



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

**Importancia de la Tomografía Cone Beam en Cirugía
Bucal y Maxilofacial, 2023**

TESIS

Para obtener el título de
Cirujano Dentista

Presenta
Jesús Aranda Rojas López

Director de tesis
C.M.F Raúl Flores Díaz

Asesor de tesis
Dr. Jesús Regalado Ayala
Dr. Edgar Esquivel Fabián

CDMX, Noviembre 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A Dios, por acompañarme y permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida y por todas las bendiciones que me ha puesto en el camino.

A mis padres, Arturo Aranda y Sagrario Rojas, mis superhéroes, porque sin ellos nada de esto sería posible, por ser mi inspiración como profesionistas, pero sobre todo como personas, por cada esfuerzo que han realizado por mí, por todo lo que tuvieron que sacrificar, les prometo que valdrá la pena, espero poder darles muchas alegrías más y que está sea la primera de ellas, los amo y jamás tendré como agradecerles todo lo que hacen por mí, son mi ejemplo a seguir en esta vida, gracias por su confianza, agradezco a Dios los maravillosos padres que me concedió.

A mis hermanos Pablo, Maite y Sofia por su cariño, apoyo y motivación para seguir adelante, los amo y son una gran parte de este momento.

A mi novia Dulce Cielo, por iniciar y concluir esta etapa conmigo, por tu tiempo, apoyo, amor e inmensa motivación para llegar a este logro, por creer en mi e impulsarme a ser mejor persona, aprendo mucho de ti y jamás tendré manera de agradecerte todo lo que le has dado a mi vida amor, te amo, gracias por formar parte de este momento.

A mis abuelos Javier, Martina, Rafael y Mercedes por su cuidado, amor y por ser motivación también en este momento tan especial.

Dr. Raúl Flores Díaz agradezco por todas las enseñanzas tanto profesionales como personales, por su apoyo y orientación durante mi servicio social, por no solo brindarme su conocimiento sino también su valiosa amistad, una persona con la cual agradezco haberme cruzado en el camino.

Dr. Jesús Regalado Ayala por todo su apoyo para este proyecto, por sus enseñanzas y orientación durante mi formación profesional, por su amistad y por siempre estar en la mejor disposición de ayudarme.

Dra. Diana María Buendía agradezco infinitamente su amistad y todo el apoyo brindado durante mi formación profesional, por sus conocimientos y consejos hacia mi persona.

Dr. Alejandro Musquiz agradezco su disposición y apoyo durante este proyecto, aunado a su aprecio y amistad.

Dr. Edgar Esquivel por su apoyo y orientación en el presente trabajo, por los conocimientos brindados durante mis años de formación y por su amistad.

A todos los anteriormente mencionados les agradezco profundamente su apoyo, cariño y confianza en mí, por su presencia y participación en las distintas etapas de este proyecto.

Índice

Resumen	1
Introducción	4
Marco Teórico	5
Historia de la radiología	5
Rayos X	10
Tomografía computarizada por rayos X.....	14
Tomografía Cone Beam.....	19
Uso en Ortodoncia	22
Uso en endodoncia	30
Uso en Implantología	37
Uso en cirugía Bucal y Maxilofacial.....	42
Protección radiológica.....	61
Planteamiento del problema	70
Objetivos	71
Material y Métodos	72
Conclusión	73
Propuestas	74
Referencias Bibliográficas	75

Resumen

Introducción. La tomografía Cone Beam (CBCT), también conocida como de haz cónico es un tipo de estudio tomográfico que se caracteriza por generar datos en tres dimensiones, lo que nos permite obtener imágenes diagnósticas de alta calidad en un periodo reducido de tiempo y evita la superposición de estructuras, a comparación del resto de los estudios imagenológicos como la radiografía periapical y la radiografía panorámica.

Marco Teórico. Las limitaciones que presentaban los estudios radiográficos convencionales usados en el área de la odontología, que ocupan principalmente solo dos dimensiones espaciales, fue una de las condicionantes que generó el uso de CBCT en las distintas ramas de la odontología, en la actualidad es una adecuada elección por las numerosas ventajas que presenta, además de presentar menor dosis de radiación que la tomografía computada convencional, por ejemplo, en el área de cirugía Bucal y Maxilofacial nos permite una mayor precisión y fidelidad visual de las características anatómicas de la zona a intervenir en la cirugía, orientando hacia que el procedimiento tenga una planeación objetiva y segura, además de evitar posibles complicaciones transquirúrgicas o postquirúrgicas.

Objetivos. El objetivo principal será describir la importancia de la tomografía Cone Beam en el área de cirugía Bucal y Maxilofacial, así como hablar de las características que presenta este tipo de tomografía y las ventajas que tiene sobre otros estudios imagenológicos.

Material y métodos. Se realizó una investigación documental, la cual consistió en una búsqueda detallada y analítica de artículos de carácter científico y normas legales oficiales con la finalidad de abordar las características y normatividades que involucran a la Tomografía Cone Beam. La búsqueda se realizó en bases de datos de carácter científico internacional como lo son: Google académico, Scielo, PubMed, Latindex, seleccionando artículos que comprenden entre el año 2006-2023. Siendo en su mayoría no más antiguos de 5 años a la actualidad, se utilizaron

palabras clave de búsqueda como Tomografía Cone Beam, haz cónico, CBCT en odontología, cirugía Bucal y Maxilofacial, protección radiológica.

Conclusiones. La tomografía Cone Beam es un auxiliar diagnóstico con una gran calidad imagenológica, que presenta numerosas ventajas y diferenciadores a comparación de la Tomografía Computarizada Convencional, principalmente la posibilidad de observar una tercera dimensión y eliminar la sobreposición de objetos en las imágenes clínicas, su indicación debe ser considerando su utilidad, aplicación y sobre todo que el beneficio sea mayor que el riesgo radiológico que implica la toma de este estudio imagenológico.

Palabras clave. Tomografía Cone Beam, CBCT, Haz cónico, Cirugía Maxilofacial, Cirugía bucal

Abstract

Introduction. Cone Beam Tomography (CBCT) or also known as cone beam is a type of tomographic study that is characterized by generating data in three dimensions, which allows us to obtain high-quality diagnostic images in a short period of time and avoiding superposition. of structures, compared to the rest of the imaging studies such as periapical radiography and panoramic radiography.

Theoretical framework. The limitations presented by conventional radiographic studies used in the area of dentistry, which mainly occupy only two spatial dimensions. It was one of the conditions that generated the use of CBCT in the different branches of dentistry. Currently, it is an appropriate choice due to the numerous advantages it presents, in addition to presenting a lower radiation dose than conventional computed tomography, for example, in the the oral and maxillofacial surgery area allows us greater precision and visual fidelity of the anatomical characteristics of the area to be intervened in the surgery, guiding the

procedure to have an objective and safe planning, in addition to having better control of trans-surgical complications. postsurgical.

Objectives. The main objective will be to describe the importance of Cone Beam tomography in the area of oral and maxillofacial surgery, as well as to talk about the characteristics that this type of tomography presents and the advantages it has over other imaging studies.

Material and methods. A documentary investigation was carried out, which consisted of a detailed and analytical search of scientific articles, books and official legal regulations in order to address the characteristics and regulations involved in Cone Beam Tomography. The search was carried out in international scientific databases such as: Google academic, Scielo, PubMed, latindex, selecting articles that cover the year 2006-2023. Being mostly no older than 5 years to date, search keywords such as cone beam tomography, cone beam, CBCT in dentistry, oral and maxillofacial surgery, radiological protection were used.

Conclusions. Cone Beam tomography is a diagnostic aid of high imaging quality, which presents numerous advantages and differentiators compared to Conventional Computed Tomography, mainly the possibility of observing a third dimension and eliminating the superposition of objects in clinical images, its indication It must be considered its usefulness, application and above all that the benefit is greater than the radiological risk involved in taking this imaging study.

Keywords. Cone Beam Tomography, CBCT, Cone Beam, Maxillofacial Surgery, Oral Surgery

Introducción

La tomografía Cone Beam (CBCT), también conocida como de haz cónico, es un tipo de estudio tomográfico que se caracteriza por generar datos en tres dimensiones, lo que nos permite obtener imágenes de alta calidad en un periodo reducido de tiempo y evitando la superposición de estructuras, a comparación del resto de los estudios imagenológicos.

Este tipo de tomografía llego para superar las limitaciones que presentaban los estudios radiográficos usados en el área de la odontología, ya que permite una mayor exactitud de información e imagen básicos para integrar diagnósticos asertivos, así como también realizar una planeación más precisa de los procedimientos quirúrgicos y de esta manera aumentar las posibilidades de eficiencia y éxito en los tratamientos odontológicos efectuados.

Las imágenes que esta técnica imagenológica nos permite obtener, se caracterizan por requerir menores dosis de radiación ionizante a comparación de la tomografía computarizada convencional, pero genera dosis mayores comparada con la radiología convencional como la rx periapical o la rx panorámica, con ventajas y diferencias notorias.

En este sentido es importante determinar el potencial benéfico de este estudio imagenológico debido a las implicaciones de radiación ionizante que están involucradas, tomando en cuenta los principios fundamentales de la radioprotección denominado ALARA (dosis tan bajas como sea razonablemente posible).

El uso de CBCT en las distintas ramas de la odontología como la endodoncia, ortodoncia, implantología, cirugía bucal y maxilofacial, etc., se ha convertido en una herramienta efectiva y necesaria al momento de la práctica clínica. En el área de cirugía Bucal y Maxilofacial se ha convertido en un auxiliar imagenológico necesario e indispensable debido a la precisión y detalle de datos que proporciona, permitiendo realizar procedimientos quirúrgicos objetivos y seguros.

Marco Teórico

Historia de la radiología

En el año de 1895, Wilhelm Röntgen consigue descubrir los rayos X después de experimentar de forma incidental con un tubo de rayos catódicos. Este descubrimiento permitió a Röntgen ser la primera persona en ser distinguido con el Premio Nobel de Física en 1901. ¹

Figura No.1. Wilhelm Röntgen



Fuente: Ramírez J. Radiología e imagen. Rev. Fac. Med. (Méx.). 2019; 62(2): 7-14.

La primera radiografía fue sobre la mano de su esposa, obtenida posterior a que ella colocara la mano sobre una placa de metal para poder tomarle una fotografía.¹

Figura No.2. Primer Radiografía



Fuente: García P. ANNA BERTHA ROENTGEN (1833-1919): LA MUJER DETRAS DEL HOMBRE.
Rev. chil. radiol. 2005; 11(4):179-181.

Posteriormente después de este gran descubrimiento, sería el 25 de octubre de 1896, en México, en la ciudad de San Luis Potosí, al hospital Juárez de México, llegaría el primer tubo de rayos X en el país, lo cual logró un descontrol en la prensa nacional, debido a esto se publicó en el periódico “El estandarte” el artículo **“Un descubrimiento maravilloso”** a cargo del Doctor Antonio López.^{2,3}

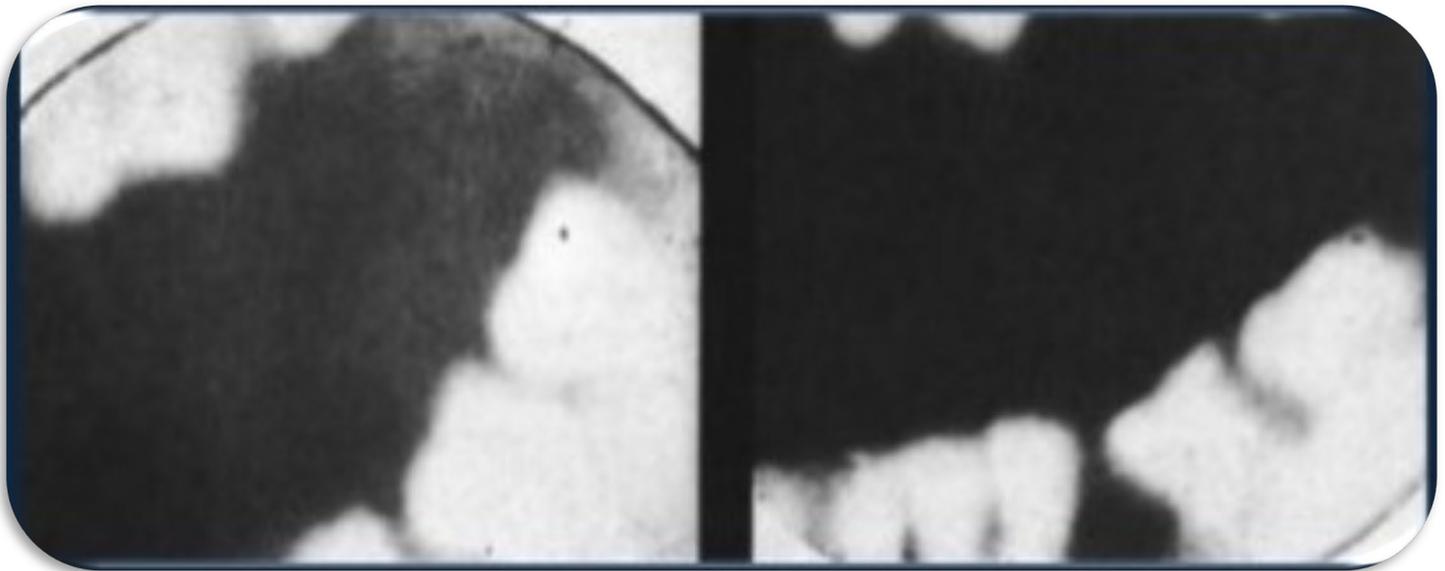
En ese mismo año ocurriría un suceso de gran importancia nacional en la capital de nuestro país, cuando el Doctor Tobías Núñez tomo la primera radiografía de un antebrazo de una paciente con antecedente traumático en el ahora hospital Juárez.

^{2,4}

La evolución de los rayos X y de las propias técnicas para la obtención de imágenes diagnósticas, es necesario reconocer que, desde el inicio de 1987 con la era electromagnética hasta la actualidad, donde está presente la era digital, la tecnología está en constante evolución, por lo que resulta prioritario y necesario que los profesionales de la salud estén en constante actualización para conocer las innovaciones disponibles para nuestra atención profesional. ⁵

La primera imagen radiográfica de la cavidad oral, fue gracias a el Dr. Otto Walkhoff. Para ello colocó en su propia boca una placa fotográfica corriente de vidrio, envuelta en papel negro y cubierta por una banda de goma, sometiéndose a una exposición de rayos durante 25 minutos.¹

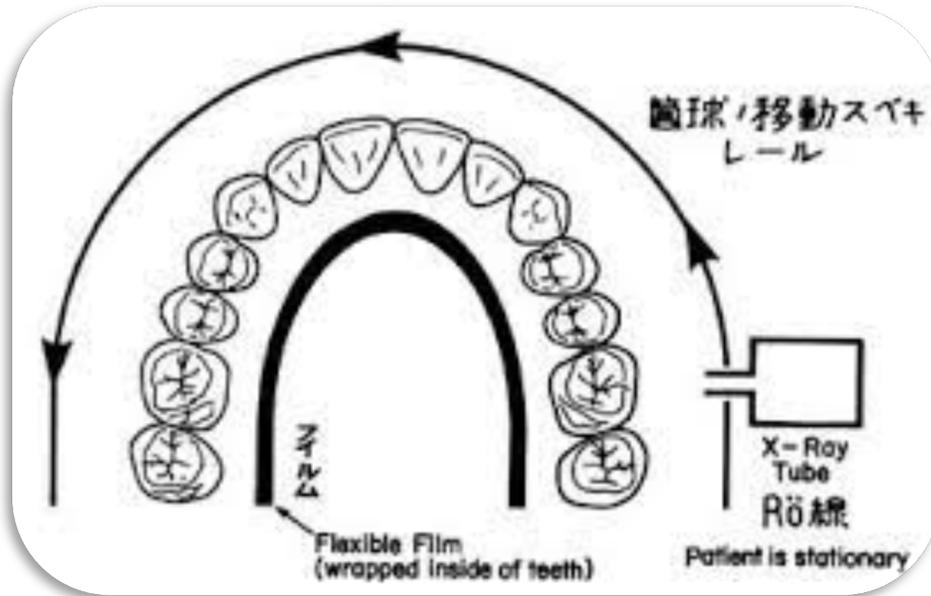
Figura No.3. Primera imagen radiográfica dental



Fuente: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas>

El Dr. Numata consiguió en el año 1933 capturar la primera imagen panorámica dental. La técnica consistió en sujetar una película pre-curveada por la parte lingual de la arcada inferior y utilizó una fuente emisora de rayos que giraba alrededor de la mandíbula del paciente exponiendo la película. ¹

Figura No.4. Técnica radiológica Numata



Fuente: Alfaro L. Radiología Panorámica. Anuario sociedad de radiología oral y maxilofacial de Chile. 2007; 10(1): 12-21

Figura No.5. Primera imagen radiográfica dental (panorámica)



Fuente: Alfaro L. Radiología Panorámica. Anuario sociedad de radiología oral y maxilofacial de Chile. 2007; 10(1): 12-21

El Doctor Yrjö Paatero de la universidad de Finlandia (Helsinki) experimenta en el año de 1948 con una técnica radiográfica para los arcos dentales similar a la del Dr. Numata usando un haz de rayos fino. ¹

Una de las diferencias fue que utilizó pantallas intensificadoras, ya que la velocidad de las películas en estos tiempos era demasiado lenta. Cada maxilar era tomado con una radiografía mientras el paciente realizaba un movimiento rotatorio y la fuente emisora de luz usaba un colimador fino, la fuente carecía de movimiento alguno, se denomina esta técnica como parabolografía. ¹

Figura No. 6. Parabolografía



Fuente: Alfaro L. Radiología Panorámica. Anuario sociedad de radiología oral y maxilofacial de Chile. 2007; 10(1): 12-21

El Doctor Paatero descubrió en 1949 que se podría utilizar una nueva técnica para tomar las radiografías, esta técnica consistía en cambiar la posición de la película radiográfica, es decir, la colocación extraoral de la misma. ¹

La técnica trataba de que el chasis y el sujeto giraban a una misma velocidad sobre un eje único, la fuente emisora permanecía sin movimiento alguno, lo cual permitía obtener una imagen de las superficies curvadas de los huesos maxilares y permitiendo observarlas en una visión plana (panorámica), por ello se le denominó a esta técnica como Pantomografía.¹

El término panorámica hace referencia a la visualización completa de una zona, sin obstaculizaciones en cualquier dirección y la palabra tomografía se refiere a la técnica radiográfica que proporciona estratos de tejidos en profundidad, sin tejidos circundantes que la obstaculicen.¹

En el año de 1987, gracias al Doctor Mouyen, en Francia, se introdujo el primer sistema de radiografía digital, que consistía en un sensor intraoral, un emisor de rayos X y un monitor de video que permitía mostrar la imagen obtenida.

En 1989 el Doctor Mouyen demostró que la radiovisografía es un sistema que captura la imagen con una baja dosis de radiación pero que también dejaba mucho que desear en cuanto a la resolución de la misma a comparación de la película dental convencional.⁶

Rayos X

Los rayos X pertenecen al espectro electromagnético, tienen la característica de que su frecuencia es muy alta y su respectiva onda es muy corta, estas características le permiten producir ionización en los átomos de la materia que se va a radiar, básicamente funciona cuando los rayos X impactan un átomo, mueve de los orbitales internos a un electrón, de esta manera el átomo se convierte en un ion positivo y el electrón en un ion negativo.⁷

Es un tipo de radiación que no es visible al ojo humano, pero tiene la capacidad de incidir en materia y generar imágenes radiográficas. Estas ondas electromagnéticas se caracterizan por poseer una longitud de onda entre 0,1-10 nanómetros (nm), correspondiendo a frecuencias en el rango de 30 a 3 000 pico Hertz. ⁸

Posterior a atravesar los cuerpos, se produce una excitación de la fluorescencia de determinadas sustancias y estas pueden ser absorbidas por los factores biológicos que se encuentren en la atmósfera. Hablando del mecanismo de acción de los Rayos X tienen su explicación en la teoría mixta corpuscular- ondulatoria. ⁸

A finales del siglo 17, no se tenía una teoría unificada de los fenómenos luminosos. Es cierto que una serie de fenómenos físicos son explicados de una manera más clara desde la teoría ondulatoria y que otros son comprendidos de mejor manera con la teoría corpuscular. Es por esto que se determinó el unir las ideas y defectos de la teoría corpuscular y de la ondulatoria de la luz. ⁹

Newton propone la teoría corpuscular de la luz, en la cual nos menciona que la luz está compuesta por un flujo de partículas que carecen de masa, que son resultado de la emisión de fuentes luminosas que viajan en dirección rectilínea a una gran velocidad, atravesando cuerpos transparentes, consiguiendo visualizar a través de ellos, lo que hace posible explicar los siguientes fenómenos: ^{9,10}

- Formación de sombras (los rayos X que viajan a través de la materia, pero también pasan a través de un detector de rayos x, se formará una imagen que representa las sombras formadas por los objetos dentro del cuerpo.)
- Reflexión y absorción (La reflexión de la luz es el cambio de dirección de la luz una vez que llega a la frontera entre dos medios y la absorción es el fenómeno que provoca la disminución de la intensidad de una onda y una pérdida de su energía debido a efectos disipativos del medio por el que se mueve.)

