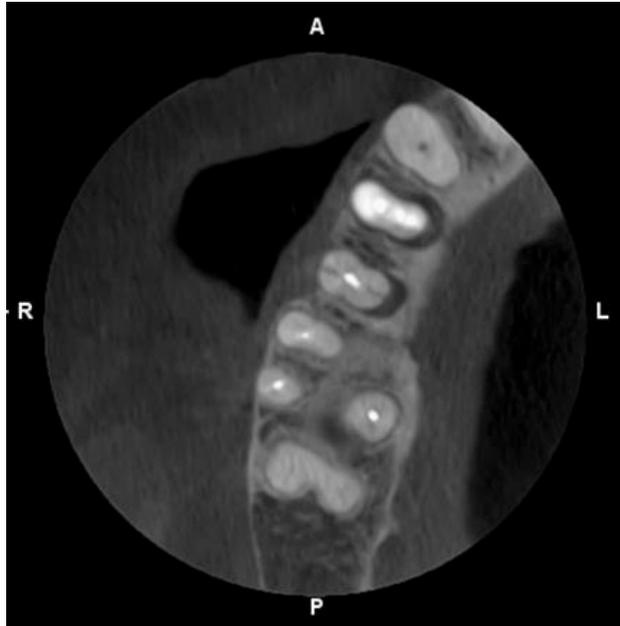


Figura 27. Fractura vertical vista en un corte axial. (Anexo 27)

- Defectos óseos no relacionados: Condiciones como quistes, abscesos o lesiones periapicales inflamatorias pueden generar imágenes similares a fracturas radiculares, lo que requiere una interpretación precisa para diferenciarlas. ²³

La mayoría de las lesiones traumáticas maxilofaciales involucran exclusivamente la dentición (50%) o la dentición junto con el tejido blando adyacente (36%), mientras que solo el 13.6% afecta a los alvéolos. Sin embargo, las radiografías intraorales tienen una sensibilidad limitada para detectar desplazamientos mínimos de dientes, fracturas alveolares o radiculares. ²⁴

El CBCT ofrece ventajas significativas en este contexto, ya que es más cómodo para los pacientes con traumatismos. Una exploración extraoral genera una imagen multidimensional que elimina la necesidad de múltiples radiografías intraorales, proporcionando una evaluación más completa y menos invasiva.

En un estudio realizado por Bernardes y colaboradores, se compararon radiografías periapicales convencionales con imágenes CBCT en 20 pacientes con sospecha de fracturas radiculares. Los resultados mostraron que el CBCT

detectó fracturas en el 90% de los casos, mientras que las radiografías solo identificaron fracturas en un 30-40% de los pacientes.

Como conclusión, el estudio destacó que el CBCT es un complemento excelente a las radiografías convencionales para el diagnóstico de fracturas radiculares, mejorando significativamente la precisión y eficacia diagnóstica en pacientes con lesiones traumáticas maxilofaciales. ²⁵

3.4 Visualización de la anatomía de los conductos pulpares

El escáner CBCT con un campo de visión limitado (FOV) ofrece una mayor precisión en la identificación de los conductos radiculares en comparación con la radiografía periapical digital. Además, proporciona mediciones extremadamente precisas de las angulaciones de las raíces, lo que resulta invaluable para evaluar la curvatura radicular. Esta capacidad mejora significativamente la planificación y ejecución de tratamientos endodónticos complejos. ²⁶

Con esta tecnología podemos ayudarnos a encontrar raíces que probablemente hayamos omitido en el momento de hacer algún otro estudio radiográfico, además de que como lo mencionamos anteriormente, podamos encontrar alguna curvatura del diente. ²⁶

En un estudio realizado en 2008 se evaluó la eficacia de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) para identificar sistemas de conductos radiculares en comparación con las radiografías digitales obtenidas mediante sensores CCD (dispositivos de carga acoplada) y PSP (placas de fósforo fotostimulable). Este enfoque in vitro, que simuló condiciones clínicas posicionando dientes en arcos de espuma cubiertos con acrílico para imitar tejidos blandos, proporcionó información valiosa para mejorar la precisión diagnóstica en endodoncia, especialmente en dientes con anatomías complejas. ²⁶

Resultados del estudio:

- El CBCT identificó el 100% de los conductos en los dientes estudiados, mientras que las radiografías digitales (CCD y PSP) no detectaron al menos un conducto en el 40% de los dientes.
- En molares maxilares, considerados de mayor complejidad anatómica, el CBCT identificó un promedio de 3.58 conductos, frente a 3.1 y 3.0 conductos identificados por CCD y PSP, respectivamente.
- Los premolares mandibulares (1.21) e incisivos mandibulares (1.5) fueron los tipos de dientes donde más se subestimó la cantidad de conductos presentes con las imágenes digitales.
- Las radiografías digitales (CCD y PSP) fallaron en la detección de al menos un conducto en 4 de cada 10 dientes.
- El CBCT demostró una mayor consistencia diagnóstica entre los evaluadores en comparación con las imágenes digitales.²⁶

