



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN
LA ODONTOLOGÍA**

Autores:
Br. Paola Meléndez
Br. Leonel Muñoz

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN LA ODONTOLOGÍA

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ODONTÓLOGO**

**Autora: Br. Paola Meléndez
C.I: V-25.341.580**

**Autor: Br. Leonel Muñoz
C.I: V-26.073.889**

**Tutora: Od. Maria Bergoderi
C.I: V- 24.001.407**

San Diego, abril 2022



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN
LA ODONTOLOGÍA**

ESTUDIANTE

Cédula de Identidad N°

Nombres y apellidos

V- 25.341.580

Br. Paola Meléndez

V- 26.073.889

Br. Leonel Muñoz

Tutor Propuesto: Od. María Bergoderi

Firma:

Cédula de Identidad N° V- 24.001.407

COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

Firma

Sello

Fecha



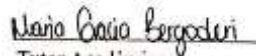
**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Trabajo de Grado, elaborado por los ciudadanos **Paola Meléndez y Leonel Muñoz**, titulares de la cédula de identidad N° **V-25.341.580 y V-26.073.889**, para optar al grado académico de Odontólogo, cuyo título es **EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN LA ODONTOLOGÍA**, adscrito a la línea de investigación: **Odontología Clínica y Correctiva**, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto y de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los 23 días del mes de marzo del año dos mil veintidos .



Od. María Bergoderi
C.I: V- 24.001.407



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
 ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
 COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN



CARTA DE ACEPTACIÓN DE TUTORÍA

Por medio de la presente hago (hacemos) constar que he (hemos) aceptado la Tutoría del Proyecto de Investigación cuyo título provisional es:

Evaluación de la Tomografía computarizada cone CBCT
en la odontología

El cual va a ser realizado por los Estudiantes:

Leonel David Muñoz Meza Paola Esthefania Meléndez Páez

Este Proyecto será desarrollado como Trabajo Especial de Grado (Tesis), por los estudiantes antes mencionados como requisito para obtener el título de Odontólogo. Esta tutoría la he asumido desde la preparación del Proyecto hasta la finalización del Trabajo de Investigación.

PROFESOR:

Nombre(s): Maria Gracia Bergaderi

Apellidos: _____

C.I.: 24.001.403

Especialidad: Odontólogo General

Categoría: Investigador

Teléfono(s): 0414 424 2972

Email: mgbergaderi91@gmail.com

Firma: Maria Gracia Bergaderi

Fecha: 05/11/22

ESTUDIANTES

1. Nombre(s): Leonel David

Apellidos: Muñoz Meza

C.I.: 26.073.889

2. Nombre(s): Paola Esthefania

Apellidos: Meléndez Páez

C.I.: 25.341.580

3. Nombre(s): _____

Apellidos: _____

C.I.: _____

Fecha: 05/11/22

Teléfono(s): 0414 4283676 / 04126782104

Email: muozleonel.10952510@gmail.com

Firma: Paola Meléndez



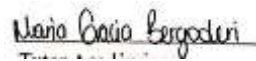
**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe **Od. María Bergoderi**, portador de la cédula de identidad N° **V-24.001.407**, en mi carácter de tutora del trabajo de grado presentado por los ciudadanos **Paola Meléndez** y **Leonel Muñoz**, portadores de la cédula de identidad N° **V-25.341.580** y **V-26.073.889**, titulado **EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN LA ODONTOLOGÍA** presentado como requisito parcial para optar al título de **Odontólogo**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 01 días del mes de Junio del año dos mil veintidos.



Od. María Bergoderi
C.I: V- 24.001.407



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del trabajo de grado titulado "EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN LA ODONTOLOGÍA", realizado por los ciudadanos Paola Meléndez y Leonel Muñoz, titulares de la cédula de identidad V-25.341.580 y V-26.073.889. Cursantes de la carrera ODONTOLOGÍA, hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación.

Vanessa Gómez

Jurado

Nombre: Vanessa Gómez

C.I.: 23429227

Plasim 3 Quis

Jurado

Nombre: Plasim 3 Quis

C.I.:

Maria Gloria Bergoderi

Tutor Académico:

Nombre: Maria Bergoderi

C.I: V- 24.001.407

Fecha 01/06/22



DEDICATORIA

Dedicado:

A Dios, primeramente,

A mis padres y familiares.

Paola Meléndez

DEDICATORIA

Dedicado:

A Dios, primeramente, a mis Padres por todo el apoyo moral y sentimental que me han dado durante todo el transcurso de la carrera, a todos los amigos que desde primer semestre he conocido y compartido, a Stephany Lanzillotti por estar siempre en las buenas y en la malas, este título es por todos ustedes no hubiese preferido otra manera de obtenerlo.

Leonel Muñoz

RECONOCIMIENTO

Gracias a Dios, a nuestros Padres y todo el personal docente de la Universidad Jose Antonio Paez por permitirnos crecer como persona y profesionales, siempre agradecidos con nuestra casa de estudios, llevando su nombre en alto y demostrando la calidad de personas que somos hoy en dia.