- Emisión de luz a través de la materia (la energía radiante que afecta a los electrones de los átomos provoca que los electrones emitan ondas electromagnéticas.)
- El trayecto de la propagación de los rayos (es el comportamiento de las ondas de electromagnéticas cuando se trasladan por el espacio.)

Esta teoría también se caracteriza porque no depende de la existencia de éter para explicar el fenómeno de propagación. En la lista de los fenómenos que no puede explicar son:

- Difracción (interferencias ópticas que se producen cuando una radiación monocromática atraviesa una rendija de espesor comparable a la longitud de onda de la radiación.)
- Interferencia (ocurre cuando se suman los efectos de dos ondas “en fase” y se cumple la ley de Bragg. Si Θ es el ángulo de incidencia de los rayos X en una estructura cristalina.)
- Polarización de la luz (propiedad de las ondas transversales que especifica la orientación geométrica de las oscilaciones. En una onda transversal, la dirección de la oscilación es perpendicular a la dirección del movimiento de la onda.)

No se puede explicar la interacción de los rayos entre sí, tampoco porque las fuentes de luz no van disminuyendo conforme avanza el tiempo, sobre todo porque debería ir perdiendo materia.

La teoría ondulatoria fue postulada por Robert Hooke, en la cual hablaba que la luz se movía por el espacio con gran rapidez y de manera instantánea, gracias a vibraciones las cuales formaban una esfera que crecía de manera regular. De esta forma quería explicar los colores y la refracción, demuestra los fenómenos que ya habíamos mencionado, los cuales no podía explicar la teoría corpuscular, también resuelve dos problemáticas de la teoría corpuscular, el que los rayos de luz no

interaccionan por las ondas, a diferencia de los corpúsculos y que las fuentes luminosas no disminuyen su tamaño por no emitir material alguno.^{9,10}

Es evidente que los fenómenos que la presente teoría no puede resolver son las principales virtudes de la teoría corpuscular y que los fenómenos que esta teoría puede explicar son los puntos débiles de la teoría corpuscular. La formación de estructuras conocidas como sombras es producido ya que las ondas de luz deberían producirse en todas direcciones hasta rodear un objeto.

El fenómeno que es resultado del contacto de las ondas luminosas con la materia en la que inciden es fácil de entender, pero también es necesario saber que el fenómeno de absorción y su interacción con la luz aun no son totalmente comprendidos.⁹

Los rayos X presentan una serie de propiedades como lo son:

- Efecto luminiscente: Esta propiedad se produce debido a la interacción de los materiales con los Rayos X, lo que provoca una emisión de luz, por lo que da una característica de producir luminiscencia en algunos materiales.
- Efecto fotográfico: Consiste en la capacidad de energía que contienen los rayos X para la generación de imágenes como la radiografía o tomografía.
- Efecto ionizante: Es la capacidad que tiene los rayos X de afectar los átomos de un cuerpo humano.
- Efecto biológico: Cuando los rayos X tienen contacto con un cuerpo humano se pueden desencadenar efectos secundarios deseados o no deseados, dado que las altas dosis de radiación o exposición continua a los rayos X pueden llegar a producir diferentes patologías, dado que afectan las células ocasionando que estas misma se reproduzcan de forma descontrolada; como también se dan los casos favorables,

los cuales son terapéuticos mediante la radioterapia, donde es utilizada para atacar o destruir las células patológicas del cuerpo humano. ⁵

Tomografía computarizada por rayos X

Sir Godfrey Newbold Hounsfield explico una técnica de rayos X en el año de 1972. El método Hounsfield consistió en dividir el área cefálica en distintos segmentos y cada una de ellos era irradiado por los bordes de estos, logrando que dicha radiación se distribuyera dentro del mismo segmento.¹¹

Siguiendo estos principios la radiación proporcionada por estos equipos se puede centrar en una porción específica, a diferencia de los rayos X convencionales donde las interacciones entre materiales afectan la resolución del segmento a estudiar. ¹²

Dicha técnica tomográfica tenía la finalidad innovar limitaciones que presentaba la radiología convencional, las cuales son:¹¹

1. La posibilidad de poder medir las densidades que presentaban los tejidos estudiados.
2. Obtener una imagen tridimensional sin el conflicto de la superposición de los objetos.
3. Distinguir tejidos blandos.

La TC (Tomografía Computarizada) ha tenido mayor relevancia en los últimos años, demostrando avances tecnológicos e innovadores, es interesante el desarrollo que ha tenido esta técnica de rayos X que se basan en 4 objetivos principales: ¹²

- a) La búsqueda de una velocidad mayor en la adquisición de las imágenes.
- b) Reducir las dosis de radiación ionizante a la que se expone el paciente.
- c) Proporcionar una calidad imagenológica mayor.

d) Potenciar la resolución espacial.

Estas innovaciones que han sufrido los aparatos tomográficos van desde las fuentes de rayos, escáner, modificaciones en su estructura y la introducción de nuevas técnicas de reconstrucción de imagen, pero todas en conjunto buscan la reducción de dosis de radiación ionizante que se produce.¹²

Generaciones de aparatos tomográficos

Los tomógrafos de primera generación funcionaban a base de un movimiento de traslación mediante rayos en un sentido paralelo, realizando un barrido rotacional de un rango menor a los 180 grados.^{11,12}

Mientras que los de segunda generación seguían el mismo movimiento traslacional, pero en un menor rango de tiempo, esto debido a la implementación de más detectores y una fuente que emitía los rayos en forma de abanico, lo cual era directamente favorable para la imagen que se esperaba obtener.^{11,12}

Posteriormente surgen en 1975 los equipos de tercera generación, los cuales tenían una cualidad donde sustituían la traslación por un movimiento simultáneo de los detectores y rayos emitidos, formando un abanico que cubría al paciente. La ganancia de tiempo de esta generación era considerable ya que lograba la obtención en un tiempo de 5 segundos, pero por el contrario se veía afectado ya que los detectores solo podían recibir los rayos que pasaban a una distancia cercana al centro de rotación.^{11,12}

Pero en el año de 1976 surgen los aparatos tomográficos de cuarta generación, que, a diferencia de los anteriores, tenían la cualidad de que los detectores podían percibir rayos a cualquier distancia del centro de rotación y se podía calibrar

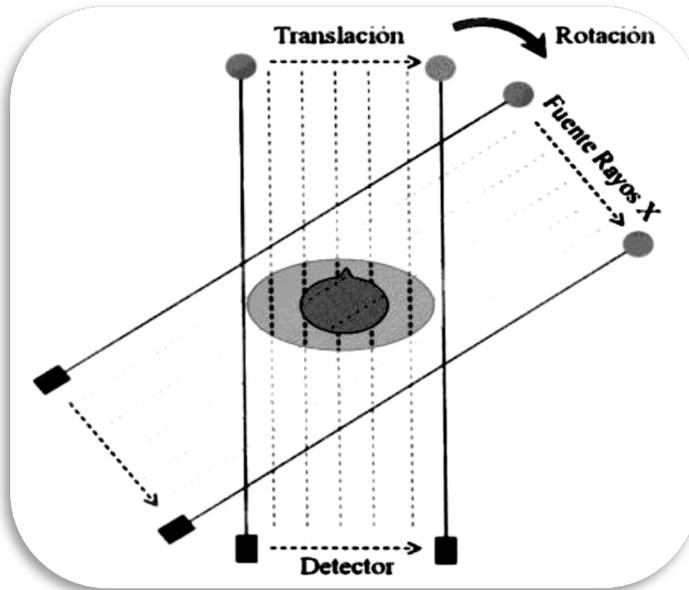
dinámicamente, sin embargo era demasiado costosa por el número de detectores que los conformaban.^{11,12}

En el año 1979 surgió el Reconstructor Dinámico Espacial (DSR) que, aunque nunca salió a la venta, era un artefacto que fue muy adelantado a su época, permitía obtener 60 segmentos con un grosor de hasta 1mm, cada uno en solo 20 segundos. Su desventaja fue por su peso (15 toneladas) y su costo tan elevado.¹¹

Se desarrolla en el año de 1980 un nuevo tipo de tomografía a base de un rayo con electrones, es decir, la quinta generación de tomógrafos, este tipo de tomografía consistió en que los electrones realizaban el movimiento a lo largo de cuatro placas que rodeaban al paciente, logrando una alta resolución suficiente para poder visualizar estructuras del sistema cardiovascular. Pero al igual que las anteriores generaciones presentaba dos limitantes, un arco de 220 grados como máximo y que no se permitía el uso de colimadores antidisperción por la fuente estacionaria.¹²

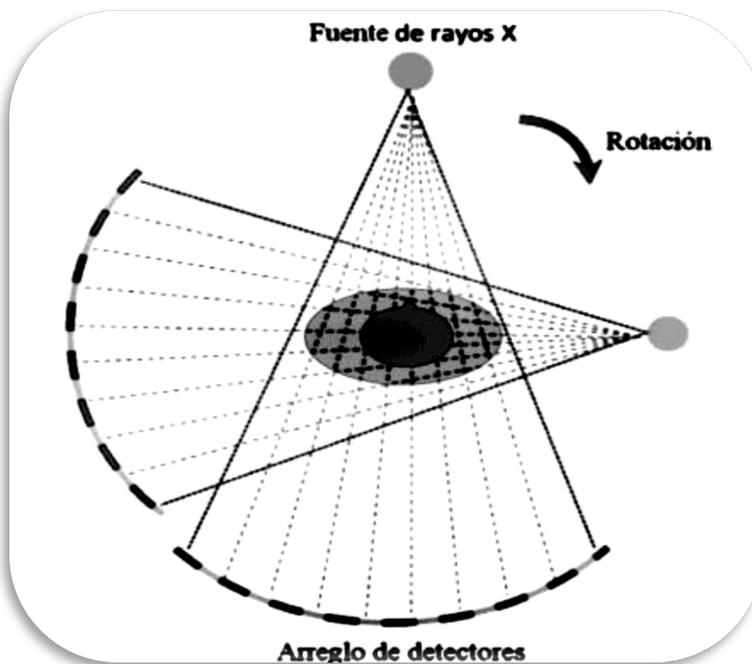
1989 es el año donde aparece la sexta generación que se conocía como la tomografía en espiral, esta se caracteriza por un movimiento continuo del gantry, este tipo de cortes podían medir los bordes de los segmentos, así como de su grosor.^{11,12}

Figura No.7. Aparato tomográfico de 1ra. generación



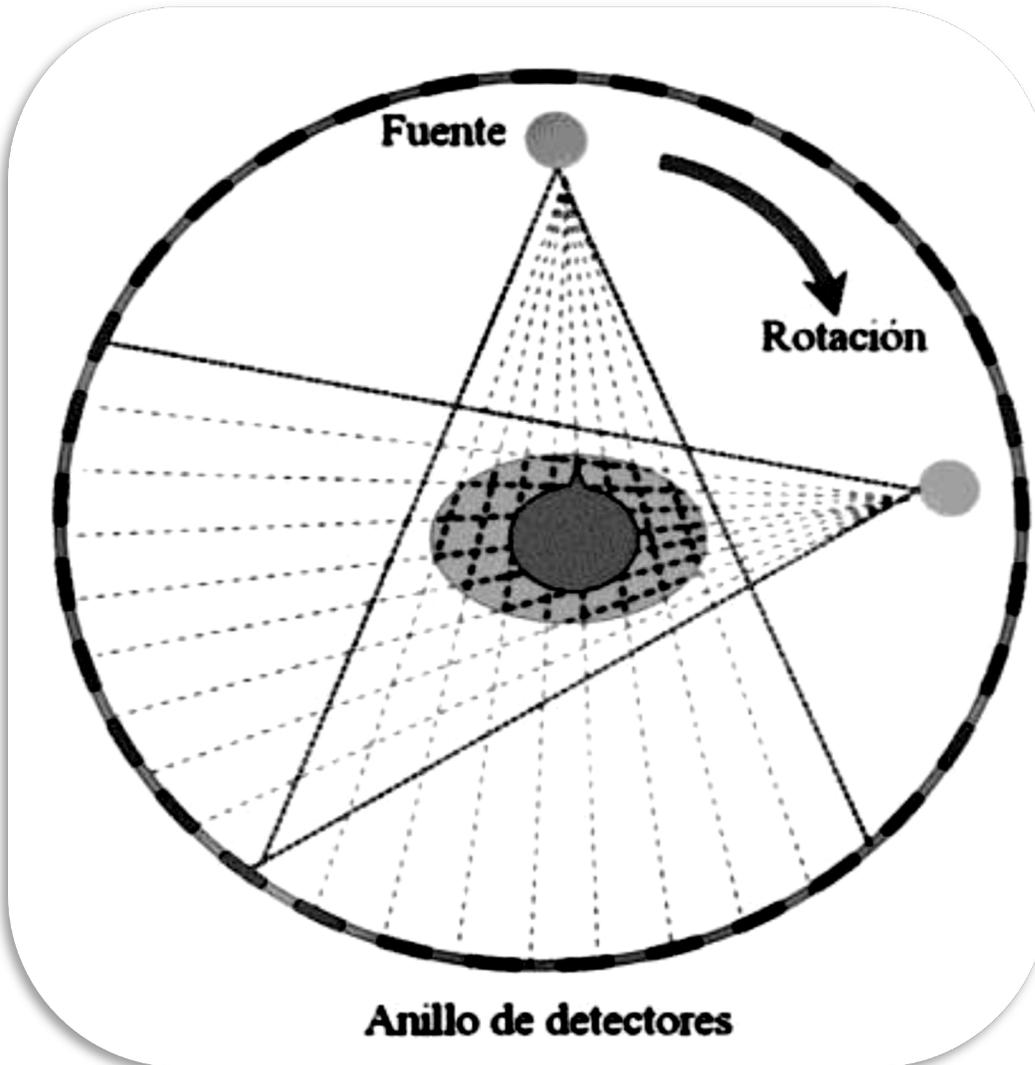
Fuente: Ramírez JC, Arboleda C, McCollough CH. tomografía computarizada por rayos x: fundamentos y actualidad. Rev. ing. biomed. [Internet]. 2008 [citado 27 julio 2023]; 2(4): 54-66.:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200008&lng=en.

Figura No.8. Aparato tomográfico de 3ra. generación



Fuente: Ramírez JC, Arboleda C, McCollough CH. tomografía computarizada por rayos x: fundamentos y actualidad. Rev. ing. biomed. [Internet]. 2008 [citado 27 julio 2023]; 2(4): 54-66.: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200008&lng=en.

Figura no.9. Aparato tomográfico de 4ta. generación



Fuente: Ramírez JC, Arboleda C, McCollough CH. tomografía computarizada por rayos x: fundamentos y actualidad. Rev. ing. biomed. [Internet]. 2008 [citado 27 julio 2023]; 2(4): 54-66. : http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200008&lng=en.

Tomografía Cone Beam

El uso de la Tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) en odontología ha sido reportado hace más de 20 años, evolucionando hacia menores dimensiones del equipamiento, un mejor manejo, rapidez en la adquisición de imágenes y bajas dosis de radiación.¹³

La Tomografía Cone Beam es un tipo de tomografía computarizada que tiene la característica de emitir radiación en forma cónica y de esta manera permite obtener imágenes diagnósticas de alta calidad clínica, debido a estos motivos se convierte en un auxiliar esencial para la práctica clínica.¹⁴

La tomografía computarizada de haz cónico nos brinda la posibilidad de obtener el volumen específico del cráneo, generando datos en tres dimensiones, presenta numerosas ventajas por su exactitud y alta velocidad de escaneado por encima de otros medios diagnósticos como por ejemplo la tomografía axial computarizada, con uso de menores dosis de radiación.¹⁵

El uso de la tomografía Cone Beam como parte del plan de tratamiento es una opción eficaz para la planeación objetiva de la cirugía Bucal y Maxilofacial, es una combinación ideal ofreciendo una mayor precisión, ya que nos brinda datos exactos y precisos del tamaño de la zona anatómica a tratar durante la cirugía. Además, ayuda a realizar un procedimiento atraumático para el paciente.¹⁵

Nos permite obtener imágenes o cortes de tejido maxilofacial mineralizado, con mínima distorsión y en cualquiera de los tres planos del espacio. Las secciones 3D hacen fácil el acceso al sitio quirúrgico, aumentando la precisión y reduciendo los riesgos durante el proceso operativo.¹⁶

La producción de imágenes clínicas provenientes de la Tomografía Cone Beam utiliza menor cantidad de radiación comparando con la dosis emitida por una tomografía médica convencional, pero son mayores si la comparamos con la radiación producida por la radiología convencional. Es por eso la importancia de valorar que el beneficio sea mayor que los riesgos radiológicos cuando se indica un examen imagenológico.^{17,18}

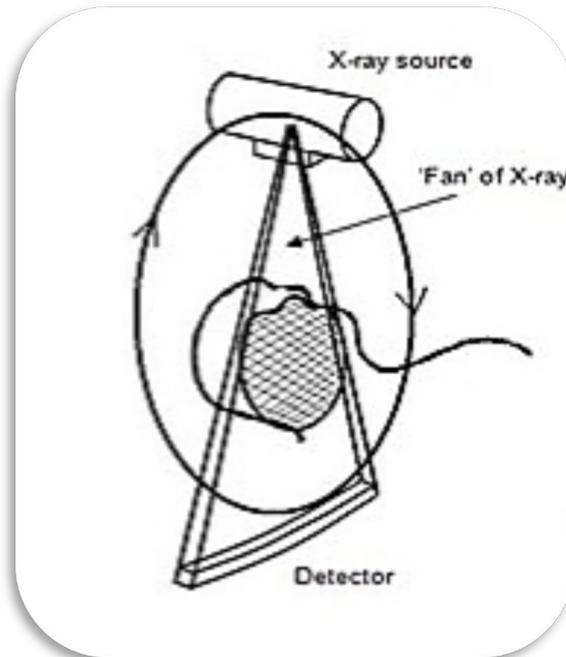
Es gracias a estos factores (adquisición de imágenes de alta calidad en menor tiempo, la posibilidad de visualizar una tercera dimensión, evitar la superposición de estructuras y la menor dosis de radiación utilizada) que la tomografía computarizada de haz cónico y su aplicación en el sector odontológico vino a superar las limitaciones de los estudios radiológicos convencionales, ya que este método de diagnóstico por imagen permite la adquisición de imágenes o cortes de tejidos mineralizados maxilofaciales.¹⁹

La Tomografía computarizada de haz de cónico, es una técnica de imagen que proporciona una evaluación cuantitativa del hueso alveolar y permite un cálculo topográfico del estado óseo.²⁰

El cirujano puede orientarse respecto a las decisiones a tomar en cuanto a los materiales protésicos (número, localización, orientación y dimensión).¹⁷

La tomografía Cone Beam es una técnica radiográfica que posee la cualidad de observar las estructuras mediante la emisión de rayos X en forma cónica, que son recibidos por las células detectoras, esto es conocido como el fenómeno de adquisición, después se genera una reconstrucción gracias a la recepción de las imágenes obtenidas por un software. Los beneficios de la técnica cónica residen en que al tener el haz dicha forma, se enfoca en la zona de interés evitando que la radiación se genere en otros sitios no deseados, al igual que la resolución espacial es mejor uniformemente a comparación de otros sistemas.²¹

Figura No. 10. Disposición de rayos X en forma de abanico



Fuente: Marra A. Cone beam. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones en odontología. Rev. electrón. PortalesMedicos.com[Internet]. 2012 [citado Agosto 2023]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/cone-beam-tomografia-computarizada-de-haz-conico-aplicaciones-en-odontologia>

Figura No. 11. Disposición de rayos X en forma cónica



Fuente: Marra A. Cone beam. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones en odontología. Rev. electrón. PortalesMedicos.com[Internet]. 2012 [citado Agosto 2023]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/cone-beam-tomografia-computarizada-de-haz-conico-aplicaciones-en-odontologia>

Uso en Ortodoncia

Actualmente no hay publicaciones donde se analicen guías actuales sobre el uso de la Tomografía Cone Beam en el área de ortodoncia. La CBCT está justificada en reemplazo de la tomografía computarizada con el fundamento de que la tomografía Cone Beam transmite menor dosis de radiación ionizante. Algunos casos indicados para CBCT en ortodoncia son pacientes con:²²

- Fisura palatina.
- Cirugía ortognática y craneofacial.
- Alteraciones degenerativas de la ATM.
- Motivos diagnósticos.
- Planeación cefalométrica.
- Seguimiento post tratamiento de ortodoncia.