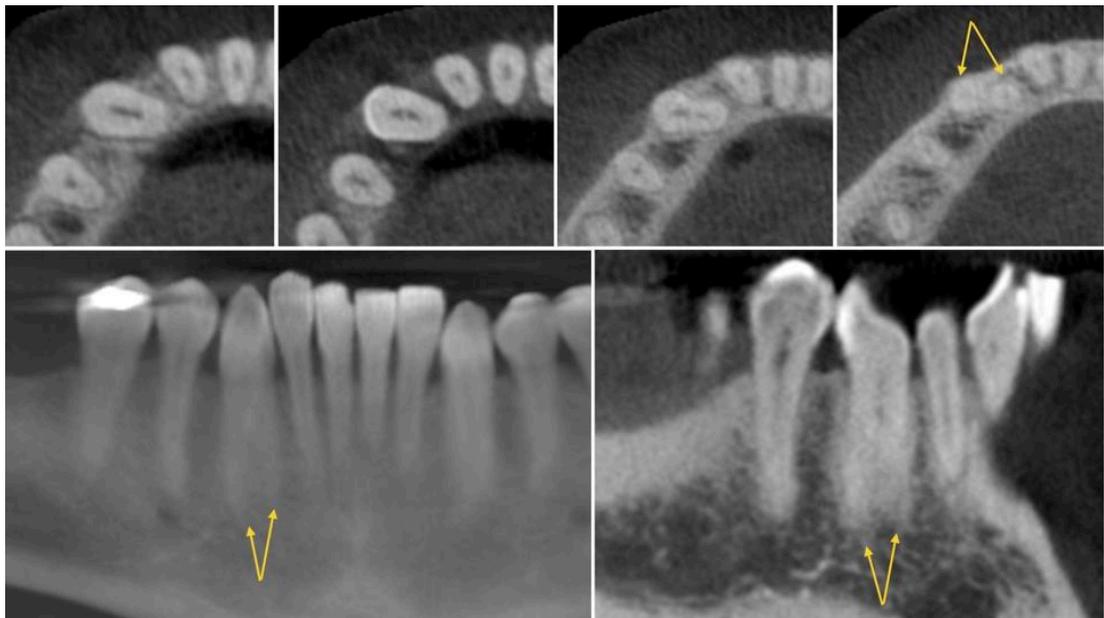


Figura 28. Visualización de un canino inferior derecho con 2 raíces. (Anexo 28)

3.5 Importancia para la realización de cirugías

Las radiografías convencionales no siempre permiten evaluar con precisión la relación espacial de las raíces dentales con las estructuras anatómicas circundantes. Este aspecto es crucial en la planificación quirúrgica y el tratamiento, especialmente en procedimientos como la microcirugía endodóntica, donde es esencial identificar la posición de las raíces y sus ápices en relación con estructuras vitales como el seno maxilar y el conducto dentario. Esta evaluación es fundamental para evitar complicaciones como lesiones durante la obturación de conductos.

Varios profesionales realizaron estudios para comprobar la efectividad del CBCT para poder dar un buen diagnóstico y poder realizar alguna cirugía.

- Velvart y colaboradores :
 - Se evaluaron 55 pacientes que incluyeron 44 molares inferiores y 6 premolares inferiores remitidos para cirugía apical debido a lesiones periapicales persistentes, se realizaron tanto CBCT como radiografías periapicales. El CBCT detectó todas las 78 lesiones identificadas durante la cirugía, mientras que las radiografías periapicales subestimaron en un 21% el número de lesiones.
 - El CBCT identificó el conducto dentario en todos los casos, frente a solo tres identificaciones con radiografías convencionales. Además, permitió cuantificar la cantidad de hueso cortical y esponjoso y visualizar la extensión tridimensional de las lesiones.
- Rigolone y colaboradores:
 - Evaluaron 43 primeros molares superiores con CBCT para planificación microquirúrgica de la raíz palatina.

27

- Concluyeron que el CBCT proporciona información suficiente para realizar una cirugía mínimamente invasiva desde un acceso vestibular, evitando la necesidad de un enfoque palatino más invasivo. ²⁸
- Low y colaboradores:
 - Analizaron 37 premolares y 37 molares del maxilar superior remitidos para cirugía apical.
 - El CBCT detectó un 34% más de lesiones que las radiografías periapicales, siendo la detección más difícil en los segundos molares superiores debido a la proximidad de los ápices al suelo del seno maxilar.
 - El CBCT también identificó signos prequirúrgicos relevantes como el engrosamiento de la membrana sinusal, la extensión de las lesiones hacia el seno maxilar y las comunicaciones apicomarginales, las cuales no eran visibles en radiografías periapicales. Estos hallazgos son marcadores importantes para anticipar complicaciones quirúrgicas, como fístulas antrales orales y fracturas verticales radiculares. ²⁹

IV. Consideraciones para el uso de CBCT

4.1 Radiación

Los factores de exposición en algunos aparatos de Tomografía Computarizada de Haz Cónico están predefinidos por el fabricante. No obstante, en otras unidades, los operadores tienen la posibilidad de ajustar estos factores dentro de rangos típicos de 60-120 kV y 1-20 mA, permitiendo optimizar la dosis según las necesidades del caso. ⁶

Características y Variabilidad de la Exposición

- Tiempo de exploración: Suele oscilar entre 5 y 40 segundos, pero algunos equipos emplean un haz pulsado en lugar de uno continuo. Por ejemplo, durante una exploración de 20 segundos, el paciente puede estar expuesto a radiación ionizante solo por aproximadamente 3.5 segundos.
- Dosis efectiva: Varía ampliamente según diversos factores, tales como:
 - Los parámetros de exposición: kilovoltios (kV), miliamperios (mA) y tiempo de exposición.
 - El tamaño del volumen (FOV) explorado.
 - El tipo de equipo utilizado.
 - La región del esqueleto maxilofacial o mandibular examinada.⁶

Comparación con Otros Métodos Radiológicos

La dosis de radiación en CBCT es generalmente menor que en la tomografía computarizada médica, pero mayor que en las radiografías dentales convencionales.

Algunas unidades de CBCT con FOV muy pequeños y alta resolución logran producir imágenes con dosis equivalentes a las de unas pocas radiografías periapicales, lo que las hace más seguras para aplicaciones específicas.³¹

4.1.1 Dosis efectiva de radiación

La dosis de radiación en procedimientos radiológicos se mide en milisieverts (mSv), una unidad que cuantifica la dosis efectiva de radiación absorbida por el cuerpo humano. Entender el significado e implicaciones de los mSv es crucial para evaluar los riesgos y beneficios de las imágenes médicas. ^{Error!}

Reference source not found.

4.1.2 Definición de un Milisievert

Un sievert (Sv) es la unidad del Sistema Internacional para medir la dosis equivalente de radiación ionizante, considerando los efectos biológicos sobre los tejidos humanos. Un milisievert equivale a una milésima parte de un sievert (1 mSv = 0.001 Sv). Error! Reference source not found.

Esta unidad permite comparar los efectos biológicos de diferentes tipos de radiación y evaluar el impacto potencial en la salud. Es particularmente útil para estimar el riesgo asociado con procedimientos médicos que implican radiación ionizante. Error! Reference source not found.

4.1.3 Aplicación de los mSv en Radiología Médica

En radiología, los mSv se utilizan para expresar la dosis efectiva recibida por un paciente durante un procedimiento de imagen, como:

- Radiografías dentales: Dosis típicamente baja, en el rango de 0.005 a 0.01 mSv por imagen.
- Tomografía Computarizada (TC): Varía entre 1 y 20 mSv dependiendo del tipo de estudio y área del cuerpo.

Dosis efectivas de diversas exploraciones radiográficas	
Exploración por Rayos X	Dosis Efectiva (E) (mSv)
Aleta de Mordida / Periapical	0.0003 – 0.022
Ortopantomografía	0.0027 – 0.075
Oclusal estándar	0.008
Radiografía Cefalométrica	0.0022 – 0.0056
Radiografía de Cráneo Lateral	0.016
Tórax (posterioroanterior)	0.014
Tórax (lateral)	0.038
TC Craneal	1.4
TC de tórax	6.6
TC de abdomen	5.6
TC de mandíbula y maxilar	0.25 – 1.4
CBCT pequeño (altura ≤ 5 cm)	0.0097 – 0.197
CBCT mediano (altura: 5.1 - 10 cm)	0.0039 – 0.674
CBCT grande (altura > 10 cm)	0.0088 – 1.073

Tabla 1. Dosis Efectivas de diferentes exploraciones radiográficas

La dosis efectiva considera la sensibilidad de los diferentes tejidos a la radiación, permitiendo evaluar de manera más precisa el riesgo biológico asociado con cada exposición. Esto es fundamental para garantizar un uso seguro y responsable de las imágenes médicas, siguiendo el principio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Error! Reference source not found.

4.2 Dosis máxima

La exposición a la radiación ionizante, medida en milisieverts (mSv), está regulada para proteger la salud de las personas, especialmente en áreas sensibles como la cabeza y el cuello.