La imagenología en tercera dimensión es superior a los estudios en 2D (radiografía panorámica, periapical, interproximal y lateral de cráneo) por sus cualidades únicas en el desarrollo de la especialidad en ortodoncia que nos proporciona en este caso la tomografía Cone Beam: ²³

1. Las proyecciones planas o también conocidas como proyecciones curvas, las cuales hoy en día se utilizan para el diagnóstico ortodóntico, análisis cefalométrico, diagnóstico y plan de tratamiento, se puede obtener a partir de una sola adquisición.

2. Las imágenes diagnósticas que nos proporciona este tipo de tomografía se pueden agrupar y facilitarnos una reconstrucción para proporcionar una sola imagen antes indisponible en la práctica ortodóntica.²²

3. El análisis morfológico de las raíces y el desarrollo de los órganos dentarios adyacentes a una fisura palatina.²²

4. Nos permite determinar la morfología y dimensiones volumétricas de estructuras óseas.²²

Hablando sobre el tema de malformaciones y asimetrías craneofaciales, aún no hay estudios o investigaciones que demuestren si la tomografía Cone Beam es superior sobre otros métodos diagnósticos como la radiografía panorámica para permitir su evaluación. La literatura nos menciona que solo se debe considerar la indicación de la CBCT cuando las imágenes en segunda dimensión no sean tan precisas para brindar los datos que el ortodoncista busca, por lo tanto, la tomografía de haz cónico aun no es considerada como primera herramienta diagnóstica en el área de ortodoncia. Sin embargo, en malformaciones craneofaciales y asimetrías óseas de gravedad se puede hacer uso de este auxiliar diagnóstico para una evaluación más precisa.²²

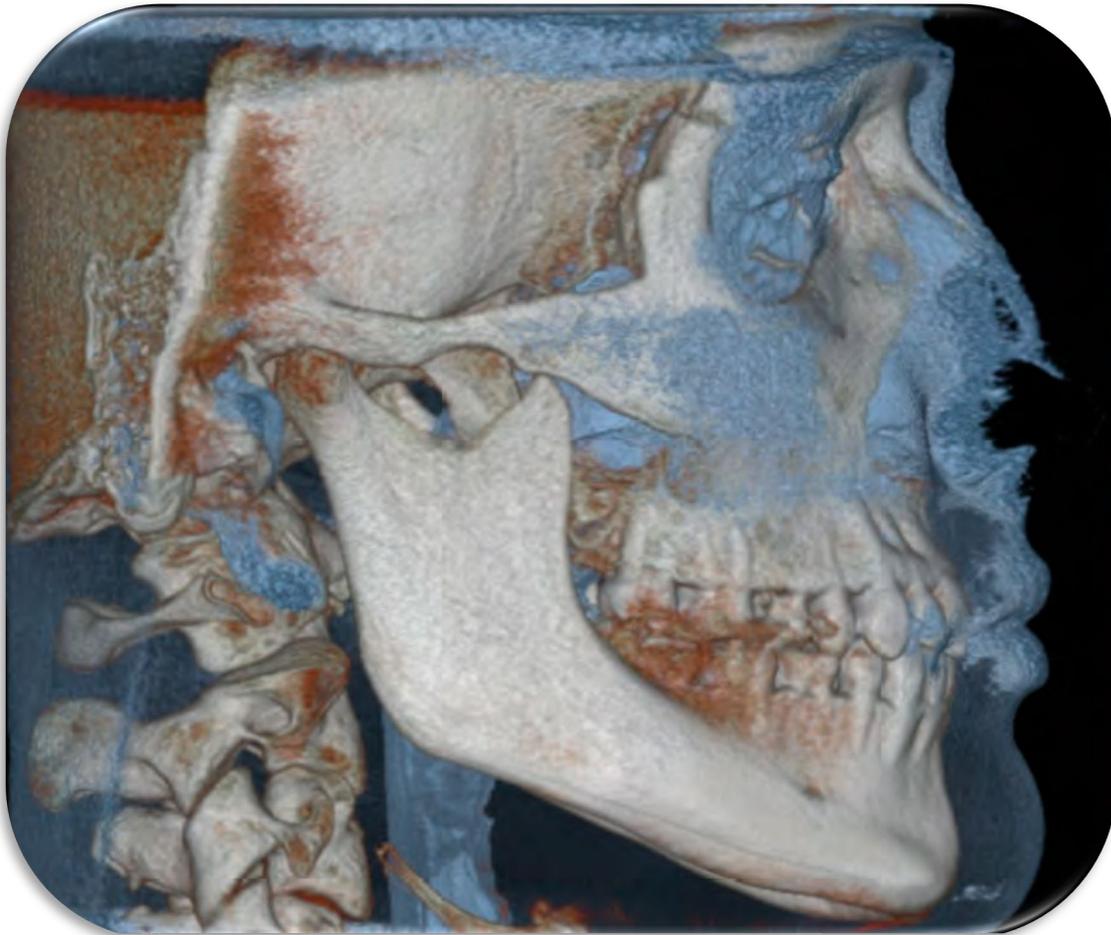
Está indicada como auxiliar diagnóstico de elección cuando las tablas óseas presenten dimensiones menores a las normales, en protrusiones maxilares y en casos donde la enfermedad periodontal haya progresado hasta lograr la reabsorción ósea de las tablas óseas, debido a que con estos factores existe el riesgo de complicaciones secundarias en el tratamiento ortodóncico como por ejemplo fenestraciones y dehiscencias, limitando la movilidad y compromete a la tabla ósea.

20,22

También podemos hablar de su uso en la valoración de las vías aéreas superiores, ya que se utiliza para tomar en cuenta sus medidas iniciales y los cambios

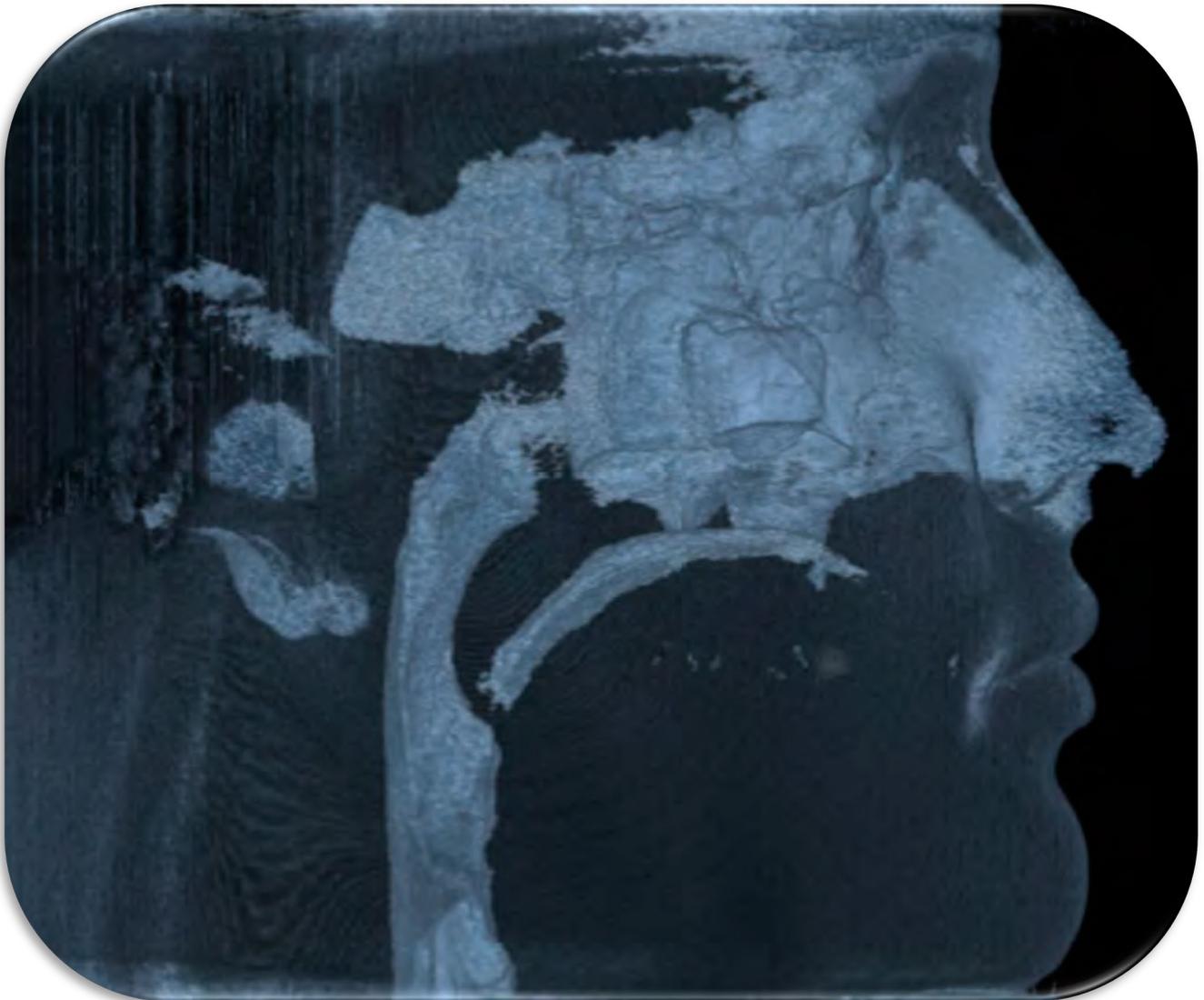
dimensionales que van ocurriendo a la evolución del tratamiento. En este aspecto se ha utilizado en procedimientos como la cirugía ortognática y el síndrome de apnea obstructiva del sueño. Al igual que nos permite evaluar maxilares comprimidos y su evolución gracias al tratamiento con expansores tanto fijos como removibles, ya que se observará el desplazamiento exacto que sufre el maxilar, permitiendo mediciones dimensionales con un margen nulo de error. También podemos observar los cambios que sufre la anatomía nasal y la neumatización del seno maxilar a lo largo de la expansión. ²²

Figura No. 12. Valoración de las estructuras óseas craneofaciales post tratamiento de ortodoncia mediante Tomografía Cone Beam



Fuente: Roque-Torres G, Meneses-López A, Bóscolo F, De Almeida S, Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatol Herediana*. 2015;25(1):60-77.

Figura No.13. Evaluación de vías aéreas post tratamiento de ortodoncia con Tomografía Cone Beam



Fuente: Roque-Torres G, Meneses-López A, Bóscolo F, De Almeida S, Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatol Herediana*. 2015;25(1):60-77.

Otro uso de este auxiliar diagnóstico es para la evaluación de dispositivos de anclaje temporal en pacientes con problemas de maloclusión, al igual que al momento del diagnóstico se valora el grosor de los complejos óseos antes de la colocación del

dispositivo de anclaje, reducir el riesgo de desinserción del dispositivo y durante el tratamiento analizar y prevenir daños en las raíces dentarias.²²

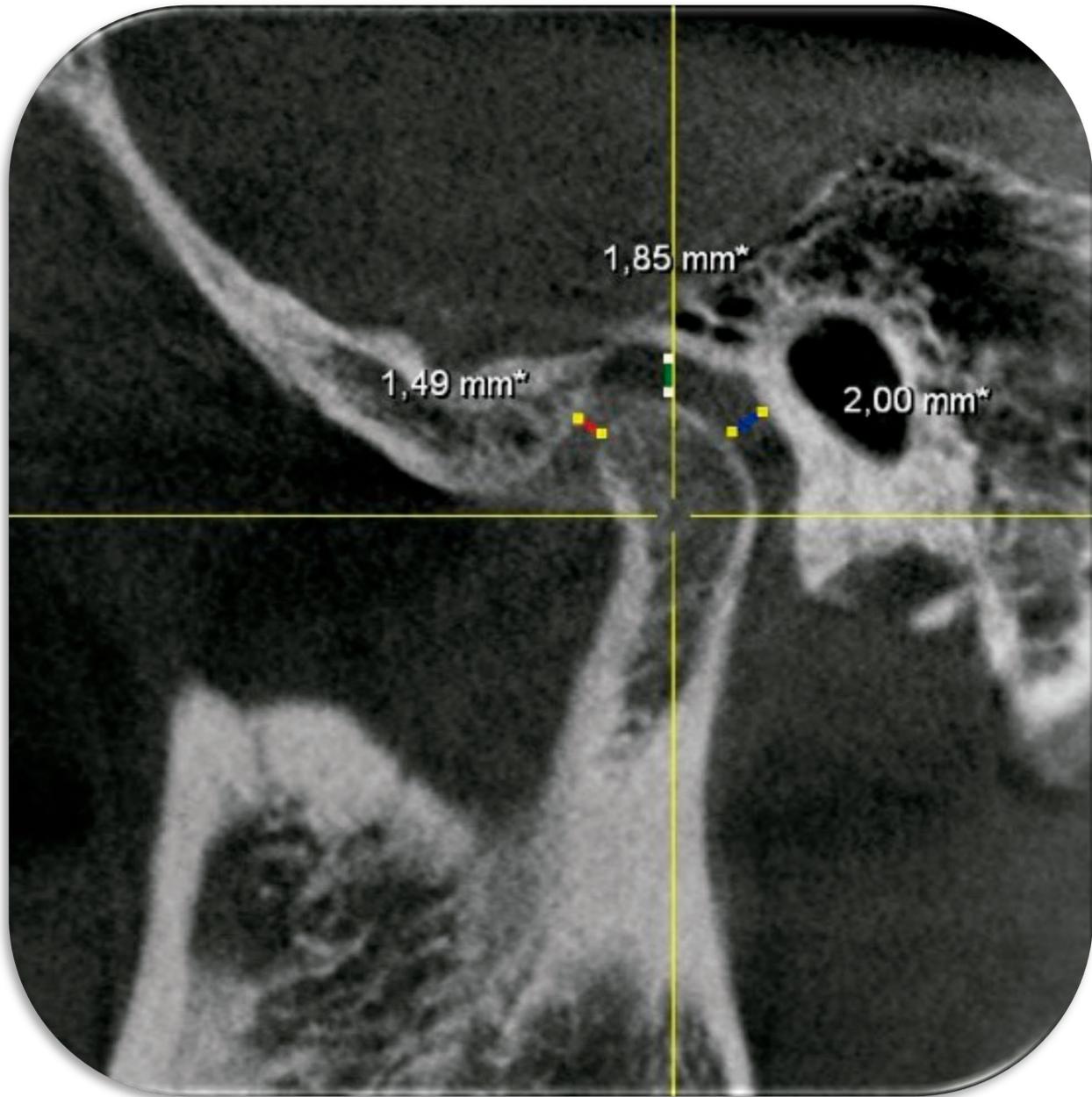
Hablando del análisis cefalométrico que es uno de los procedimientos indispensables en la ortodoncia, si bien es cierto que aún no existe suficiente evidencia que demuestre que el método en tercera dimensión es superior al método tradicional, es tema de controversia debido a que el método basado en la tomografía de haz cónico representa una mayor exposición a radiación ionizante.²²

Sin embargo, el uso de la tercera dimensión como apoyo de la cefalometría es una de las grandes promesas que nos brinda la tecnología actual, si bien es cierto que el pasar de los años darán la oportunidad para que esta nueva técnica pueda ser más estudiada y exista con certeza un dictamen sobre su utilidad, actualmente muestra ventajas en reconstrucciones multiplanares, ya que se presentan más precisos en relación de unidades de medida en comparación con otras técnicas y sistemas.²³

Abordando la articulación temporomandibular, la tomografía Cone Beam se utiliza en casos diagnósticos y quirúrgicos, al igual que la mayoría de las guías sobre evaluación de ATM indican la CBCT para evaluar alteraciones en esta estructura. Las imágenes diagnósticas de este tipo de tomografía son superiores a estudios imagenológicos como lo son la resonancia magnética y la radiografía 2D para la valoración de morfología condilar. En caso de evaluación de tejidos blandos y patologías inflamatorias en esta región, la resonancia magnética es el estudio de elección debido a que la CBCT solo valora tejidos duros.²²

Es necesario continuar investigando y profundizar estudios sobre las aplicaciones que tiene de la CBCT en ortodoncia para obtener indicaciones respaldadas por niveles más altos de eficacia diagnóstica.²³

Figura No. 14. Morfología de ATM observada en CBTC



Fuente: Guerrero A, Flores E, Flores E, Velásquez B. Posición condilar y espacio articular témporomandibular valorado con tomografía Cone beam. *Odontología Vital* [Internet]. 2021 [citado 26 de julio 2023]; 1 (35): 6-16. Disponible: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752021000200006&lng=en

Figura No.15. Cefalometría realizada en tercera dimensión



Fuente: Roque-Torres G, Meneses-López A, Bóscolo F, De Almeida S, Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatol Herediana*. 2015;25(1):60-77.

Figura No.16. Reabsorción externa visualizada mediante CBCT



Fuente: Roque-Torres G, Meneses-López A, Bóscolo F, De Almeida S, Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatol Herediana*. 2015;25(1):60-77.

Figura No.17. Modelos de estudio tridimensional



Fuente: Roque-Torres G, Meneses-López A, Bóscolo F, De Almeida S, Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatol Herediana*. 2015;25(1):60-77.

Uso en endodoncia

La especialidad en endodoncia se caracteriza por la visualización de pequeños espacios anatómicos, como, por ejemplo, el espacio periodontal promedio entre los 200 μm de grosor, otro ejemplo son los conductos estrechos que presentan una mayor complicación hablando visualmente. Es por eso la necesidad de estudios con una definición elevada. ²⁴

Al igual que en el resto de las especialidades odontológicas, el examen imagenológico es un factor indispensable en el tratamiento endodóntico debido a que nos permite realizar un diagnóstico certero y de esta manera llevar a cabo una planificación del tratamiento que se va a realizar, además de que es útil para el control intraoperatorio y el seguimiento de la evolución del caso.²⁵

Las radiografías periapicales presentan distintas limitaciones al momento de observar la anatomía radicular debido al fenómeno de superposición de estructuras cercanas o bien de las propias raíces, esto debido a que la imagen solo nos permite observarla en dos dimensiones y la estructura a analizar posee la característica de ser tridimensional. La tomografía Cone Beam se posicionó como un importante auxiliar diagnóstico en el área de la endodoncia debido a que es un método seguro y con un casi nulo margen de error para evaluar el sistema de conductos y en general la anatomía radicular propiamente dicha.²⁵

La Tomografía Computarizada de haz cónico se comenzó a utilizar en el área de la endodoncia en año de 1990. Su técnica se basaba en una fuente de radiación en forma de cono para adquirir imágenes dadas en un arco de rotación completo permitiéndonos observar una tercera dimensión de la estructura, lo que permite al clínico lograr una representación más realista de las estructuras a estudiar. Otra de las grandes cualidades que tiene este tipo de tomografía es como se mencionó anteriormente, la capacidad para eliminar la superposición de estructuras adyacentes, lo que la convierte en una opción superior a comparación de las radiografías periapicales.²⁵

En los tratamientos endodónticos, los exámenes radiográficos convencionales son esenciales durante todas las etapas del tratamiento, pero al ser una imagen bidimensional, la radiografía periapical aunque es la más utilizada, puede tener limitaciones que podrían comprometer la planificación realizada por el endodoncista, por lo cual es necesario el apoyo de la Tomografía de haz cónico

para poder tener una mejor visión y abordaje, además de presentar una dosis menor de radiación a comparación con la tomografía a base de rayos en forma de abanico y obteniendo imágenes clínicas con una mínima distorsión.²⁶

Las imágenes que nos permite obtener este tipo de tomografía presentan distintas cualidades entre las cuales destacan:²⁷

- Tamaño natural.
- Alta definición.
- Alta sensibilidad y especificidad.