4.2.1 Límites de Dosis para Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos

Las recomendaciones internacionales establecen los siguientes límites:

- **Dosis efectiva anual:**
 - 20 mSv, con un máximo de 50 mSv en por año. ³³
- **Dosis equivalente anual:**
 - Cristalino del ojo: 100 mSv en 5 años, con un máximo de 50 mSv en un solo año.
 - Piel: 500 mSv. ³³

4.2.2 Límites de Dosis para el Público General

- Dosis efectiva anual: 1 mSv.
 - Cristalino del ojo: 15 mSv por año.
 - Piel: 50 mSv por año. ³³

Consideraciones Específicas para Cabeza y Cuello

Aunque no existen límites diarios específicos para la exposición en cabeza y cuello, estas áreas son particularmente sensibles debido a la presencia de órganos como:

- **Cristalino del ojo:** Vulnerable a la formación de cataratas.
- **Glándula tiroides:** Sensible a los efectos de la radiación ionizante, con riesgo de disfunciones o malignidades.³³

4.2.3 Límite de dosis para personas en formación y estudiantes

Mayores de 18 años

Los estudiantes y personas en formación mayores de 18 años que, durante sus estudios, trabajen con fuentes de radiación están sujetos a los mismos límites de dosis que los trabajadores ocupacionalmente expuestos.³³

Entre 16 y 18 años

Para estudiantes y personas en formación con edades entre 16 y 18 años, los límites de dosis son más restrictivos:

- **Dosis efectiva anual:** 6 mSv.³³

Límites de dosis equivalentes adicionales para este grupo:

- **Cristalino del ojo:** 15 mSv por año oficial.
- **Piel:** 150 mSv por año oficial, aplicable a la dosis promediada sobre cualquier área de 1 cm², sin importar la zona expuesta.³³

Por ello, es fundamental:

- Minimizar la dosis en estas regiones sensibles.
- Implementar técnicas de protección, como collares de plomo para el tiroides y protectores para el cristalino.

- Adherirse estrictamente al principio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), asegurando que la exposición sea justificada, optimizada y limitada al mínimo necesario. ³³

Mantener la exposición a la radiación dentro de los límites establecidos es crucial para proteger tanto a los trabajadores como al público general, especialmente en áreas sensibles como la cabeza y el cuello. La combinación de monitoreo regular, optimización técnica y el uso de medidas de protección física asegura que los riesgos asociados se reduzcan al mínimo.

De manera general, una sola CBCT con FOV de 5x5 debería ser suficiente para la evaluación de un diente en la mayoría de los casos. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) no establece límites estrictos para exposiciones diagnósticas específicas. Si se necesitan más escaneos en un mismo día, debe justificarse clínicamente y optimizarse la configuración del equipo para minimizar la dosis acumulada. En la práctica, un profesional de salud debería limitarse a 1-2 estudios CBCT por día en la misma región anatómica, dependiendo de las circunstancias.

4.3 Ventajas y Limitaciones

4.3.1 Ventajas

1. Reconstrucción multiplanar y análisis en 3D

- Permite reconstruir imágenes en planos axial, coronal y sagital, ofreciendo una visión completa de las estructuras anatómicas.
- La posibilidad de manipular los datos facilita el análisis de anomalías y patologías desde diferentes ángulos, lo que mejora la precisión en el diagnóstico.

- La visualización tridimensional proporciona una mejor comprensión de la extensión y localización de lesiones o estructuras complejas, como fracturas radiculares, dientes impactados o la proximidad de raíces a estructuras anatómicas críticas. ¹

2. Menor dosis de radiación

- La CBCT utiliza un haz cónico que reduce significativamente la exposición a la radiación en comparación con la tomografía computarizada médica.
- Este beneficio es especialmente relevante en odontología, donde los pacientes pueden requerir múltiples exploraciones en diferentes etapas del tratamiento.
- Algunas unidades de CBCT con campos de visión (FOV) pequeños pueden generar imágenes de alta resolución con dosis similares a las de unas pocas radiografías periapicales, haciendo que sea una opción segura. ⁶

3. Alta precisión geométrica

- Las imágenes obtenidas tienen una fidelidad geométrica superior, lo que garantiza que las dimensiones y las proporciones de las estructuras sean representadas con exactitud.
- Esto es crucial en procedimientos como la planificación de implantes, donde incluso pequeñas imprecisiones pueden afectar el éxito del tratamiento. ⁶

4. Resolución espacial excelente

- La CBCT ofrece una resolución espacial muy alta, lo que permite visualizar detalles anatómicos pequeños, como fisuras radiculares, conductos accesorios, reabsorciones radiculares o fracturas óseas.

- Es ideal para detectar patologías que podrían pasar desapercibidas en imágenes bidimensionales convencionales.

5. Tiempo de exploración corto

- El tiempo necesario para realizar un escaneo completo es generalmente breve, variando entre 5 y 40 segundos, dependiendo del equipo y el campo de visión seleccionado.
- Esto no solo mejora la comodidad del paciente, sino que también optimiza el flujo de trabajo en clínicas y hospitales, reduciendo el tiempo total de diagnóstico.²⁴

6. Compatibilidad con software avanzado

- Los datos generados por la CBCT pueden integrarse en programas especializados para:
 - **Planificación de implantes dentales:** Ayuda a determinar el tamaño, posición y orientación ideales del implante, considerando la densidad ósea y la proximidad a estructuras críticas.
 - **Análisis cefalométrico:** Esencial en ortodoncia para evaluar las relaciones esqueléticas y dentales, planificar movimientos dentales y monitorear el progreso del tratamiento.
 - **Simulación quirúrgica:** Permite planificar cirugías maxilofaciales de manera más precisa, reduciendo los riesgos intraoperatorios.³¹

7. Identificación de patologías y planificación quirúrgica

- Facilita la evaluación tridimensional de lesiones y anomalías, como quistes, tumores, fracturas, reabsorciones y defectos óseos.

- Ayuda en la localización de dientes supernumerarios, retenidos o impactados, y evalúa su relación con estructuras vitales como el seno maxilar, el conducto dentario inferior o la membrana sinusal.
- Proporciona información detallada para procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, como apicectomías o acceso vestibular en lugar de enfoques más invasivos. ²⁸

8. Reducción de artefactos y superposiciones

- A diferencia de las radiografías convencionales, la CBCT elimina la superposición de estructuras anatómicas, proporcionando una imagen más clara y detallada. ¹

9. Versatilidad y amplitud de aplicaciones clínicas

- Es útil en diversas áreas de la odontología, como:
 - **Endodoncia:** Detección precisa de fracturas radiculares, reabsorciones internas y externas, y anatomías complejas de conductos.
 - **Ortodoncia:** Planificación y seguimiento del tratamiento, incluyendo movimientos dentales y relaciones esqueléticas.
 - **Periodoncia:** Evaluación de defectos óseos y pérdida de soporte periodontal.
 - **Cirugía oral y maxilofacial:** Planificación de extracciones quirúrgicas, reconstrucciones óseas y procedimientos de ortognática. ¹

4.3.2 Limitaciones

A pesar de su creciente relevancia en odontología y otras especialidades, la CBCT presenta ciertas limitaciones inherentes que pueden influir en su

aplicación clínica. Estas limitaciones requieren una consideración cuidadosa para garantizar que su uso sea efectivo y adecuado en cada caso.

1. Sensibilidad al movimiento del paciente

- **Impacto en la calidad de la imagen:**
 - Durante el escaneo, incluso pequeños movimientos del paciente pueden causar artefactos significativos, conocidos como artefactos de movimiento. Estos se manifiestan como imágenes borrosas o distorsionadas, lo que puede comprometer la calidad diagnóstica. ¹

2. Limitaciones en la visualización de tejidos blandos

- **Restricciones del CBCT en comparación con otras modalidades:**
 - A diferencia de la tomografía computarizada médica o la resonancia magnética (RM), la CBCT no está diseñada para captar detalles de tejidos blandos. Su sensibilidad se centra principalmente en estructuras óseas y dentales. ³¹

3. Diferencias con las radiografías panorámicas convencionales

- **Limitaciones en la interpretación:**
 - Aunque la CBCT puede generar imágenes panorámicas a partir de reconstrucciones, estas no son directamente comparables con las radiografías panorámicas convencionales.
 - Las diferencias en escala, perspectiva y resolución pueden llevar a errores diagnósticos si no se interpretan con cuidado. ²⁹

4. Artefactos por materiales radiodensos

- **Origen de los artefactos:**

- Los materiales radiodensos, como restauraciones metálicas, postes radiculares o gutapercha, pueden causar artefactos de endurecimiento del haz, que se presentan como:
 - **Estrías:** Líneas difusas alrededor de los objetos radiodensos, dificultando la visualización de estructuras adyacentes.
 - **Efecto estrella:** Sombras radiales que se extienden desde el objeto, confundiendo la interpretación de la imagen.
- Esto conlleva complicaciones en la detección de fracturas radiculares, reabsorciones o lesiones apicales adyacentes a restauraciones radiopacas. ⁶

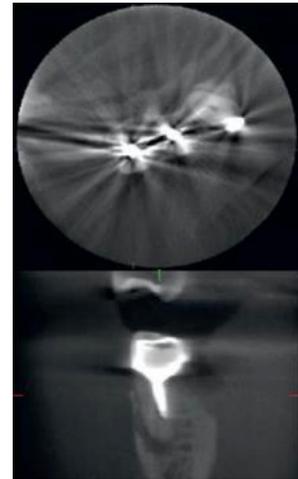


Figura 29. Ejemplos de artefactos de endurecimiento del haz, así como de estrías o estrellas, causados por la presencia de objetos radiodensos, como materiales metálicos. (Anexo 29)

5. Limitaciones de resolución en casos específicos

- En áreas donde las estructuras anatómicas están muy próximas (como raíces maxilares cercanas al seno maxilar o al conducto dentario inferior), puede ser más difícil distinguir detalles debido a la superposición o densidades similares. ¹

6. Exposición a la radiación

- Aunque la CBCT utiliza menos radiación que la tomografía computarizada médica, la dosis sigue siendo mayor que en radiografías convencionales.²⁴

7. Costo y Disponibilidad: Aunque la tecnología CBCT se ha vuelto más accesible, los equipos con capacidades de FOV ajustables pueden ser costosos, y su disponibilidad puede variar según la región.