La tomografía CBCT ha sido de gran relevancia en la última época para la endodoncia, ya que nos facilita la valoración tridimensional del sistema de conductos radiculares, llegando a igualar con la técnica denominada de teñido y transparencia del canal. Otra de sus ventajas es que nos permite la localización del foramen apical y el sector de bifurcación del conducto radicular.^{28,29}

Se ha conseguido demostrar la utilidad diagnóstica de la tomografía Cone Beam en casos como:²¹

- Reabsorción radicular.
- Periodontitis apical en estadios iniciales (reportando una sensibilidad del 91 % frente al 77 % con radiografía periapical).
- Fracturas radiculares verticales.
- Fracturas radiculares horizontales.
- Perforaciones radiculares.
- Identificación de instrumentos fracturados.

Las asociaciones internacionales de endodoncistas han indicado el empleo de la tomografía Cone Beam previamente al tratamiento en los siguientes casos: ²⁴

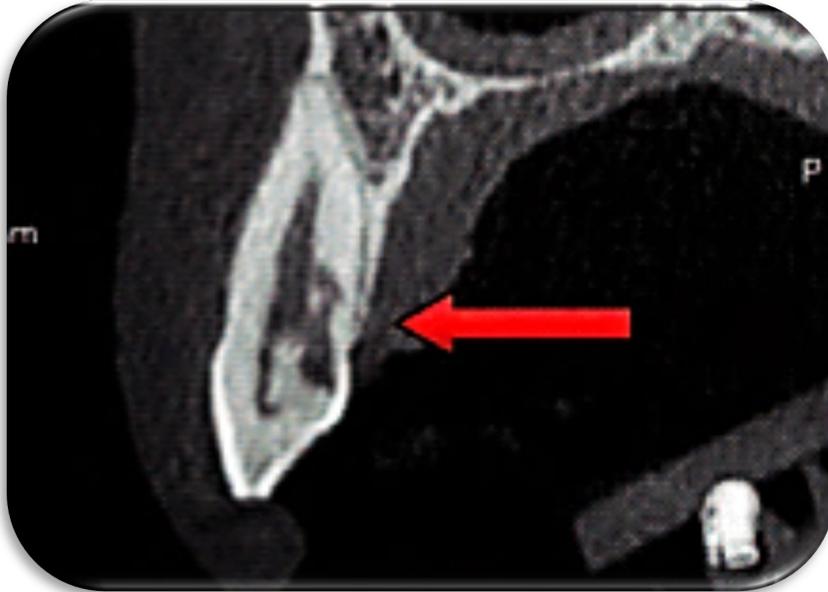
- Presencia de un conducto no tratado.
- Localización de perforaciones radiculares.
- Relación de un anclaje interradicular.
- Conocer las dimensiones y la ubicación real de un proceso periapical.
- Identificar el recorrido de conductos curvados.
- Localización de un instrumento fracturado.

También nos brinda la posibilidad de observar el órgano dentario y el sistema pulpar en secciones de alta calidad donde se hacen cortes en el plano axial, sagital y coronal. Los cortes seccionales nos auxilian al momento de detectar alteraciones pulpoperiapicales, imposibles de observar con la interpretación radiográfica tradicional.²⁷

Basado en la información anterior se comprueba que en la evaluación de casos endodónticos es necesario apoyarnos en un examen imagenológico que nos proporcione una vista precisa de los tres planos espaciales y elimine la sobreproyección de estructuras no deseadas, como es el caso de la tomografía, considerada como una técnica de gran potencial al permitir la observación en todas sus dimensiones del sistema de conductos radiculares, los tejidos y estructuras anatómicas.²¹

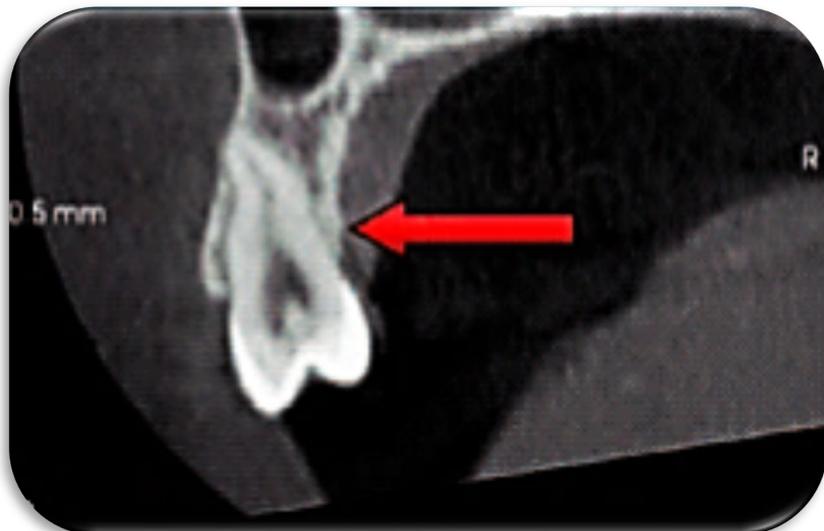
La tomografía Cone Beam es adecuada para realizar un diagnóstico certero y seguro, debido a que nos permite observar de manera detallada la anatomía externa e interna del órgano dental gracias a las imágenes de alta calidad que nos proporciona este estudio. ³⁰

Figura No. 18. Reabsorción interna incisal vista mediante CBCT



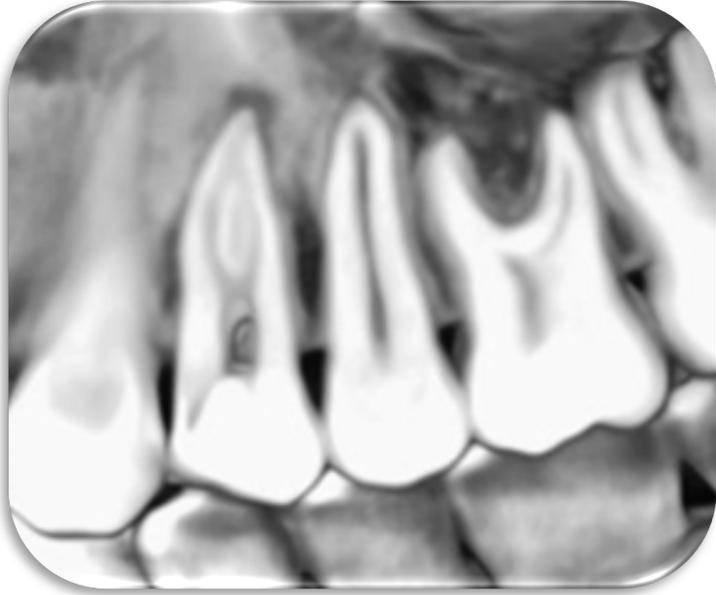
Fuente: Monardes Cortés H, Abarca Reveco J, Chaparro González D, Pizarro Gamboa F. Hallazgos radiográficos de connotación endodóntica utilizando tomografía computarizada de haz cónico. Av Odontoestomatol [Internet]. 2015 [citado Agosto 2023]; 31(2):59-65. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/S0213-12852015000200002>.

Figura No.19. Dilaceración radicular observada con tomografía Cone Beam



Fuente: Monardes Cortés H, Abarca Reveco J, Chaparro González D, Pizarro Gamboa F. Hallazgos radiográficos de connotación endodóntica utilizando tomografía computarizada de haz cónico. Av Odontoestomatol [Internet]. 2015 [citado Agosto 2023]; 31(2):59-65. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/S0213-12852015000200002>

Figura No. 20. Sistema de Conductos observado con Tomografía Cone Beam



Fuente: Tapia G, et al. Manejo endodóntico de un primer premolar superior con 3 conductos utilizando tomografía computarizada de cone-beam. Rev Odont Univ Ecu. 2022; 2(25): 46-50.

Otra de sus grandes ventajas es que nos permite valorar las distintas opciones de tratamiento y mejorar el pronóstico de los tratamientos endodónticos, gracias a la posibilidad de ver en tercera dimensión la anatomía del diente, lo cual nos brinda más precisión para ubicar perforaciones, conductos sin tratar, resorciones y alguna fractura al momento del tratamiento.³¹

Se tiene el conocimiento que los dientes anteroinferiores cuentan con la presencia de un solo conducto radicular perteneciente a la única raíz que poseen, sin embargo estudios realizados mediante la Tomografía Cone Beam mostraron una prevalencia de 13% de órganos dentarios anteroinferiores que presentaban dos conductos, con la característica que al igual que los dientes anterosuperiores presentaron o no un puente dentinario, lo cual complica el tratamiento endodóntico debido a la posibilidad de que se obstruya el segundo conducto que se localiza debajo de este puente.²⁷

Por otra parte, la disposición de rayos X en forma cónica brinda la posibilidad al odontólogo de observar el sistema pulpar y analizar la estructura mineralizada dental en pequeños cortes de alta definición, lo cual nos facilitará la identificación de alteraciones pulpo-periapicales y morfología radicular imposible de ser observada con la interpretación radiográfica en segunda dimensión.²⁷

Es necesario que el endodoncista y odontólogo general mantengan una constante actualización teórica y práctica sobre los avances tecnológicos, para una buena toma de decisiones en cuanto a indicar la Tomografía Cone Beam basándose en datos obtenidos en la historia clínica del paciente, el examen clínico, identificando las limitaciones que estas pueden generar y con ello extraer la mejor información posible de los diferentes procedimientos de reformateo, tales como: axial, coronal y sagital, permitiendo así maximizar el beneficio y minimizar el riesgo que pueda presentarse.³²

Uso en Implantología

Los implantes dentales son la opción ideal para reponer elementos dentales perdidos. El implantólogo, que utiliza CBCT para planificar sus casos clínicos, lo hace con más precisión, ya que proporciona mediciones fiables de ancho, alto, espesor y calidad ósea. La Academia Estadounidense de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR, 2013) recomienda la visualización de la región receptora del implante a través de una imagen transversal, ya que garantiza con precisión la visualización simultánea de la altura y el ancho del hueso.³³

Los implantes dentales son una opción de rehabilitación oral con mayor frecuencia en la actualidad, generando un incremento de odontólogos que se dedican a esta especialidad. La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT), nos permite tener ventajas a comparación con una radiografía convencional, esto se debe a que forma una reconstrucción estructural volumétrica de los complejos maxilares, permitiéndonos imágenes tridimensionales de alta calidad.³³

Timock *et al.* Hablan de la precisión de las mediciones correspondientes a la altura y grosor óseo alveolar oral obtenidas mediante la Tomografía Cone Beam, dejando claro que este auxiliar diagnóstico nos permite realizar un análisis de datos con una exactitud favorable.³³

Al planificar la colocación de implantes, algunos autores afirman que un clínico requiere información sobre: estructura ósea, densidad y volumen topográfico y su relación con estructuras anatómicas importantes como nervios, vasos sanguíneos, raíces dentarias, piso nasal y cavidades sinusales o cualquier patología clínica importante. En consecuencia, la CBCT está indicada como examen preoperatorio en implantología.^{33,34}

El diseño preoperatorio para un tratamiento implantológico es una de las partes con mayor importancia hablando del tratamiento quirúrgico y protésico, que ha ido evolucionando para lograr obtener mejores resultados funcionales y estéticos.

En la actualidad los procedimientos quirúrgicos guiados han aumentado, particularmente gran parte de ello se debe a los avances que ha tenido la tomografía de haz cónico y al uso de softwares que valoran tridimensionalmente la localización y condiciones del implante. La tomografía de haz cónico es un auxiliar no invasivo que nos permite visualizar los complejos maxilofaciales y determinar la cantidad/calidad ósea, al igual que a la par el uso de softwares específicos para la especialidad de implantología para poder mejorar los procedimientos de cirugía guiada.³⁵

En la fase de planificación, CBCT proporciona información sobre la ubicación, tamaño y angulación del cuerpo del implante, la necesidad de injerto o extracción ósea y la relación del implante con las estructuras anatómicas (seno maxilar, cavidad nasal y canales neurovasculares). Esta información ayuda a evitar posibles complicaciones trans o posquirúrgicas, como parestesias resultantes de la compresión o disrupción parcial o total de los nervios de la región maxilofacial.

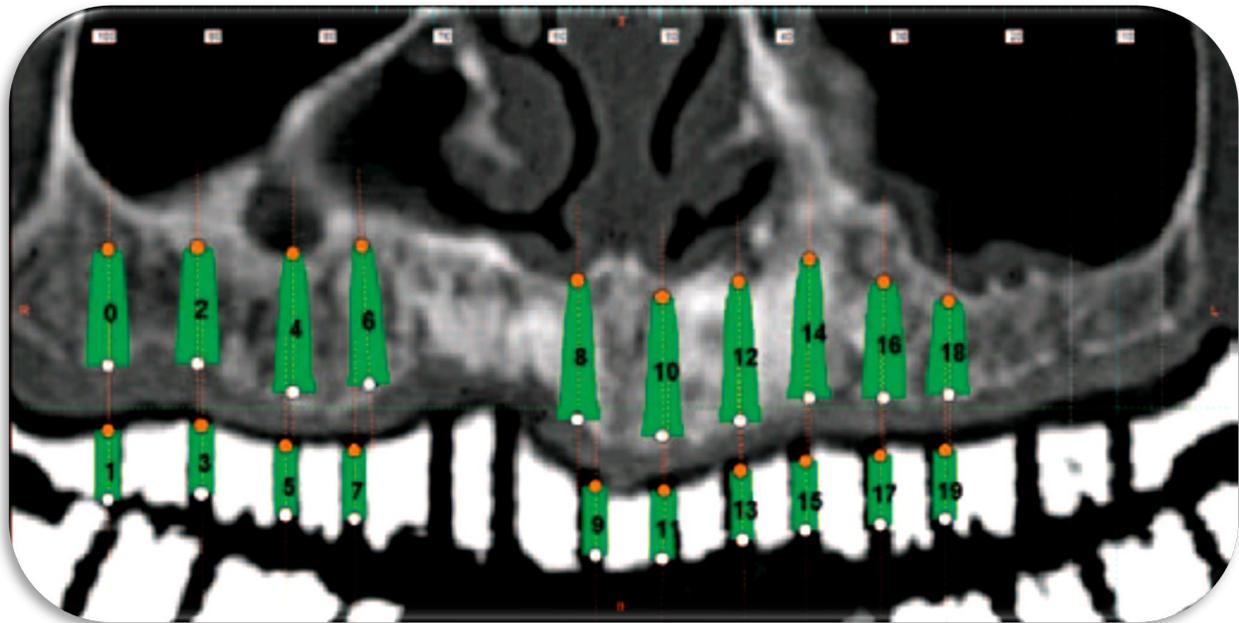
Después de la operación, la CBCT se puede utilizar para observar la relación del implante con el tejido óseo y las estructuras anatómicas circundantes.^{36,37,38}

Un nuevo abordaje de las imágenes tomográficas, denominado Soft Tissue Cone Beam Computed Tomography (CBCT TM), que permite obtener datos clínicos sobre las dimensiones y relación de diversas estructuras del periodonto como el margen gingival, la cresta ósea vestibular y unión amelocementaria. Además, se pueden tomar mediciones varias veces en diferentes momentos con la misma imagen obtenida por CBCT TM, lo que no es factible con otros métodos como el uso de ultrasonido o sondaje transgingival.

El uso de retractores bucales permite una visualización clara de las estructuras periodontales blandas y duras mediante la realización de CBCT TM. Sin embargo, la CBCT sin retracción de los tejidos blandos todavía se utiliza ampliamente en odontología para obtener imágenes del tejido duro del periodonto.³⁹

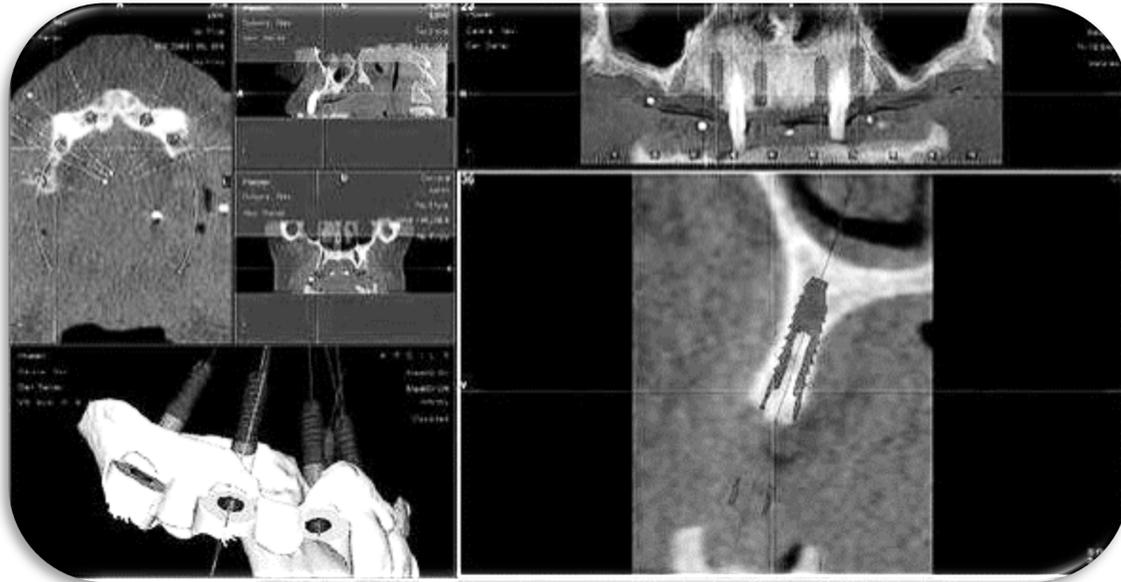
Con estos avances tecnológicos en los exámenes de imagen, la posibilidad de tener la mejor visualización de la región seleccionada sin distorsiones, con baja dosis de radiación al paciente, fácil manejo y bajo costo, hace que cada vez más profesionales opten por la tomografía computarizada para su planificación, aumentando así la calidad de los exámenes complementarios necesarios para un buen diagnóstico.³⁹

Figura No.21. Guía implantológica en CBCT



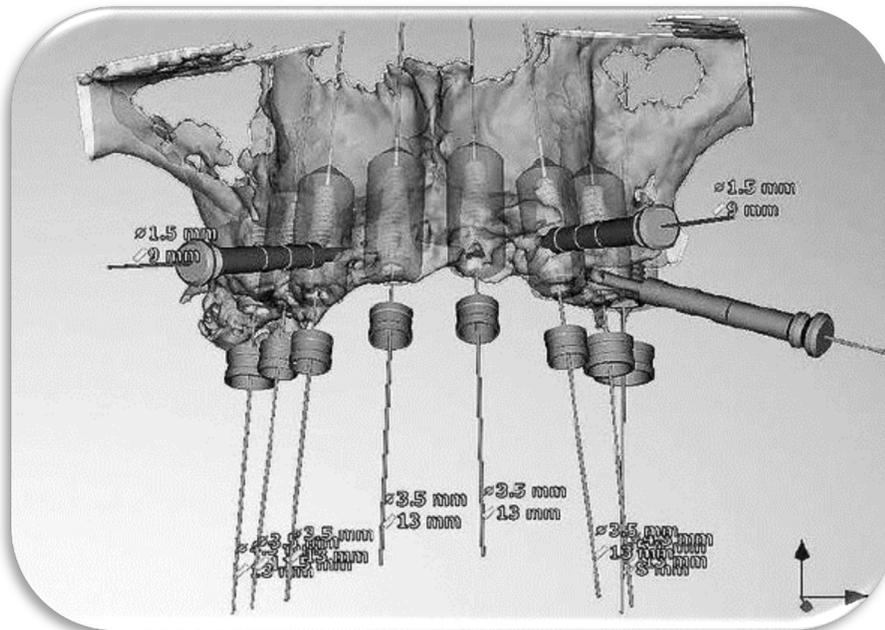
Fuente: Lorrio JM, Sierra L, García I, Lorrio C, Gómez R. La rehabilitación con implantes en el paciente edéntulo maxilar mediante cirugía guiada y carga inmediata. *Av Periodon Implantol.* 2015; 27(3): 117-124.