Conclusiones

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) con un Campo de Visión (FOV) de 5x5 ha revolucionado la práctica endodóntica, ofreciendo una herramienta diagnóstica avanzada que supera significativamente las limitaciones de las radiografías bidimensionales tradicionales. Este enfoque permite una visualización detallada y precisa de la anatomía dental y sus estructuras circundantes, lo que es crucial para el diagnóstico, planificación y seguimiento de los procedimientos endodónticos.

La elección de un FOV pequeño, como el de 5x5 cm, es particularmente ventajosa en endodoncia debido a su capacidad para enfocarse en áreas anatómicas específicas, como uno o dos dientes. Esto reduce significativamente la dosis de radiación al paciente al limitar la exposición a una región anatómica delimitada, alineándose con el principio ALARA ("As Low As Reasonably Achievable"). Además, este FOV ofrece una resolución espacial óptima que facilita la identificación de estructuras finas, como conductos accesorios, reabsorciones radiculares y fracturas que podrían pasar desapercibidas en otros estudios de imagen.

En procedimientos endodónticos complejos, el CBCT permite una evaluación tridimensional del sistema de conductos radiculares, proporcionando información valiosa para el manejo de variaciones anatómicas. Esto incluye la detección de conductos calcificados, bifurcaciones y curvaturas pronunciadas, elementos que son críticos para garantizar el éxito del tratamiento. Además, la capacidad de evaluar la proximidad de lesiones periapicales a estructuras anatómicas sensibles, como el canal mandibular o el seno maxilar, hace que el CBCT sea indispensable en la planificación quirúrgica.

A pesar de sus ventajas, el uso del CBCT con FOV 5x5 no está exento de limitaciones. La cobertura anatómica restringida puede ser insuficiente en casos donde las patologías se extienden más allá del área escaneada, lo que

podría requerir un FOV más amplio. Además, su uso debe ser justificado clínicamente, ya que la exposición acumulativa a la radiación puede representar un riesgo para la salud del paciente si no se maneja adecuadamente.

Los costos asociados con la adquisición y mantenimiento de equipos CBCT, así como la necesidad de formación especializada para la interpretación de las imágenes, también son factores que pueden limitar su implementación generalizada. Sin embargo, estos desafíos son superados por los beneficios que ofrece en términos de precisión diagnóstica y planificación del tratamiento.

La continua evolución tecnológica en CBCT está enfocada en mejorar la resolución de imagen y reducir aún más la dosis de radiación. La integración de algoritmos avanzados para la reducción de artefactos y la segmentación automatizada de imágenes promete optimizar aún más su uso en endodoncia. Además, el desarrollo de directrices estandarizadas para la selección del FOV y los parámetros de exposición podría fomentar un uso más eficiente y seguro de esta tecnología.

En resumen, el uso de la CBCT con FOV 5x5 cm en procedimientos endodónticos representa un avance significativo en la odontología moderna, combinando precisión diagnóstica con un enfoque ético en la minimización de riesgos para el paciente. Su capacidad para proporcionar imágenes tridimensionales detalladas ha transformado la forma en que los endodoncistas diagnostican y tratan las patologías dentales, especialmente en casos complejos donde los métodos tradicionales son insuficientes. Aunque existen limitaciones y consideraciones éticas, su implementación justificada y bien planificada garantiza beneficios invaluable tanto para los clínicos como para los pacientes, consolidándose como una herramienta indispensable en la práctica endodóntica actual.

Bibliografía

1. Iannucci JM, Howerton LJ. Radiografía Dental. Principios y técnicas. Amolca; 2013.
2. White SC, Pharoah MJ. Radiología oral: Principios e interpretación. 7ª ed. Barcelona: Elsevier; 2015.
3. Küstner EC. Radiología en Medicina Bucal. Masson; 2005.
4. Frommer HH, Stabulas-Savage JJ. Radiología dental. 7ª ed. Madrid: Elsevier; 2011.
5. Langland OE, Langlais RP, Preece JW. Principios de radiografía dental. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2003.
6. Whaites E. Fundamentos de radiología dental. Barcelona, España: ELSEVIER, 2021.
7. N. Urzúa R. Técnicas Radiograficas Dentales y Maxilofaciales. Aplicaciones. Amolca; 2005.
8. Kotha, S. B., & Senthil, N. Occlusal radiography: A step-by-step guide for beginners. Stomatological Disease and Science, 2017; 1:76-80.
9. Pocket Dentistry. Cephalometric radiography y Cephalometric analysis [Internet]. [citado 2024 nov 10]. Disponible en: <https://pocketdentistry.com/14-cephalometric-radiography/>
10. Khan A, et al. Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network. Progress in Orthodontics. 2017; 18(1):5-8.
11. Bhullar H, Niwogi S, Noorani S. The Value-addition of lateral cephalometric radiographs in orthodontic diagnosis and treatment planning. Angle Orthod. 2017;87(1):122-8.
12. Aringhieri G, Crocetti L, Graziani F, Nardi C. Basic knowledge and new advances in panoramic radiography imaging techniques: A

narrative review on what dentists and radiologists should know. Appl Sci. 2021;11(17):7858.

13. White SC, Pharoah MJ. The role of radiology in the detection of dental diseases and the planning of treatment. Oral Radiol. 2014;30(1):1-12.
14. Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Lemberg K, Shemesh H, et al. European Society of Endodontology position statement: The use of CBCT in endodontics. Int Endod J. 2019;52(12):1675-8.
15. Calzado A, Geleijns J. Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. Rev Fis Med [Internet]. 2010 Winter;12. Disponible en: <https://revistadefisicamedica.es/index.php/rfm/article/view/115/115>
16. Finlayson AF, Epifanio R. La tomografía computarizada de haz cónico. Ustasalud. 2008;7:125-31.
17. Oweida ABSMS. Computed Tomography. Salem Press Encyclopedia of Science [Internet]. 2024. Disponible en: <https://research-ebSCO-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=1f2c1e2e-162e-3110-92e9-6d7d436390b6>.
18. Lenguas AL, Ortega R, Samara G, López MA. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. Cient Dent. 2010;7(2):147-59.
19. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? Dent Clin North Am. 2008;52(4):707-30.
20. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo BC, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. J Endod. 2008;34(3):273-9.
21. Huamán-Chipana P, Cortés-Sylvester MF, Hernández M. Evaluación de lesiones periapicales de origen endodóntico mediante tomografía computada Cone Beam. Ciencias Clínicas. 2015;16(1):5-11.

22. Alvarado-Cárdenas G, Canché-Dzul CF, Hoyos-Pinzón R, López-Villanueva ME, Ramírez-Salomón MA, Vega-Lizama EM. Prevalencia de reabsorciones radiculares mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). *Rev Odontol Latinoam.* 2023;15(1):1-5. Disponible en: <https://www.odontologia.uady.mx/revistas/rol/pdf/V15N1p1.pdf>
23. Bueno MR, Azevedo BC, Estrela C. A critical review of the differential diagnosis of root fracture line in CBCT scans. *Braz Dent J.* 2021;32(5):7-17. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202104742>.
24. GRUPO ASÍS. REVISTA MAXILLARIS número 223. Madrid: GRUPO ASÍS; 2018. Disponible en: https://issuu.com/maxillaris/docs/pdf_original_tama_o_reducido
25. Bernardes RA, De Moraes IG, Hungaro Duarte MA, Azevedo BC, De Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone beam computed tomography to detect vertical root fractures: A retrospective analysis. *Journal of Endodontics.* 2009;35(5):715–719.
26. Matherne RP, Angelopoulos C. Use of cone beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod.* 2008; 34(1):87-9.
27. Velvart P, Hecker H, Tillinger G. Detection of the apical lesion and the mandibular canal in conventional radiography and computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Endodontology.* 2001;92(6):682-8
28. Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: "low-does cone-beam" CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *J Endod.* 2003; 29: 773-5.

29. Low K, Dula K, Bürgin W, Von Arx T. Comparison of Periapical Radiography and Limited Cone-Beam Tomography in Posterior Maxillary Teeth Referred for Apical Surgery Identification of root morphology and canal anatomy. J Endod. 2008; 34 (5). 557-562.
30. Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, Mupparapu M. Review of small field of view CBCT published in 2018. Phys Med. 2019; 65:1-6.
31. Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. J Endod. 2015 Sep; 41 (9): 1393-6.
32. Pradhan AS, Kim JL, Lee JI. On the use of 'millisievert' in radiation protection and risk assessment. Radiat Prot Dosimetry. 2008;130(3):255-8.
33. European Commission. Radiation Protection N° 172: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology (Evidence-Based Guidelines). Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2012. Disponible en:
<https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/172.pdf>