Figura No.22. Diseño implantológico en CBCT



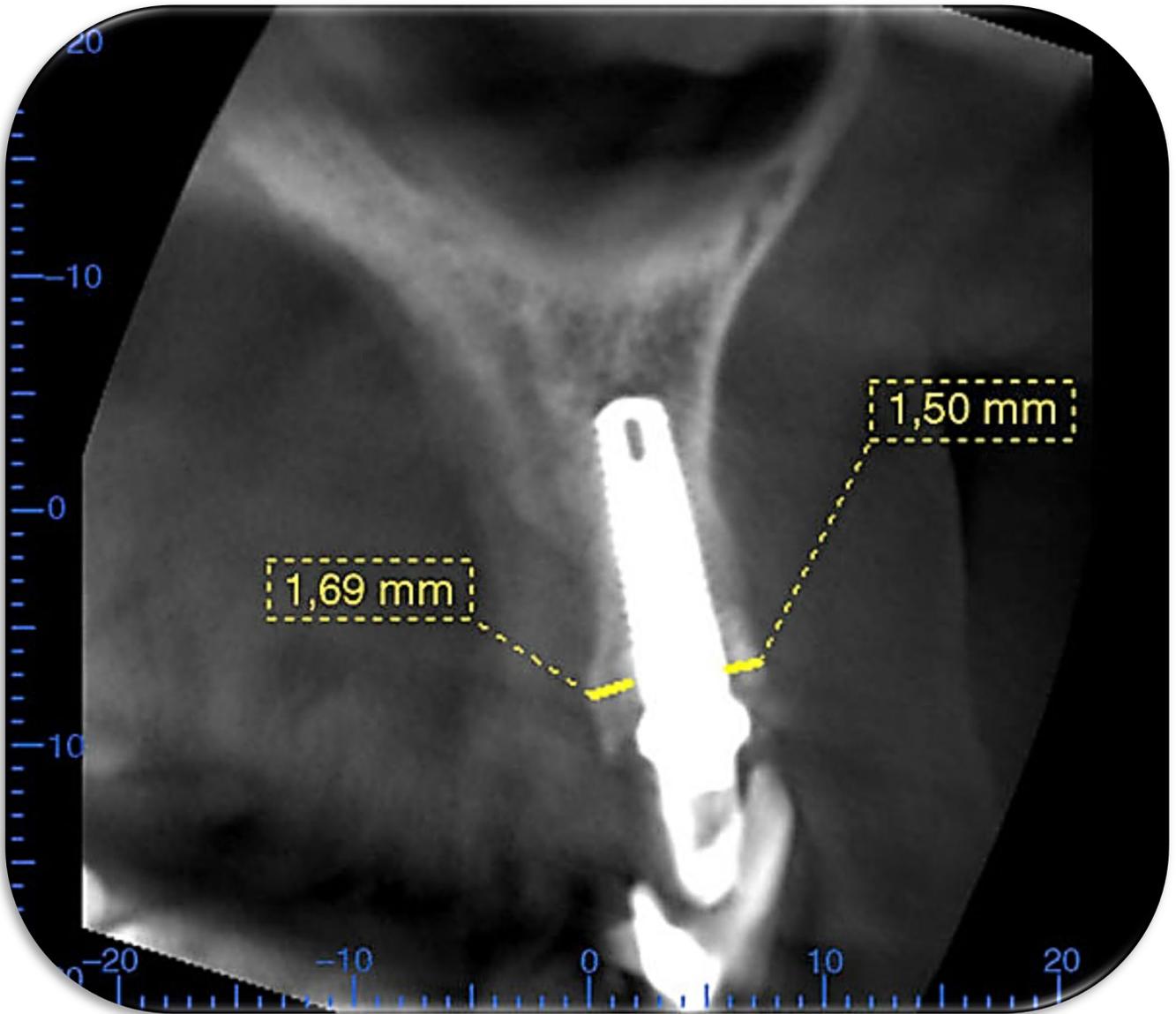
Fuente: Alexandre N. Planificación de tratamiento con software para cirugía guiada en implantología oral. Av Odontoestomatol [Internet]. 2019 [citado 13 Sep 2023]; 35(2):59-68. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852019000200002>.

Figura No.23. Diseño tridimensional de colocación de implantes mediante CBCT



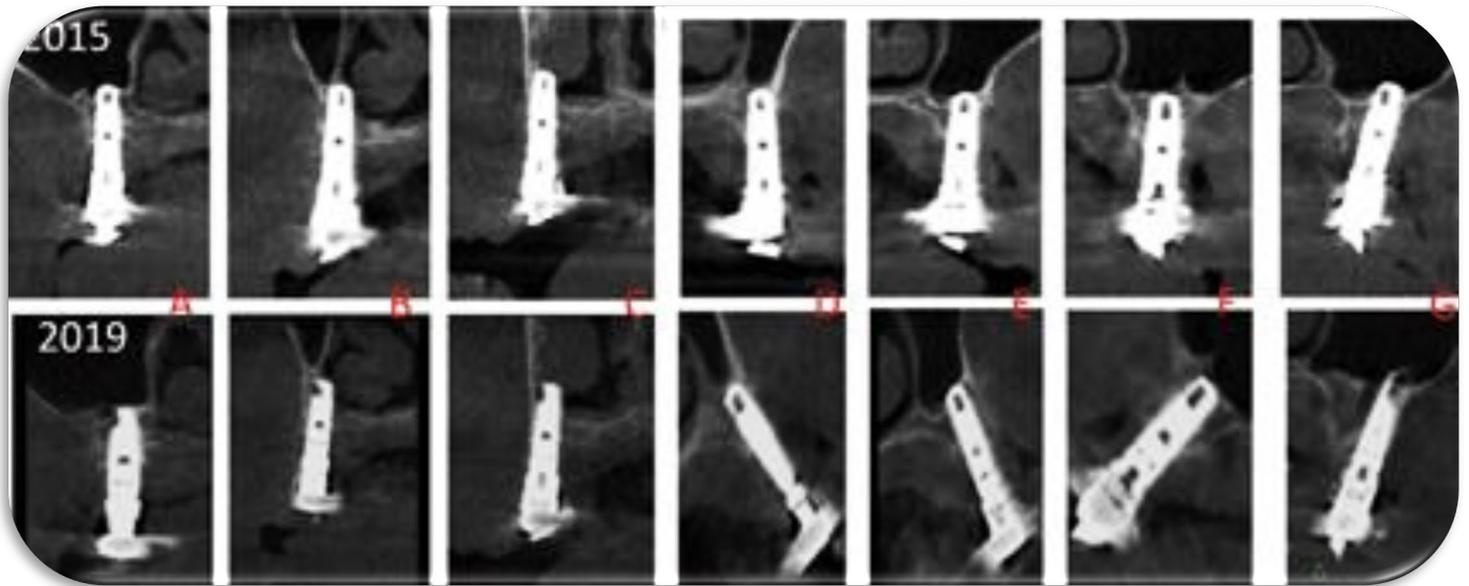
Fuente: Alexandre N. Planificación de tratamiento con software para cirugía guiada en implantología oral. Av Odontostomatol [Internet]. 2019 [citado 13 Sep 2023]; 35(2):59-68. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852019000200002>.

Figura No.24. Seguimiento de implante unitario colocado mediante CBCT



Fuente: Salgado JF, Latorre F. Implante inmediato postextracción y restauración inmediata: Planeación quirúrgica y protodóntica. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 2015; 8(3):249-255.

Figura No.25. Seguimiento mediante CBCT de implante unitario



Fuente: Marcus N. Seguimiento a 5 años de prótesis híbrida con subestructura sinterizada. Reporte de caso. J. Interdiscip. Dent. 2021; 14(3): 285-287.

Uso en cirugía Bucal y Maxilofacial

El uso de la CBTC y su relación con la especialidad médica como lo es el área de oftalmología, es mediante la observación e identificación de todas aquellas estructuras anatómicas con las que se puede tener una relación directa al momento de efectuar diferentes procedimientos quirúrgicos que tengan un compromiso directo con la zona anatómica como por ejemplo, de manera más directa el nervio infraorbitario al realizar su trayecto facial, el cual es un sitio muy recurrido en donde se efectúan procedimientos correspondientes a cirugía maxilofacial.⁴⁰

El cirujano maxilofacial tiene participación en el proceso de colocación quirúrgica de osteodontoqueratoprótesis, el uso de la tomografía computarizada de haz cónico es de gran utilidad para la valoración de las estructuras dentales superiores en relación

con la órbita y el hueso alveolar, ya que será indispensable para el anclaje de este tipo de prótesis y también para el éxito del mismo.⁴⁰

Es un tipo de cirugía oftalmológica por la cual se opta para devolver la visión de un ojo cuando los trasplantes de córnea han fallado o cuando el trasplante de córnea no puede practicarse por distintas características del paciente.

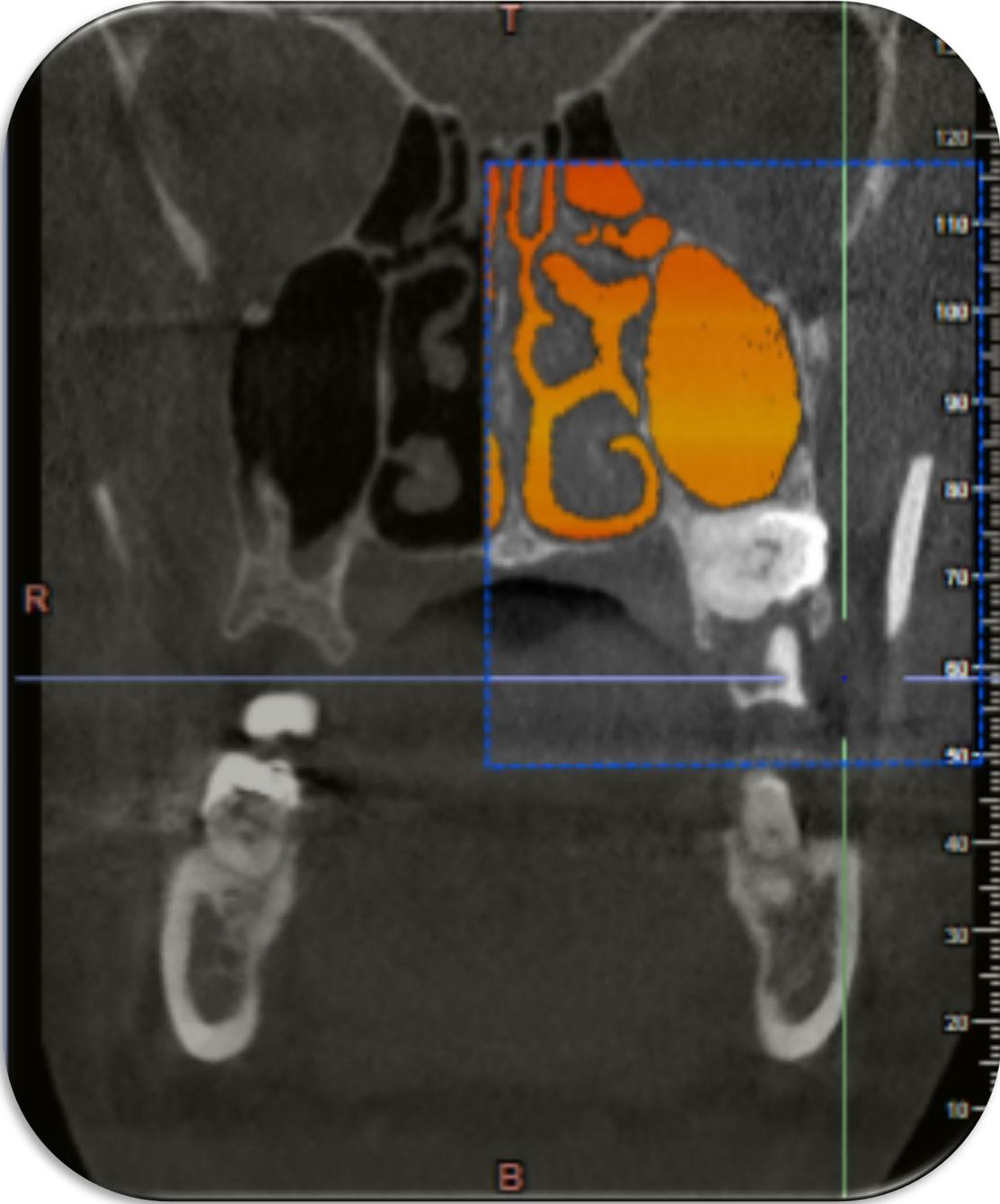
La técnica base para este procedimiento quirúrgico es en un trasplante autólogo, el cual se apoya de una lámina dental ósea que sirve como un anclaje biológico para una estructura hecha a base de polimetilmetacrilato, para que después de un lapso de 2 a 3 meses de integración subdérmica, es colocado sobre la superficie de un globo ocular, lo que tendrá como resultado la posibilidad del paso de la luz sin impedimento alguno y de esta manera la recuperación de la visión.⁴¹

Nos permite obtener imágenes de una calidad alta para poder observar y analizar la posición, forma y variantes anatómicas de los senos paranasales. En el caso de patologías como la sinusitis es un auxiliar diagnóstico muy adecuado ya que no es invasiva, al igual que nos sirve para determinar si es de origen odontológico al observar a detalle las condiciones de las estructuras anatómicas de la región dentomaxilar superior.⁴⁰

Otro ejemplo de cómo es útil la tomografía de haz cónico, es que nos permite evaluar las condiciones de la vía aérea superior en la apnea obstructiva del sueño, donde nos permite evaluar la anatomía y funcionalidad de las estructuras adyacentes.³⁹

Otra funcionalidad es para analizar el tamaño y neumatización de la crista Galli, esta es importante porque podrían existir irregularidades en patologías como la sinusitis y tumores de la fosa craneal anterior.⁴¹

Figura No. 26. Evaluación de espacios neumáticos mediante CBCT

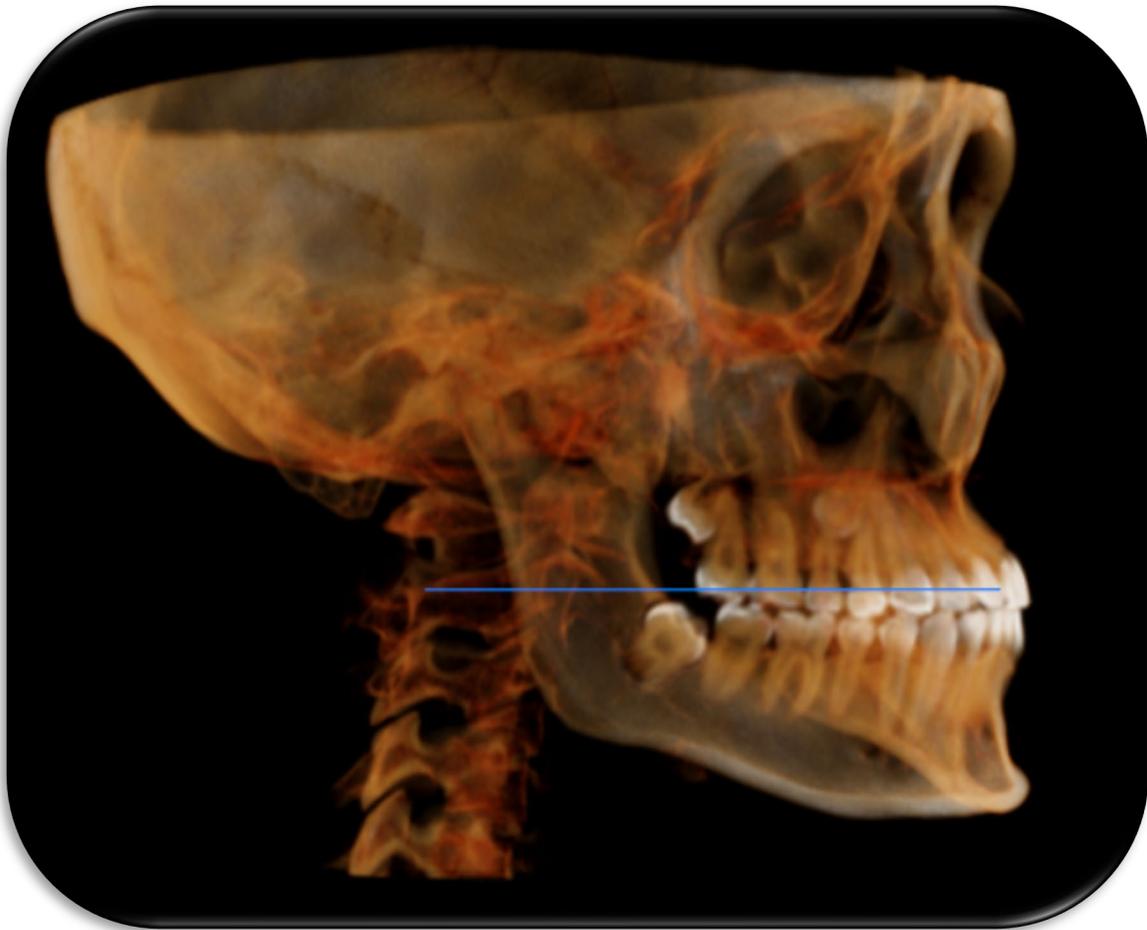


Fuente: Cortesía de Aranda RLJ

En los casos de pacientes que presentan migraña crónica, donde la Tomografía Cone Beam nos da la posibilidad de analizar la correcta colocación de un neurotransmisor en la fosa pterigopalatina como tratamiento definitivo, al igual que nos brindara la posibilidad de evaluar el seguimiento postoperatorio y la manera en la que produce ondas de estimulación sobre el ganglio esfenopalatino. ^{40,42}

Una de las estructuras de mayor relevancia y con mayor recurrencia en procedimientos odontológicos, ya sean quirúrgico o no es el nervio alveolar inferior, por lo cual es muy recurrente el daño y alteraciones neurosensoriales de esta estructura. ⁴³

Figura No.27. Relación del tercer molar con el nervio alveolar inferior 3D



Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No. 28. Relación del tercer molar con nervio dentario inferior, visualizada con CBCT



Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Cuando se realiza una cirugía ortognática bimaxilar en pacientes con clase III esquelética, podemos observar la posición del hueso hioides posterior al procedimiento quirúrgico. ⁴⁴

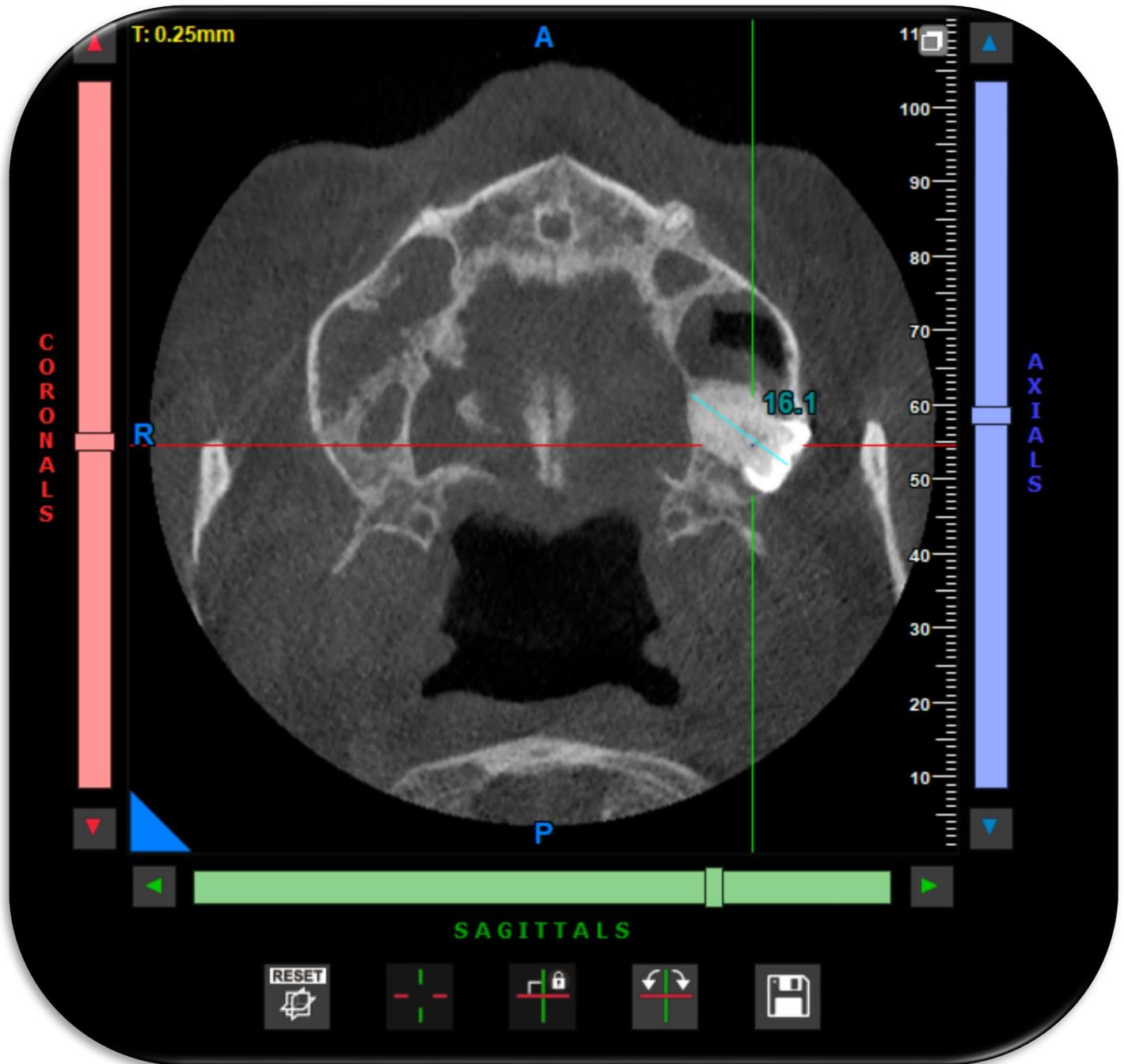
La tomografía Cone Beam es seleccionada como el examen estándar de oro en caso de requerir realizar una evaluación de la cavidad nasal. Mediante la prueba con programas de análisis tridimensionales se comprobó que es factible visualizar y obtener volumen, longitud y área transversal de las vías respiratorias superiores. Considerándose un método diagnóstico preciso y seguro para la evaluación de este sector anatómico.⁴⁵

Figura No. 29. Evaluación vías aéreas superiores con CBCT



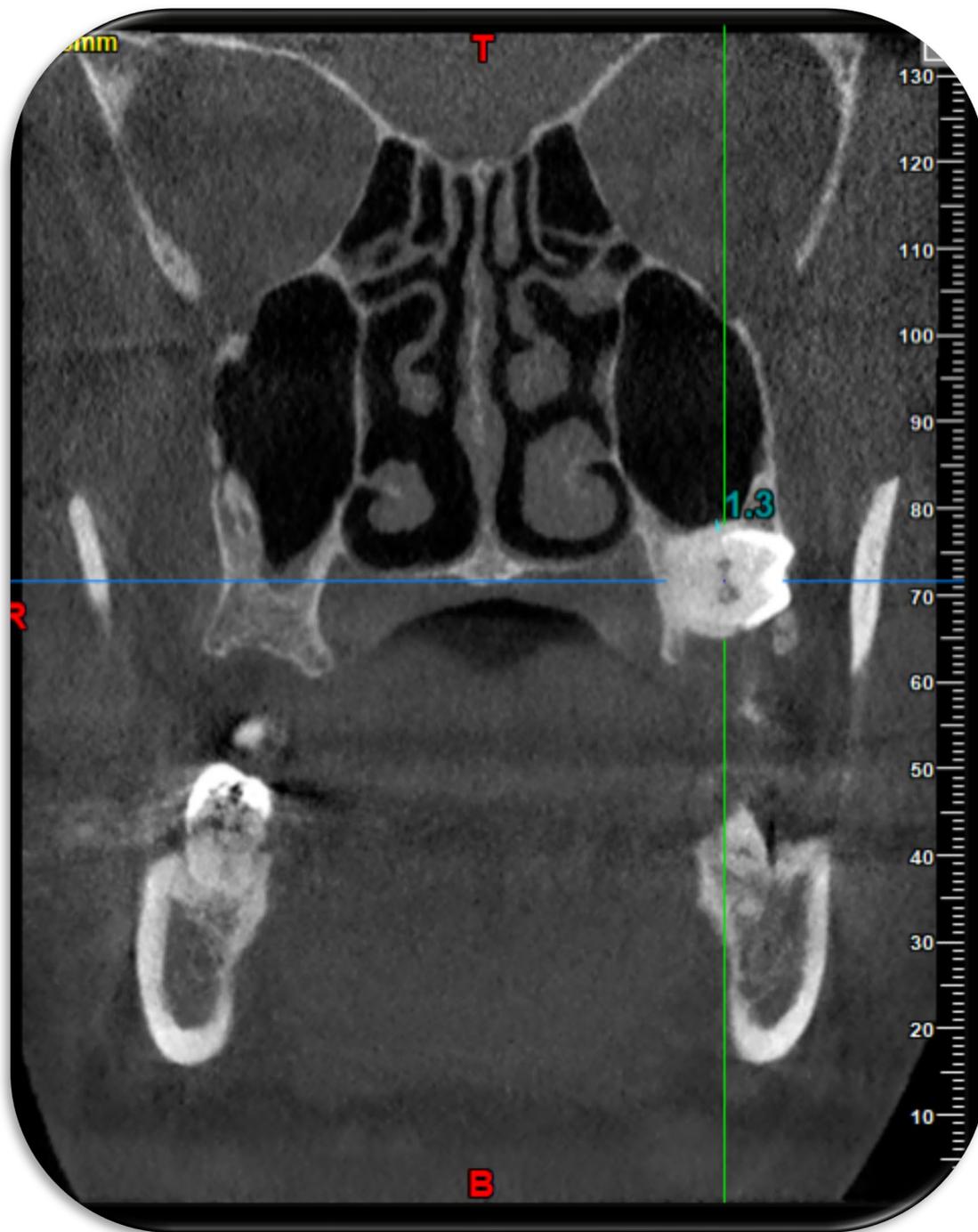
Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No. 30. Relación del tercer molar superior con el seno maxilar, visualizada por CBCT



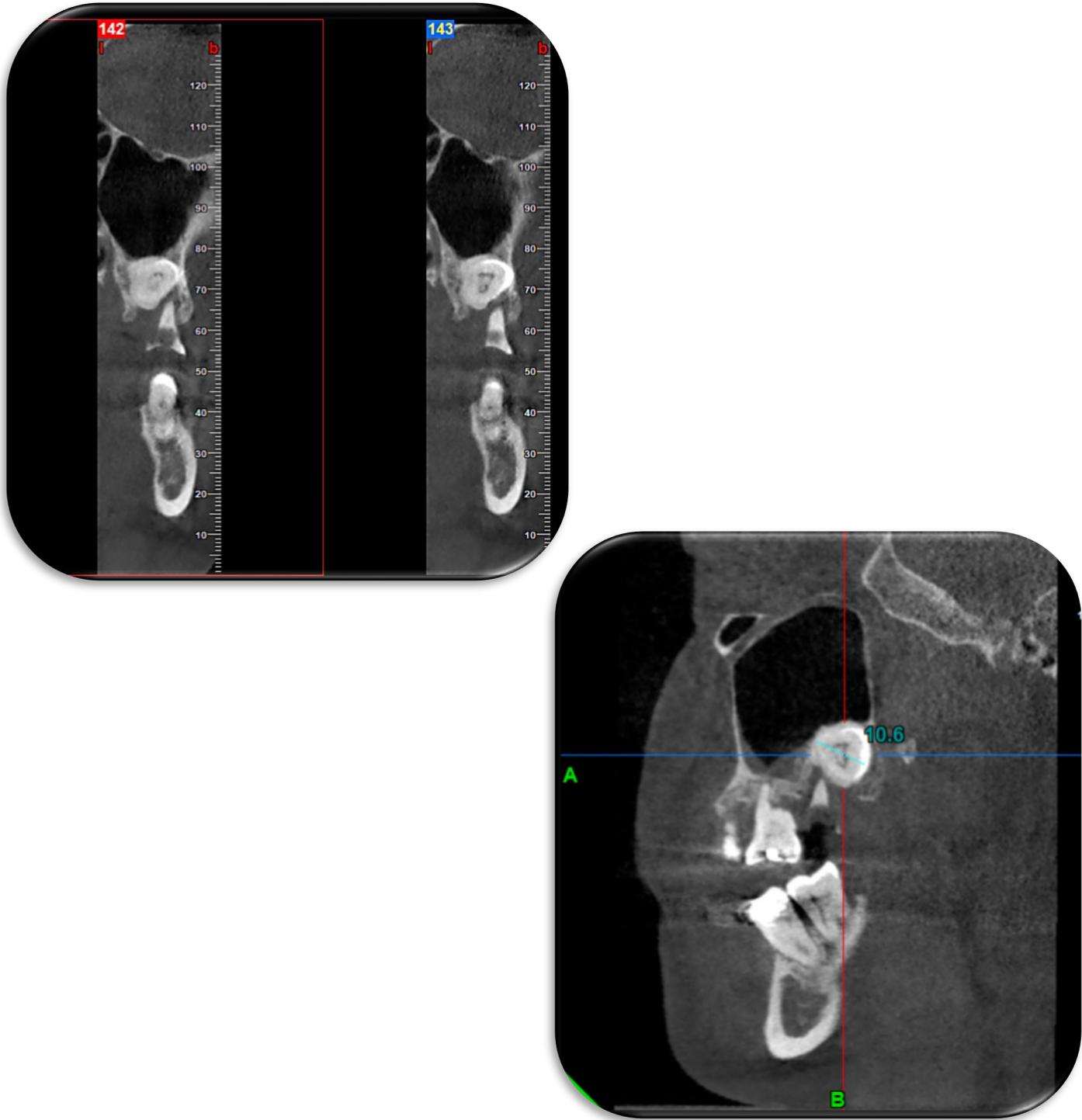
Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No. 31. Relación del tercer molar superior con el seno maxilar, en una vista sagital mediante CBCT



Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No. 32. Relación del tercer molar superior con el seno maxilar en una CBCT



Fuente: Cortesía Aranda RLJ

En el caso de realizar un estudio sobre la posición condilar existen diversos estudios imagenológicos recomendados como lo pueden ser la radiografía transcraneal, la tomografía convencional, la tomografía axial computarizada, la tomografía Cone Beam y la resonancia magnética, sin embargo los estudios de elección son la CBCT y la resonancia magnética esto debido a la adecuada visualización del disco interarticular y su relación condilar.⁴⁶

Con la tomografía Cone Beam se pueden realizar medidas en base al grosor óseo que cubre la fosa glenoidea al igual que permite la evaluación morfológica de la ATM.⁴⁶

Existen hallazgos clínicos y radiográficos que permiten realizar el diagnóstico de Osteonecrosis mandibular, el auxiliar diagnóstico Cone Beam nos permite observar hallazgos inespecíficos, además de tener la capacidad de poder detectar esta patología en cualquiera de sus cuatro estadios y la extensión del daño que no es suficiente con evaluarla únicamente de manera clínica.⁴⁷

Entre las características que nos permite observar este tipo de tomografía en esta patología son:⁴⁷

- Pérdida estructural del complejo óseo alveolar.
- Reabsorción no inducida por alteraciones periodontales.
- Alteraciones en la estructura trabecular ósea.
- Falta de formación ósea alveolar posterior a una extracción.
- Presencia de zonas osteoescleróticas que se encuentren alrededor del hueso alveolar o basilar.
- Aumento o reducción de la estructura periodontal de la lámina dura mandibular.

La prevención es la mejor estrategia para manejar la Osteonecrosis mandibular, ya sea de origen farmacológico o no.

En los casos que este indicado el tratamiento antiresortivo es indispensable la valoración del paciente por parte de un cirujano maxilofacial con el objetivo de eliminar o controlar posibles focos de infección que pudieran complicar el tratamiento.⁴⁷

La radiografía convencional (segunda dimensión) es usada con regularidad para identificar lesiones en la estructura ósea mandibular, en el caso de la radiografía panorámica se utiliza para observar ambos huesos maxilares en su totalidad, pero su gran limitante es la calidad de las imágenes obtenidas, era tan deficiente que no se puede observar con certeza los límites del hueso necrótico al hueso sano y la mayoría de los casos los estadios iniciales de esta enfermedad pasaban desapercibidas, es por eso la elección de la Tomografía de haz cónico como estudio de elección.⁴⁸

Gracias a la Tomografía Cone Beam se pueden obtener imágenes en tercera dimensión del hueso esponjoso y de las estructuras corticales, de esta manera, permite observar a detalle las zonas osteoescleróticas, así como aquellas osteolíticas, en resumen, nos permite ver con detalle y calidad imágenes sobre las lesiones en casos con Osteonecrosis Mandibular.⁴⁸

En realidad, ambas tomografías, tanto la Tomografía Computarizada Convencional y la Tomografía Cone Beam presentan hallazgos y utilidad similares, sin embargo, esta última produce una menor dosis de radiación ionizante y mostrar una resolución espacial imagenológica mayor.⁴⁸

Se conoce que la identificación temprana de las retenciones dentales es de vital importancia debido a que se puede observar prematuramente si existirá la posibilidad de que el espacio este disminuido para la erupción normal de la dentición permanente, es por eso que el examen radiográfico es esencial para establecer un diagnóstico y tratamiento adecuado y de manera oportuna para evitar complicaciones a futuro.⁴⁹

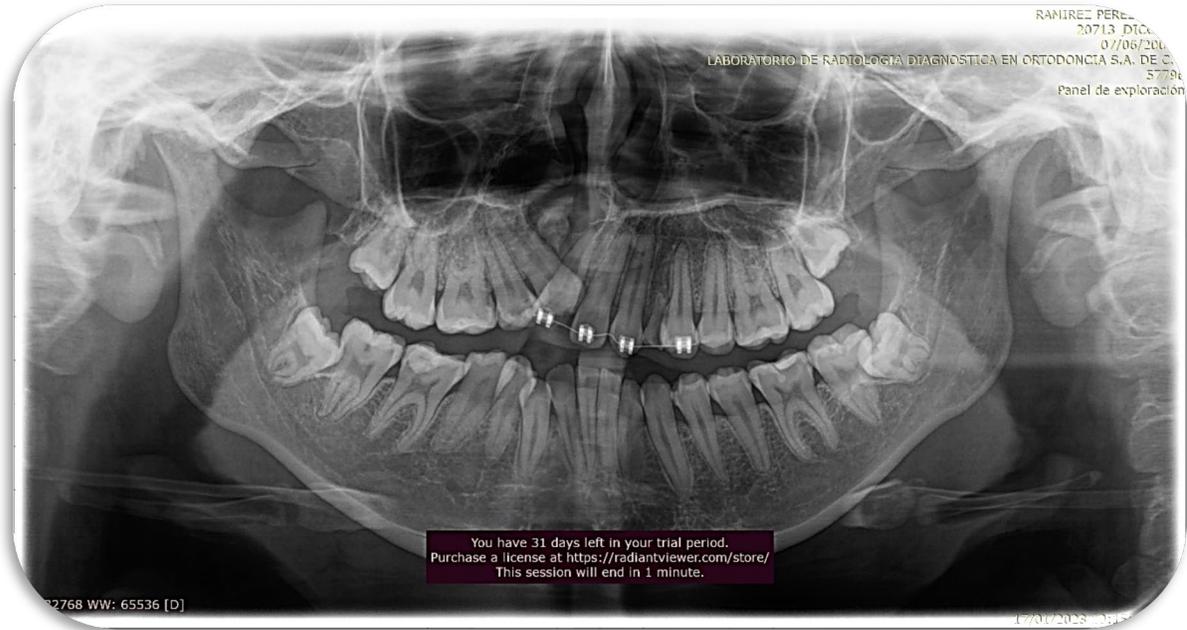
La introducción de la Tomografía de haz cónico en el área de la Cirugía Bucal y Maxilofacial nos permite diseñar estrategias diagnósticas novedosas y eficaces para conseguir un tratamiento seguro y controlado. A lo largo del tiempo se ha comprobado que la tercera dimensión puede ser fundamental para la detección de reabsorciones radicales y la descripción de las características de esta patología.

49

La retención de los caninos permanentes perteneciente al hueso maxilar (se presentan con mayor frecuencia), es una afección que involucra los tres planos dimensionales por lo cual el uso de la Tomografía Cone Beam es esencial ya que la visión que nos permitirá al momento de abordar quirúrgicamente será más precisa y segura, además que nos permitirá evaluar la existencia y el grado de reabsorción de los incisivos permanentes aledaños a la retención.

Aquí reside la importancia de un diagnóstico y tratamiento oportuno, a manera de limitar el avance patológico y futuras complicaciones de índole mayor a lo largo del tiempo. ⁴⁹

Figura No.33. Retención canina



Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No.34. Reconstrucción tridimensional (CBCT) canino retenido



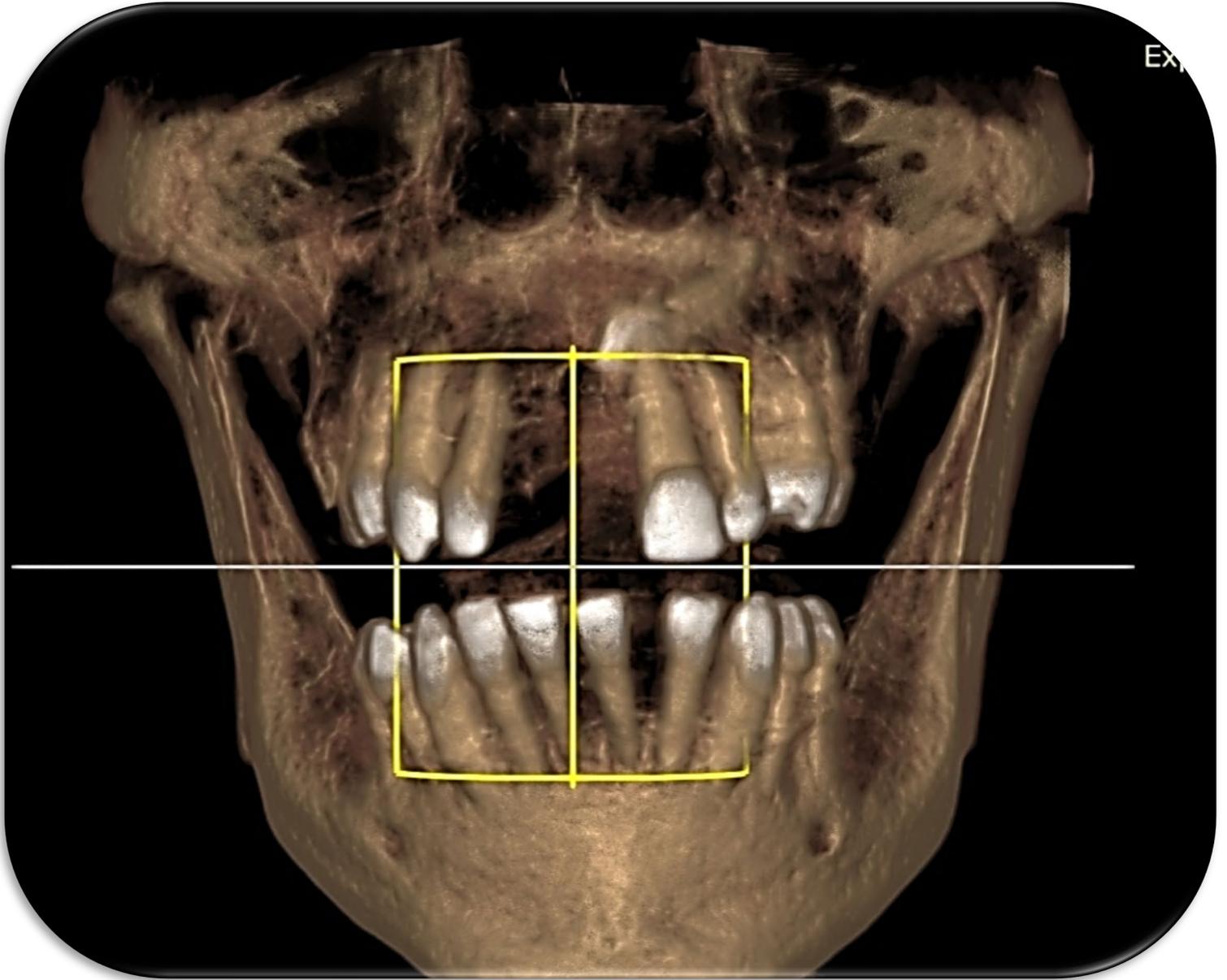
Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No.35. Corte transversal de CBCT, retención canina.