Anexos

1. Figura 1. Iannucci, J. M., & Howerton, L. J. (2013). Radiografía Dental. Principios y técnicas. Amolca.
2. Figura 2. Iannucci, J. M., & Howerton, L. J. (2013). Radiografía Dental. Principios y técnicas. Amolca.
3. Figura 3. Iannucci, J. M., & Howerton, L. J. (2013). Radiografía Dental. Principios y técnicas. Amolca.
4. Figura 4. Whaites, E. (2021). Fundamentos de radiología dental. ELSEVIER
5. Figura 5. GT Medical. Radiografía periapical [Internet]. Disponible en: <https://gt-medical.com/blog/radiografia-periapical/>
6. Figura 6. Whaites, E. (2021). Fundamentos de radiología dental. ELSEVIER
7. Figura 7. Imágenes RX Dental. Técnica Bite-Wing [Internet]. Disponible en: <https://www.imagenesrxdental.cl/tecnica-bite-wing/>
8. Figura 8. Whaites, E. (2021). Fundamentos de radiología dental. ELSEVIER
9. Figura 9. SlideShare. Técnica oclusal [Internet]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/tecnica-oclusal/54992968>
10. Figura 10. RX del Llano. Servicios [Internet]. Disponible en: <https://rxdelllano.com/servicios/>
11. Figura 11. Diagnodent Perú. Radiografía cefalométrica [Internet]. Disponible en: <https://diagnodentperu.com/servicios/extraorales/radiografia-cefalometrica>
12. Figura 12. Solución Dental. Radiografía cefalométrica [Internet]. Disponible en: <https://soluciondental.pe/ortodoncia/radiografia-cefalometrica/>

13. Figura 13. Dentaltix. Ortopantomografía (OPG): Radiografía panorámica dental [Internet]. Disponible en: <https://www.dentaltix.com/es/blog/ortopantomografia-opg-radiografia-panoramica-dental>
14. Figura 14. Blade Grup. ¿Cómo se hace una ortopantomografía y para qué sirve? [Internet]. Disponible en: <https://www.bladegrup.com/como-se-hace-una-ortopantomografia-y-para-que-sirve/>
15. Figura 15. Dentometric. Radiología en endodoncia [Internet]. Disponible en: <https://dentometric.com/radiologia-en-endodoncia/>
16. Figura 16. Fuente propia
17. Figura 17. SlidePlayer. Tomografía [Internet]. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/4410255/>
18. Figura 18. Whaites, E. (2021). Fundamentos de radiología dental. ELSEVIER
19. Figura 19. Iannucci, J. M., & Howerton, L. J. (2013). Radiografía Dental. Principios y técnicas. Amolca.
20. Figura 20. Cefalometrix. Tomografías Maxilofacial – Dental [Internet]. Disponible en: <https://cefalometrix.com/tomografias-maxilofacial-dental/>
21. Figura 21. Iannucci, J. M., & Howerton, L. J. (2013). Radiografía Dental. Principios y técnicas. Amolca.
22. Figura 22. Bonilla-Gutiérrez M, Delgado-Rodríguez CE, Camargo-Huertas HG. Protocolo estandarizado para la observación de la imagen tomográfica en endodoncia. Acta Odontol Colomb. 2021;11(2):66-85. doi: 10.15446/aoc.v11n2.95423.
23. Figura 23. Bonilla-Gutiérrez M, Delgado-Rodríguez CE, Camargo-Huertas HG. Protocolo estandarizado para la observación de la imagen tomográfica en endodoncia. Acta Odontol Colomb. 2021;11(2):66-85. doi: 10.15446/aoc.v11n2.95423.
24. Dento Metric. Reabsorción radicular inflamatoria evaluada por tomografía dental [Internet]. 2024 Feb 7. Disponible en:

<https://dentometric.com/reabsorcion-radicular-inflamatoria-evaluada-por-tomografia-dental/>

25. Dento Metric. Reabsorción radicular interna en un segundo molar superior [Internet]. 2021 Dic 20. Disponible en: <https://dentometric.com/reabsorcion-radicular-interna-en-un-segundo-molar-superior/>
26. Guillem E. CBCT en Endodoncia [Internet]. Aula Dental Avanzada; 2015 Jul 16. Disponible en: <https://auladentalavanzada.com/cbct-en-endodoncia/>
27. Ramírez L. Caso N°698: Fractura Radicular Vertical [Internet]. CDI Perú; 2023 Jul 20. Disponible en: <https://cdi.com.pe/caso-n698-fractura-radicular-vertical/>
28. Guillem E. CBCT en Endodoncia [Internet]. Aula Dental Avanzada; 2015 Jul 16. Disponible en: <https://auladentalavanzada.com/cbct-en-endodoncia/>
29. Figura 29. Whaites, E. (2021). Fundamentos de radiología dental. ELSEVIER
30. Tabla 1. Whaites, E. (2021). Fundamentos de radiología dental. ELSEVIER