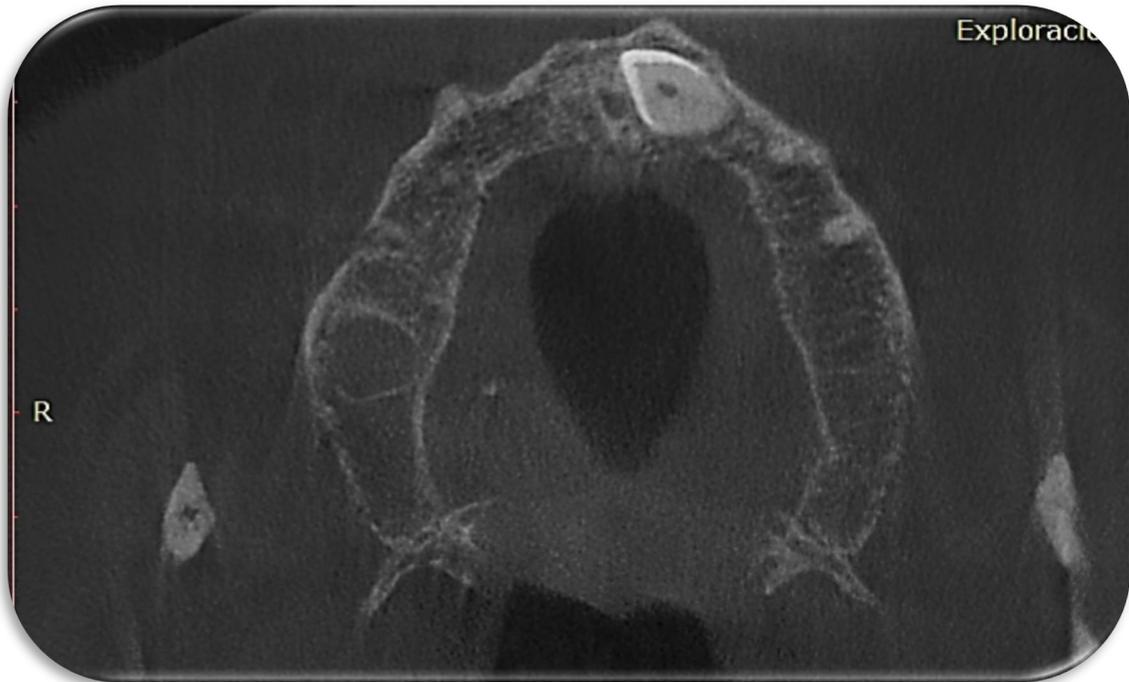
Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No.36. Reconstrucción tridimensional de retención canina CBCT



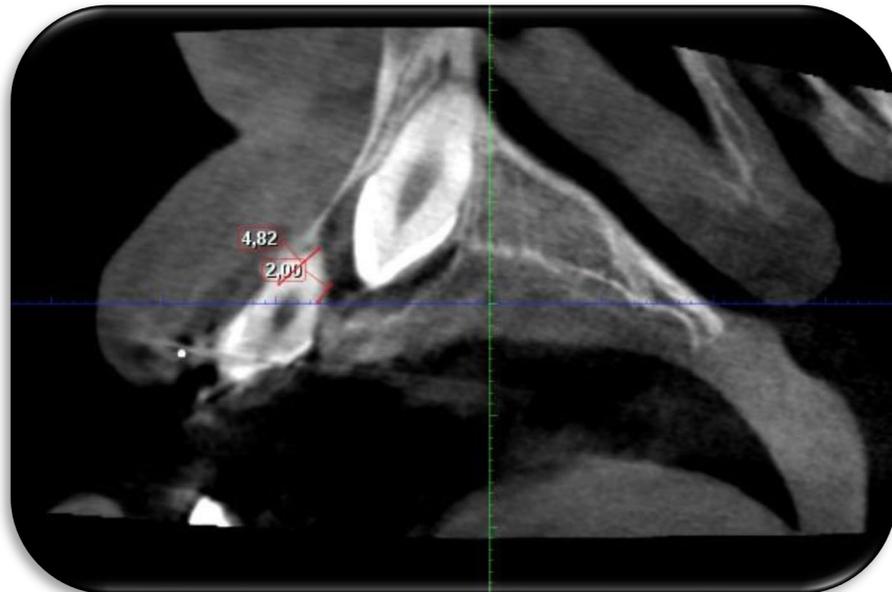
Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No.37. Corte transversal retención canina mediante la técnica CBCT



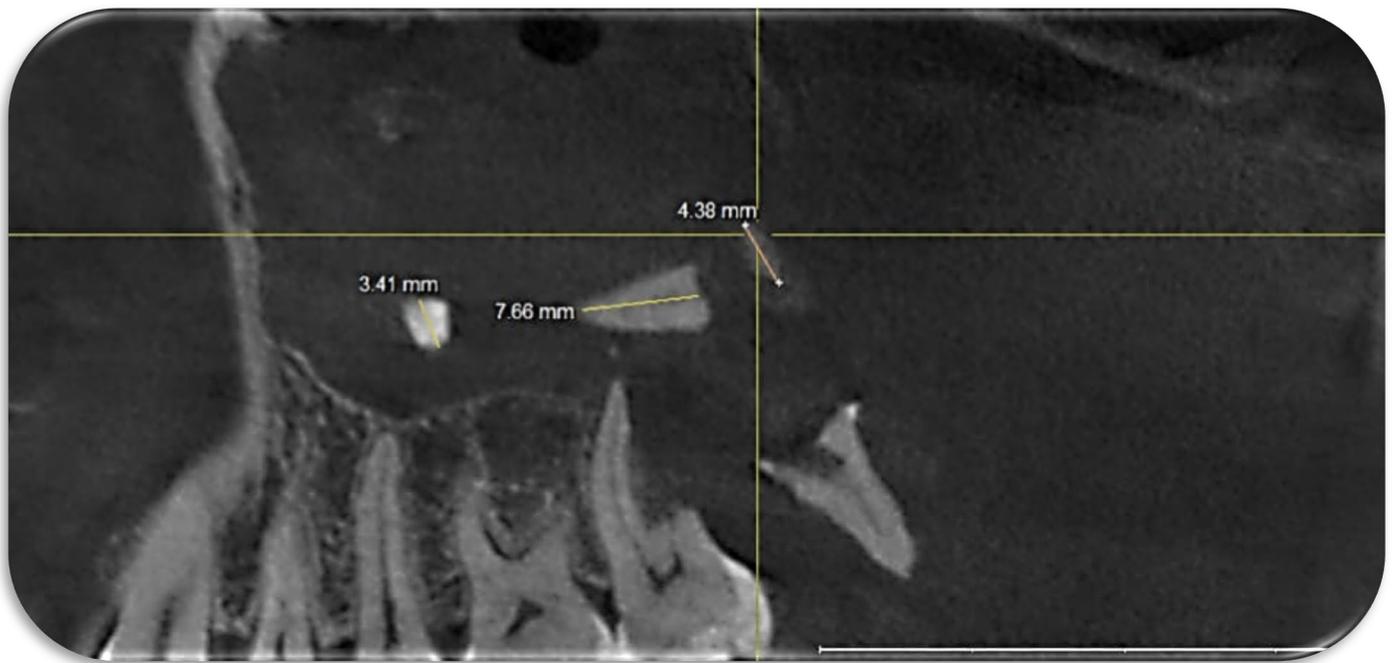
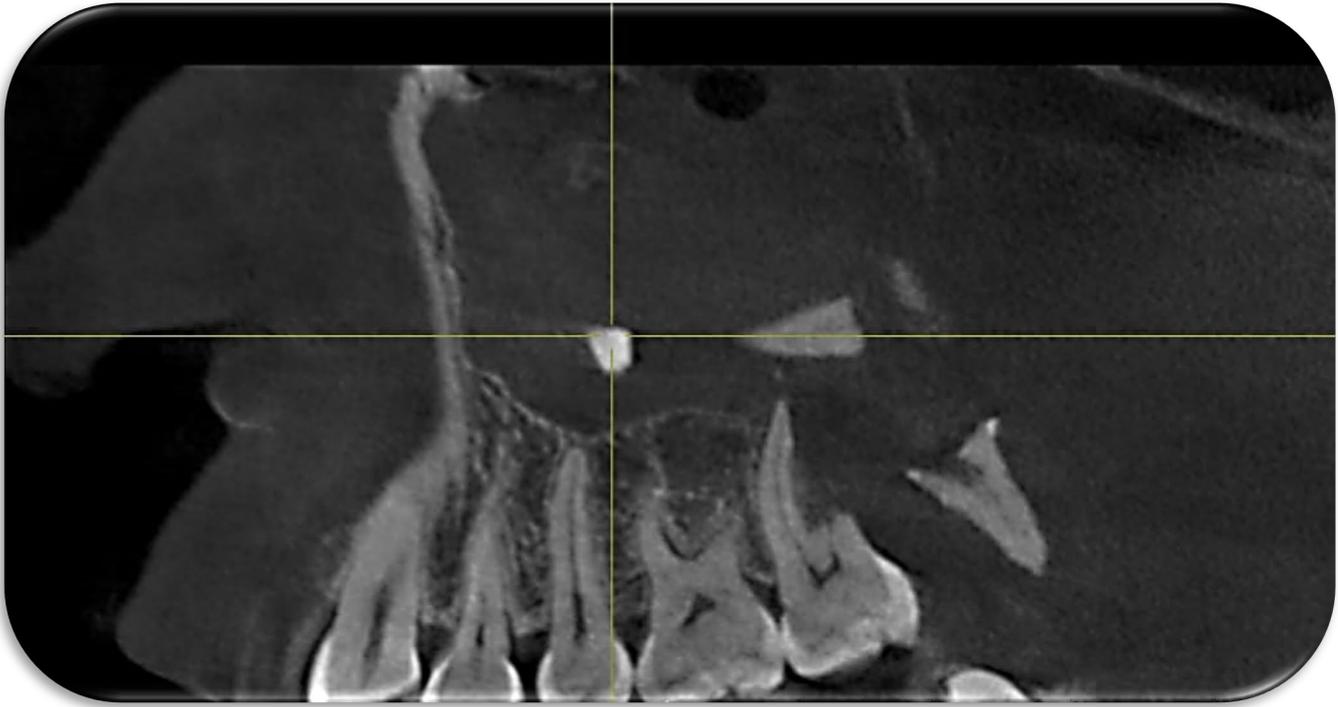
Fuente: Cortesía Aranda RLJ

Figura No. 38. Reabsorción externa por retención canina en Tomografía Cone Beam



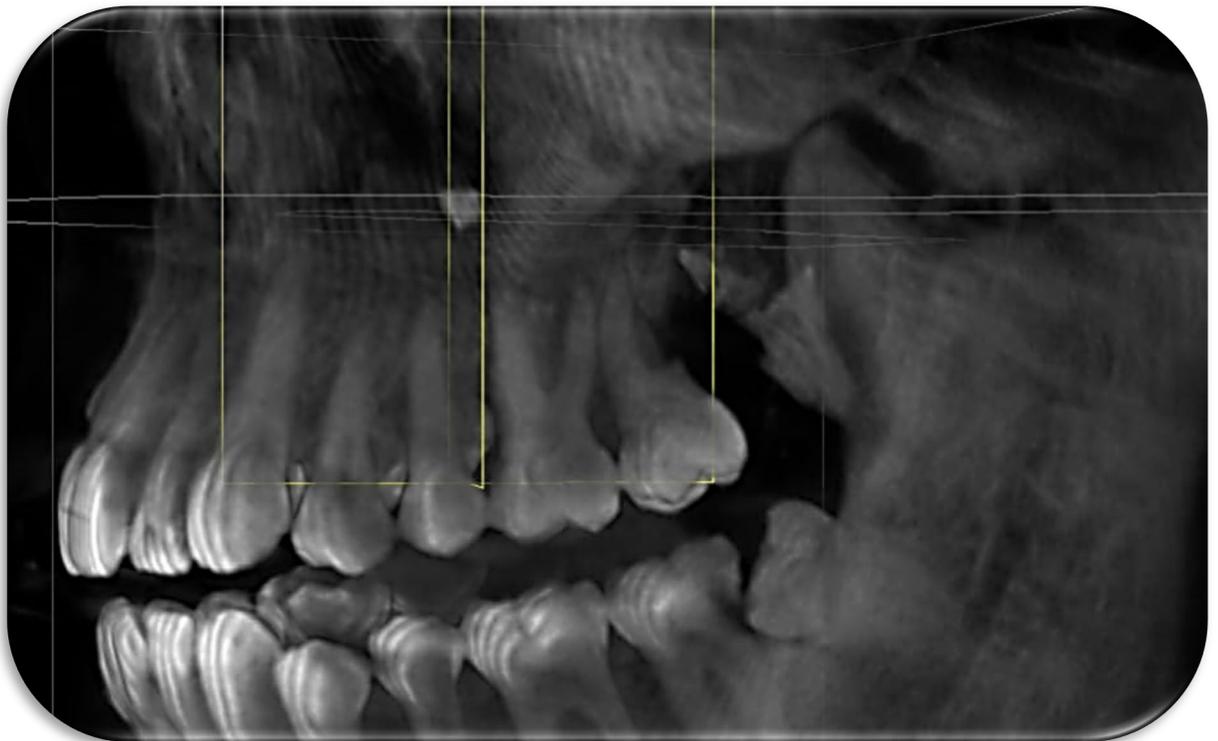
Fuente: Arancibia T. *Estudo da tomografia por feixe cônico da reabsorção radicular associada a cães retidos*. Rev. Fac. Odontol REFO.2020; 13(1): 15-21

Figura No. 39. Órgano dentario y restos radiculares en seno maxilar mediante CBCT



Fuente: cortesía de Flores DR.

Figura No.40. Restos dentales localizados en el seno maxilar mediante CBCT



Fuente: cortesía de Flores DR.

Protección radiológica

El punto clave que limita el uso de la tomografía Cone Beam es la radiación ionizante, por lo cual es de gran relevancia el hacer uso concientizado y responsable de este estudio radiográfico. Por esto mismo es necesario implementar protocolos de adquisición imagenológica para evitar en los pacientes sobreexposiciones innecesarias, al igual que tener muy claro que la Tomografía Cone Beam es superior a los estudios como la radiografía periapical, panorámica y ultrasonido, pero utiliza mayor dosis de radiación.¹²

El uso de radiación ionizante en los pacientes siempre es un tema de discusión en relación a la dosis recibida a lo largo de las distintas etapas de su vida debido a la evidencia científica que existe sobre los efectos nocivos que tiene este tipo de radiación con el organismo humano a lo largo del tiempo.^{50,51}

Hablando del área de la odontología y la radiación relacionada a ella, los órganos con mayor radiosensibilidad se localizan en la cabeza y el cuello, estos órganos son: las glándulas salivales, la piel, la tiroides, el cerebro, la medula ósea, vías aéreas, el cristalino, entre otros.⁵⁰

Sin embargo, a pesar de que la dosis de radiación que emite la tomografía Cone Beam es 10 veces mayor que la radiografía intraoral y extraoral empleada en el área de la odontología, es menor comparándola con la tomografía computarizada convencional.⁵⁰

Es debido a estos riesgos que la prescripción de cada examen imagenológico debe estar bien justificada, y haber determinado previamente que ese era el examen adecuado y necesario para el paciente, donde el beneficio sea mayor que el riesgo al que se expone hablando en sentido a la radiación.^{7,52}

El principio esencial de la radioprotección es la optimización de la dosis de radiación, pero no únicamente toma en cuenta a los pacientes sino también al personal médico-odontológico que participa en el proceso de obtención imagenológica, basándose en el principio ALARA que nos indica “Mantener las dosis tan bajas como sea razonablemente posible” el cual fue el objetivo fundamental de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990-2007.⁵⁰

Considerando los efectos contradictorios que puede presentar la radiación ionizante tanto en pacientes como el personal de salud, se establecieron tres principios para la protección radiológica, los cuales son:⁷

- Optimización.
- Justificación.
- Limitación de dosis.

Principio de Optimización

El principio de optimización, establece que se debe utilizar la dosis de más baja radiación que entregue una imagen diagnóstica de calidad aceptable para la indicación clínica. Como alternativa a ALARA (Tan bajo como sea diagnósticamente aceptable).⁷

Principio de Limitación de Dosis.

Este principio habla sobre la exposición que sufren los trabajadores que tienen una relación directa con rayos ionizantes, al igual que el público en general, se menciona que no debe excederse los límites permitidos en un periodo de tiempo establecido.

Otro punto importante de este principio es que determina la importancia del blindaje necesario que debe tener un espacio destinado a la emisión de rayos X y el uso del plomo como material para la protección a este tipo de radiación.

También establece que debe existir una distancia mínima requerida entre la fuente de emisión y los trabajadores/pacientes que estén en contacto con ella.

Además del cumplimiento de la distancia mínima establecida entre la fuente de emisión de radiación y el personal y/o público.⁷

Principio de Justificación

Este principio se fundamenta en la importancia que existe al prescribir un examen imagenológico, que implica un contacto con fuentes emisoras de radiación, es decir, que el riesgo que se obtenga de la indicación del auxiliar diagnóstico sea menor a comparación del beneficio que se obtenga del mismo.

La ICRP define tres niveles para la aplicación del principio de justificación.⁷

Normas oficiales de protección radiológica

NORMA Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012, Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante:⁵³

Esta norma oficial aborda la importancia de los instrumentos que se encargan de realizar una medición de la radiación ionizante que se desprende al momento de realizar estudios imagenológicos, al igual que dichos instrumentos o maquinaria debe de estar sometida a pruebas periódicas que demuestren que tienen un buen funcionamiento y no tienen alguna descalibración.

Se considera que existe peligro o riesgo inminente para los pacientes o el personal que maneja aparatos cuando estos no cuentan con un instrumento que mida la

radiación ionizante que desprenden y ver su aceptación con lo que es permitido en la práctica realizada o cuando estos instrumentos no presentan un funcionamiento normal o adecuado.

De acuerdo a lo expuesto por esta norma oficial mexicana se necesita aparatos e instrumentos que cumplan con la normatividad expuesta y que estén en condiciones óptimas para cumplir con el programa de protección radiológica.

Su objetivo es establecer los requisitos para determinar que un aparato de medición de radiación ionizante se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento.

Requisitos Generales para instrumentos para medición de radiación ionizante:

- Los aparatos utilizados para la medición de radiación ionizante deberán funcionar de manera óptima, al igual que estar elaborados para desarrollar su función en un área específica.
- En la normatividad de los aparatos de medición, deben ser calibrados por lo menos una vez al año, siempre y cuando en alguna norma aplicada a la materia no indique que se deben de realizar periódicamente en un tiempo menor.
Al igual que se debe de realizar una calibración obligatoria después de que estos aparatos necesiten algún tipo de reparación o ajuste.
- La persona que cuente con este permiso, deberá tener los manuales operativos de cada instrumento o lector que utilicé con fines de medir radiación.

Requisitos Específicos

- La valoración se realizará de manera física y se revisará el funcionamiento de los aparatos al inicio de los turnos laborales cuando se tenga contacto con fuentes ionizantes.
- Las verificaciones de las dosimetrías previamente realizadas a los aparatos deberán estar registradas en una bitácora incluyendo el valor inicial que se utilizara como referencia y el valor resultante de la medición, así como el registro del nombre y la firma de la persona que realizo la revisión.

NORMA Oficial Mexicana NOM-026-NUCL-2011, Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.⁵⁴

Esta norma trata de todo el personal que se expone por ocupación a fuentes de radiación ionizante, los cuales tienen derecho a medios de protección y una correcta vigilancia médica hablando en materia de seguridad radiológica y normas de salubridad laboral, tomando en cuenta los riesgos de la radiación ionizante a los que se expone en el desarrollo de su trabajo.

Hablando de prestadores de servicio que se desempeñen en áreas con exposición a radiación ionizante, es necesario conocer el estado de salud del trabajador antes de empezar a desempeñar sus funciones y realizar una valoración periódica para determinar que no han existido cambios en su estado.

Esta norma tiene como objetivo definir el tiempo y las características que deben tener los exámenes médicos que deben practicarse en los trabajadores que están expuestos a fuentes de radiación ionizante, para que de esta manera se pueda valorar de una manera integral su estado de salud y llevar acabo un seguimiento médico.

Requisitos generales

- El curso de protección radiológica que está enfocado para el personal debe ser impartido por un profesional médico que tenga conocimiento y experiencia con los efectos que produce la radiación ionizante.
- Un punto importante de los exámenes médicos es su realización previa a la contratación del personal y llevarlos a cabo con periodicidad para la valoración de la salud.
- La frecuencia recomendada de los exámenes médicos es de 1 año, esta periodicidad puede sufrir modificaciones si el juicio del médico practicante lo cree necesario.
- Es necesario el certificado médico que dictamina el estado de salud del POE.
- El expediente que debe formarse debe contener la documentación necesaria presente en esta norma, y debe permanecer almacenado hasta 30 años después del término del contrato laboral.

Requisitos del candidato POE y la seguridad de que realizara su trabajo de manera eficiente y segura:

- Determinar las capacidades y aptitudes del candidato mediante sus aspectos físicos.
- Valorar la capacidad para el uso de aditamentos de protección respiratoria cuando sea necesario.
- Identificar la presencia de algún tipo de enfermedad en la piel con la finalidad de laborar en fuentes abiertas.

- Evaluar la presencia de alguna alteración de tipo psicológico.

NORMA Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-2011, Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.⁵⁵

Los directivos que cuenten con una autorización o permiso para desarrollar actividades que tengan una relación directa con la radiación ionizante, es responsable y cuenta con la obligación de que todo el personal implicado en dichas actividades cuente con una capacitación y asesoría para poder realizarlas de una manera adecuada.

Es por esto que el encargado de seguridad radiológica y todo aquel personal tienen que ser capaces de desarrollarse y realizar sus actividades con la capacitación previa necesaria.

El objetivo de esta NOM es resaltar los requerimientos de capacitación y su periodicidad supervisada por el encargado de seguridad radiológica, el auxiliar del encargado y el personal que tiene una exposición directa o indirecta a la radiación ionizante.

Requisitos generales

- El sector laboral que está realizando labores o que quiera ser contratado y pueda estar relacionado con radiación ionizante debe tener un nivel escolar de por lo menos la educación secundaria concluida.

- Todos los cursos y capacitaciones impartidas para el encargado y la población laborar en general tiene que contar con una certificación por parte de la Comisión antes de su impartición.

Entrenamiento inicial

- Clases A y B:
 - a) Deberá presentar la documentación adecuada y tener aprobado una capacitación de nivel avanzado en el área de protección radiológica con un tiempo no menor a 144 horas de la cuales forzosamente 40 horas deben ser prácticas y el resto dedicadas a la parte teórica.
 - b) Al concluir dicho curso se debe de ser capaz de identificar y solucionar el diseño, modificación y operación, así como la suspensión y cierre de una instalación radioactiva de manera segura y satisfactoria.
- Clase C:
 - a) Al igual que el punto anterior se deberá mostrar la documentación necesaria que certifique el entrenamiento, teniendo como mínimo 80 horas de capacitación, demostrando ante la comisión evaluadora las habilidades y capacidades que aseguren que se realizará su labor en la instalación o sector donde se desempeñará y su manejo en materia de radiación ionizante.

NORMA Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-2020, Criterios para la exención de fuentes de radiación ionizante o prácticas que las utilicen.⁵⁶

Hay actividades donde el riesgo relacionado con la radiación ionizante es mínimo, por lo cual esta norma determina que no es necesario dictaminar estándares regulatorios relacionados con la protección radiológica.

La finalidad de esta norma es establecer los casos en donde se podrá anular los reguladores dictaminados por la comisión de seguridad nuclear cuando se lleven a cabo actividades en las que se tenga contacto con fuentes emisoras de radiación ionizante.

También es viable aplicar a esta norma todas aquellas prácticas relacionadas con productos de consumo y prácticas que por las características de las actividades a desempeñar quedan libres de cualquier regulación establecida por la comisión nacional de seguridad nuclear y salvaguardias.

Los casos que quedan fuera de la aplicación de esta norma son: equipos con finalidad médica que utilicen radiación ionizante, transportación de materiales radioactivos, la importación/exportación de fuentes de radiación ionizante, toda actividad que tenga que ver con el diseño, producción y transporte de radiofármacos, el uso de aparatos con fines de diagnóstico animal que impliquen el uso de radiación ionizante; la investigación, diseño y proceso de reciclaje de cualquier aparatología que incluya dentro de su proceso o características una fuente emisora de radiación ionizante.

Planteamiento del problema

Es tiempo de planificar los procedimientos odontológicos con tecnologías de imagen que aporten calidad y eficacia que son fundamentales para un diagnóstico certero.

Para lograr un diagnóstico adecuado y que nos permita realizar una planeación objetiva de la cirugía Bucal y Maxilofacial es necesario el uso adecuado de los auxiliares diagnósticos, que de igual manera nos brindan una precisión mayor y un procedimiento seguro, al igual que la prevención de complicaciones que puedan aparecer antes o después del proceso operatorio.

La Tomografía Cone Beam permite la adquisición del volumen específico del cráneo, generando datos en tres dimensiones, presenta numerosas ventajas por su exactitud y alta velocidad de escaneado por encima de otros medios diagnósticos con utilización de dosis de radiación menor.

De esta manera surge la siguiente pregunta:

- a) **¿Cuál es la importancia de la Tomografía Cone Beam en el área de Cirugía Bucal y Maxilofacial?**

Objetivos

Objetivo General

- a) Describir la importancia de la tomografía Cone Beam en el área de Cirugía Bucal y Maxilofacial, 2023

Objetivo Específico

- Describir las características de la tomografía Cone Beam.
- Explicar las ventajas del uso de la Tomografía Cone Beam para evaluación preoperatoria en procedimientos quirúrgicos.
- Determinar la importancia de la tomografía Cone Beam para prevenir complicaciones intraoperatorias.
- Describir los usos de la Tomografía Cone Beam en el área odontológica.

Material y Métodos

Tipo de estudio: Investigación Documental

Recursos

- a) Materiales
 - Hojas de papel
 - Plumas
 - Impresiones
 - Estudios tomográficos
 - Computadora
- b) Humanos
 - Autor de la tesis
 - Director y asesores de la tesis
- c) Financieros

Todos los gastos requeridos a lo largo de la elaboración de esta tesis serán costeados por el autor de la misma.

Técnica

Se realizó una investigación documental, la cual consistió en una búsqueda detallada y analítica de artículos de carácter científico y normas legales oficiales con la finalidad de abordar las características y normatividades que involucra la Tomografía Cone Beam. La búsqueda se realizó en bases de datos de carácter científico internacional como lo son: Google académico, Scielo, PubMed, latindex, seleccionando artículos que comprenden entre el año 2006-2023. Siendo en su mayoría no más antiguos de 5 años a la actualidad, se utilizaron palabras clave de búsqueda como Tomografía Cone Beam, haz cónico, CBCT en odontología, Cirugía Bucal y Maxilofacial, protección radiológica.

Conclusión

La tomografía Cone Beam, es un auxiliar diagnóstico de gran relevancia clínica en el área de la odontología, debido a que es un auxiliar imagenológico que pudo superar todas aquellas limitaciones que presentaban la radiología convencional.

Entre sus principales cualidades esta la posibilidad de visualizar las estructuras anatómicas en una tercera dimensión, lo que permite tener una mejor localización y características de las estructuras anatómicas a intervenir, la eliminación de la sobreposición de estructuras, al igual que la alta calidad de sus imágenes clínicas en un tiempo reducido nos permiten poder realizar un diagnóstico más eficaz y certero y de esta manera diseñar un tratamiento adecuado, controlado y seguro para beneficio del paciente y del personal de salud que participe en el procedimiento.

En el área de Cirugía Bucal y Maxilofacial, este tipo de tomografía se ha vuelto parte indispensable para fines diagnósticos, al igual que su utilidad no se limita al tiempo preoperatorio, sino también en el momento transoperatorio y en el postoperatorio para poder llevar una evolución eficaz y controlada.

Es indispensable el conocimiento de las características y cualidades que presenta este auxiliar diagnóstico, así como su utilidad en los diferentes panoramas que se puedan presentar en nuestra profesión, sin embargo, siempre hay que tener presente la exposición a radiación ionizante por lo cual no se debe realizar un uso indiscriminado de este tipo de tomografía y seguir la normatividad ALARA (Tan bajo como sea diagnósticamente aceptable).

Es debido a esto que los profesionales de la salud debemos de estar en una constante actualización para conocer las innovaciones disponibles para nuestra atención profesional.

Propuestas

- Todo odontólogo general y especialista debe conocer la importancia y el uso de la Tomografía Cone Beam en sus áreas correspondientes, así como los casos en los que otro auxiliar diagnóstico será mejor opción.
- Concientizar el uso adecuado de este tipo de tomografía, para ser utilizada como medio diagnóstico o como estudio de seguimiento siempre y cuando el beneficio sea notable para el paciente.
- Capacitar a los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México para el uso y manejo de la tomografía Cone Beam mediante cursos o capacitaciones brindadas por la misma institución.
- Implementar en la universidad y en prácticas exteriores a ella el uso de este auxiliar diagnóstico como estudio fundamental en el área de Cirugía Bucal y Maxilofacial
- Es necesario que mantengamos una constante actualización teórica y práctica sobre los avances tecnológicos, para una buena toma de decisiones en cuanto a indicar la Tomografía Cone Beam, permitiendo así maximizar el beneficio y minimizar el riesgo que pueda presentarse.

Referencias Bibliográficas

1. Alfaro L. Radiología Panorámica. Anuario sociedad de radiología oral y maxilofacial de chile. 2007; 10(1): 12-21.
2. Ramírez J. Radiología e imagen. Rev. Fac. Med. (Méx.). 2019; 62(2): 7-14.
3. De Alba F. Los primeros experimentos con rayos X en México y la prensa. Rev Hosp Jua Mex.2019; 86(3): 155-162.
4. De Alba C. La Ciudad de México, cuna del primer estudio radiológico en la República Mexicana. Gac Med Mex. 2018; 154:527-531.
5. Calva Sánchez RJ, Jimenez Buri KF, Herrera Sarango SC, Núñez Cabrera CM. Avances tecnológicos y científicos en radiología. RECIAMUC [Internet]. 2023 [citado 19 ago 2023];7(2):457-65. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php>.
6. Barbieri G. Actualización en radiología dental. Radiología convencional vs digital. Av. Odontoestomatol. 2006; 22(2): 131-139.
7. Ramírez L, Ruiz V, Hidalgo A. Use of X rays in dentistry and the importance of justification of radiographic examinations. Av Odontoestomatol. 2020; 36(3): 131-142.
8. Fuentes P, Felipe S, Valencia V. Efectos biológicos de los Rayo-X en la práctica de Estomatología. Rev haban cienc méd. 2015; 14(3): 337-347.
9. Cassini A. La explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico: un análisis histórico-epistemológico. Rev. latinoam. filos. 2008; 34(1): 5-38.

10. Pimentel J. "Teorías de la luz y el color en la época de las Luces. De Newton a Goethe". *Arbor*. 2015; 191(775): 250-264.
11. Lamónica M, et al. ¿Qué debo saber de las tomografías cone beam? Revisión bibliográfica. *CAO*. 2012; 59(214): 17-27.
12. Ramírez JC, Arboleda C, McCollough CH. tomografía computarizada por rayos x: fundamentos y actualidad. *Rev. ing. biomed.* [Internet]. 2008 [citado 27 julio 2023] ; 2(4): 54-66. : http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200008&lng=en.
13. Nahuelcura F, Matamala F, Bastías C. Análisis comparativo del canal mandibular mediante tomografía computarizada cone beam en humanos. *Int. J. Morphol.* 2022; 40(1): 129-136.
14. Umanzor VA, Fernández LK, Rodríguez AG. Uso de *cone-beam computed tomography* en el diagnóstico y tratamiento de paciente con erupción pasiva alterada. *ROM*. 2020; 24(2): 141-151.
15. Calderón M, Castillo J, Felzani R. Efectividad de la técnica *cone-beam* para evaluar el riesgo de lesión al conducto dentario inferior, en la extracción de terceros molares inferiores clase ii posición a o b. *Act. Biocl.* 2018; 8(15): 107-120.
16. Moura J. Aplicabilidade da tomografia computadorizada cone beam na odontología. *Rev Odontol Arac.* 2018; 39(2): 22-28.
17. Carrasco A, Quintanilla M, Hidalgo A. Guías sobre el uso de tomografía computarizada de haz cónico en la evaluación pre-quirúrgica en implantología. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2018 [citado 26 jul 2023] ; 34(

4): 183-192. Disponible en:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000400003&lng=es.

18. Tharles A. aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico odontológico – revisão de literatura. *Uninga Rev.* 2019; 56(7): 43-56.
19. De souza VK, Peixoto S. Utilização de tomografia computadorizada cone beam para detecção de reabsorções e perfurações dentárias. *BDJ.* 2021; 7(12): 113253-113272.
20. Tite NI, Guerra YA, Proaño AM, López OL. Espesor de la tabla cortical mediante tomografía computarizada Cone beam. *RECIMUNDO [Internet].* 2019 [citado 26jul.2023];3(2):739-51. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/473>.
21. Pineda-Vélez E, Bedoya-Morales S, Echeverri-Romero FD, Guerra-Bedoya YA, Osorno-Jaramillo L, Franco-Aguirre JQ. Caracterización de dientes en una población con tratamiento de endodoncia atendida en una clínica odontológica universitaria mediante tomografía cone-beam y comparación con radiografía periapical. *Revista Nacional de Odontología.* 2020; 16(2), 1-13.
22. Claver F, Palma E, Hidalgo E. Guidelines for the use of cone-beam computed tomography in orthodontics: narrative review. *Av Odontoestomatol.* 2022; 38(4): 169-178.
23. Roque-Torres G, Meneses-López A, Bóscolo F, De Almeida S, Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatol Herediana.* 2015;25(1):60-77.

24. Portigliatti R, Tumini J, Urzúa S, García Puente C. Tomografías para endodoncia. Qué solicitar y cómo interpretar. Rev Asoc Odontol Argent. 2015;103(4):193-197.
25. Galvão CMA, Ribeiro PJT, Neves G de V, Silva DFB, Freitas GA de, Gomes DQ de C. A tomografia computadorizada de feixe cônico como exame complementar na Endodontia: relato de caso. Arch Health Invest [Internet]. 2020 [citado agosto 2023];9(5):439-43. Disponible en: <https://archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/4783>.
26. Silva R de CP, Bezerra M dos S, Gonzaga GLP, Fonseca ABM, Silva MKA da, Santos I de A, Lessa SV. Clinical applications of cone beam computed tomography in endodontics: literature review. RSD [Internet]. [citado agosto 2023];11(1):212-248. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24895>.
27. Maynard Sanchez MF, Quezada Ballesteros A, Cordero S, Toledo S, Vanegas Sáenz JR. Prevalencia del segundo conducto en dientes anteroinferiores usando Tomografía Computarizada Cone Beam. Odo. Vit. [Internet]. 2023 [citado 19 de agosto de 2023];1(38):45-58. Disponible en: <https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/odontologiavital/article/view/531>.
28. Okumuş Ö, Çoban AN. Assessment of root canal anatomy of maxillary and mandibular canine teeth: a cone-beam computed tomography study. Odovtos [Internet]. 2022 [citado 27 jul 2023] ; 24(3): 213-223. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34112022000300213&lng=en.
29. Monardes Cortés H, Abarca Reveco J, Chaparro González D, Pizarro Gamboa F. Hallazgos radiográficos de connotación endodóntica utilizando

- tomografía computarizada de haz cónico. Av Odontoestomatol [Internet]. 2015tado Agosto 2023]; 31(2):59-65. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/S0213-12852015000200002>.
30. Tapia G, et al. Manejo endodóntico de un primer premolar superior con 3 conductos utilizando tomografía computarizada de cone-beam. Rev Odont Univ Ecu. 2022; 2(25): 46-50.
31. Palacios A. Desviación de conducto radicular localizada con CBCT. Reporte de un caso. Rev. ADM. 2018; 75 (1): 45-49.
32. Acosta MA., Pérez JM., Tenelema MB, Pérez LF. Importancia de las radiografías en los tratamientos Endodónticos: usos, ventajas, desventajas y fracasos como Medio de Enseñanza. Rev. Conr. 2022; 18(4): 94-104.
33. Aguilera F, Uribe S, Sandoval F. Acuerdo Diagnóstico de Mediciones Óseas para Implantes Dentales Mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico. Int. J. Odontostomat. [Internet]. 2020 [citado 4 sep 2023] ; 14(1): 89-94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718381X2020000100089>.
34. Marcus N. Seguimiento a 5 años de prótesis híbrida con subestructura sinterizada. Reporte de caso. J. Interdiscip. Dent. 2021; 14(3): 285-287.
35. Alexandre N. Planificación de tratamiento con software para cirugía guiada en implantología oral. Av Odontoestomatol [Internet]. 2019 [citado 13 Sep 2023]; 35(2):59-68. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/s021112852019000200002>.
36. Dos Santos A. Aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na odontologia: revisão de literatura. Uninga Rev. 2022; 59: 1-15.

37. Lorrio JM, Sierra L, García I, Lorrio C, Gómez R. La rehabilitación con implantes en el paciente edéntulo maxilar mediante cirugía guiada y carga inmediata. *Av Periodon Implantol.* 2015; 27(3): 117-124.
38. Salgado JF, Latorre F. Implante inmediato postextracción y restauración inmediata: Planeación quirúrgica y prostodóntica. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral.* 2015; 8(3):249-255.
39. Araújo LNM, et al. caracterização tomográfica das áreas edêntulas previamente à reabilitação com implantes unitários. *rev odontol unesp [internet].* 2018 [citado Sep 2023];47(4):210–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.06518>.
40. Muñoz A, Fiori GA, Agudelo AM. Aplicaciones de la tomografía computarizada de haz cónico de la estructura craneofacial en especialidades médicas. Una revisión. *Rev. Cient Odontol.* 2022; 10(1): 1-10.
41. Fau-Fuentes R. Cirugía de osteo-odonto-queratoprótesis modificada. *Rev. mex. oftalmol [Internet].* 2019 [citado Sep 2023] ; 93(4): 209-210. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2604-12272019000400209&lng=es.
42. Assaf A, et al. Value of intra- and post-operative cone beam computed tomography (CBCT) for positioning control of a sphenopalatine ganglion neurostimulator in patients with chronic cluster headache. *J Craniomaxillofac Surg. [Internet].* 2015 [citado 26 jul 2023]; 43(3): 408-413. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1010518214003734?via%3Dihub#preview-section-abstract>.

43. Herrera RR, Ríos LK, León RA, Beltrán A. Concordancia entre la radiografía panorámica y la tomografía computarizada de haz cónico en la relación de los terceros molares mandibulares con el conducto dentario inferior. Rev. Estomatol. Herediana [Internet]. 2020 [citado 13 Sep 2023] ;30(2): 86-93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v30i2.3760>.
44. García MM, Ducasse OP, Hernández GY, et al. La cirugía ortognática en el tratamiento del síndrome de apnea obstructiva del sueño. Rev Cubana Estomatol. 2020;57(1).
45. Hassegawa CA, Garcia-Usó MA, Yatabe-Ioshida MS, Trindade IEK, Fukushima AP, Carreira DGG, et al. Dimensões internas nasais de crianças com fissura labiopalatina e deficiência maxilar: comparação entre a técnica de rinometria acústica e a tomografia computadorizada de feixe cônico. CoDAS [Internet]. 2021 [citado 23 julio 2023] ;33(3): e20200099. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202020099>.
46. Guerrero A, Flores E, Flores E, Velásquez B. Posición condilar y espacio articular temporomandibular valorado con tomografía Cone beam. Odontología Vital [Internet]. 2021 [citado 26 de julio 2023] ; 1 (35): 6-16. Disponible:http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752021000200006&lng=en.
47. Foncea C, et al. Osteonecrosis de los maxilares asociada a medicamentos: revisión de la literatura y propuesta para la prevención y manejo. Rev. méd. Chile. 2020; 148(7): 983-991.
48. Avendaño M, Poletto A, Susana N. Diagnóstico temprano de Osteonecrosis de la mandíbula relacionada a la medicación (MRONJ); Universidad Nacional

del Cuyo. Facultad de Odontología; Revista de la Facultad de Odontología. 2020; 14(1): 26-29.

49. Arancibia T. *Estudo da tomografia por feixe cônico da reabsorção radicular associada a cães retidos*. Rev. Fac. Odontol REFO.2020; 13(1): 15-21.

50. Pinto O. Dosis de radiación permitida en pacientes odontológicos. Una revisión. Rev Cient Odontol (Lima). 2023; 11(1): 144-151.

51. Soto JL, et al. RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA, LEUCEMIA INFANTIL Y REGULACIÓN. Rev. Int. Contam. Ambient [Internet]. 2020 [citado Sep 2023]; 36(2):229-240. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/rica.53488>.

52. Walwyn S, et al. CPHR: 35 años al Servicio de la Protección Radiológica, la Salud y el Medio Ambiente. Nucleus. 2020; 1(67), 6- 13.

53. Norma Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012 [en línea]. Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante. 31 oct 2012 [consulta: 04 sep 2023]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5276080&fecha=31/10/2012#gsc.tab=0.

54. NORMA Oficial Mexicana NOM-026-NUCL-2011 [en línea]. Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones. 14 jul 2011 [consulta: 04 sep 2023]. Disponible en: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4536/sener1/sener1.htm>.

55. NORMA Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-2011 [en línea]. Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones

ionizantes. 14 jul 2011 [consulta: 04 sep 2023]. Disponible en:
<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4537/sener2/sener2.htm>.

56. NORMA Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-2020 [en línea]. Criterios para la exención de fuentes de radiación ionizante o prácticas que las utilicen. 9 dic 2020 [consulta: 04 sep 2023]. Disponible en:
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5607138&fecha=09/12/2020#gsc.tab=0.