*Paola Meléndez
Leonel Muñoz*

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO		pp.
Paginas Preliminares		ii
Resumen Informativo		xii
Informative Summary		xiii
Introducción		1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA		
Planteamiento del problema		3
Formulación del problema		5
Objetivos de la investigación		5
Objetivo general		5
Objetivos específicos		5
Justificación de la investigación		6
Alcance y limitaciones de la investigación		7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		
Antecedentes de la investigación		8
Bases teóricas		9
Bases legales		15
Definición de términos básicos		16
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO		
Tipo de investigación		18
Nivel de profundidad de la investigación		18
Diseño de investigación		18
Procedimiento metodológico		19
Método de búsqueda de información		19
Etapas para el desarrollo de la investigación		19
CAPÍTULO IV RESULTADOS		
Etapas I. Evolución de la tomografía computarizada		21
Etapas II. Desarrollo tecnológico de TCCB		22
Etapas III. Aplicaciones de la Tecnología Computarizada Cone Beam en las diferentes áreas de la Odontología		24

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	28
Recomendaciones	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**EVOLUCIÓN DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM EN
LA ODONTOLOGÍA**

Autora: Paola Meléndez

Autor: Leonel Muñoz

Tutora: Od. María Bergoderi

Línea de investigación: Odontología Clínica y Correctiva

Fecha: abril, 2022

RESUMEN INFORMATIVO

La investigación tuvo el propósito de analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología a través de una revisión literaria, dado a que se están produciendo avances notables en las imágenes en 3D, es de interés presentar información actualizadas de dichos avances. La investigación fue de tipo documental, con un nivel de profundidad analítica bajo un diseño de estudios de investigación histórica. A través de una búsqueda exploratoria en diferentes bases de datos de Odontología y Ortodoncia tanto nacionales como internacionales, se recolectó información relevante a los objetivos propuestos, la cual fue presentada en diferentes etapas para la presentación de los resultados obtenidos. Resulto que la Odontología atraviesa un período de cambios tecnológicos cada vez más intensos, donde la tecnología digital ha permitido grandes avances en la búsqueda y disponibilidad de exámenes imagenológicos con mayor especificidad y sensibilidad, siendo la TCCB utilizada en varias áreas de la Odontología, como Ortodoncia, Implantología, Traumatología oral y maxilofacial, Periodoncia, Cirugía, para exámenes articulares Articulación temporomandibular (ATM) y Endodoncia.

Descriptores: evolución, tomografía computarizada, Cone Beam, diagnósticos, tratamientos endodóntico.



BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
SCHOOL OF DENTISTRY



CONE BEAM COMPUTERIZED TOMOGRAPHY FOR DIAGNOSIS IN ENDODONTIC TREATMENTS

Authors: Paola Meléndez

Authors: Leonel Muñoz

Tutora Od. María Bergoderi

Research line: Clinical and Corrective Dentistry

Date: april, 2022

INFORMATIVE SUMMARY

The purpose of the research was to analyze the evolution of Cone Beam Computed Tomography in endodontic treatments through a literary review, given that notable advances are being made in 3D images, it is of interest to present updated information on these advances. The research was of a documentary type, with a level of analytical depth under a design of historical research studies. Through an exploratory search in different databases of Dentistry and Orthodontics, both national and international, information relevant to the proposed objectives was collected, which was presented in different stages for the presentation of the results obtained. It turned out that Dentistry is going through a period of increasingly intense technological changes, where digital technology has allowed great advances in the search and availability of imaging tests with greater specificity and sensitivity, being the TCCB used in several areas of Dentistry, such as Orthodontics, Implantology, Oral and Maxillofacial Traumatology, Periodontics, Surgery, for joint examinations, Temporomandibular Joint (TMJ) and Endodontics.

Descriptors: evolution computed tomography, Cone Beam, diagnostics, endodontic treatments.

INTRODUCCIÓN

El uso del diagnóstico radiológico en la atención odontológica ha aumentado significativamente en las últimas décadas. Esto se debe, en gran medida, a la disponibilidad de nuevas tecnologías que han proporcionado formas más sofisticadas de examinar a los pacientes. La información obtenida de estas tecnologías debe integrarse con los datos clínicos obtenidos del paciente, para tomar decisiones sobre diagnóstico, tratamiento o valoración de los resultados terapéuticos ¹.

En la actualidad a partir de la imagen volumétrica, no solo se hace diagnóstico radiográfico, sino también se puede planificar y tratar al paciente utilizando el software adecuado a lo que se quiere realizar. Los odontólogos deben usar solo aquellas imágenes que se espera aporten de manera significativa y contribuyan a la toman de decisiones en el diagnóstico y en el manejo de sus pacientes.

El manejo de la Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB), en la práctica odontológica permite identificar mejor la anatomía dentaria, eliminando todas las dificultades inherentes a la capacidad del operador para realizar la toma radiográfica, como puede ser el posicionamiento del filme radiográfico y la geometría irreal de irradiación. La TCCB, es un método relativamente nuevo para visualizar los dientes y su relación con las estructuras anatómicas circundantes, tratamientos acometidos o diseño y planificación, de aquellos por acometer. Para ello crea imágenes tridimensionales, en los que el clínico puede realizar múltiples estudios con la ventaja de poder visualizar el volumen ².

Por tal motivo, el propósito de la investigación fue analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología a través de una revisión literaria, dado a que se están produciendo avances notables en las imágenes en 3D, es de interés presentar información actualizadas de dichos avances. Para el desarrollo de la investigación se llevó a cabo la siguiente estructura:

Capítulo I, el planteamiento y formulación del problema, los objetivos, justificación, limitaciones y alcance de la investigación.

Capítulo II, el marco teórico, donde se desarrollan los antecedentes y las bases tanto teóricas como legales que respaldan al estudio.

Capítulo III, el marco metodológico donde se presenta el tipo, nivel y diseño de investigación, el procedimiento metodológico basado en los métodos de búsqueda de información y las etapas de desarrollo.

Capítulo IV resultados, donde se desarrolla la investigación documental.

Capítulo V, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

El examen radiográfico es una parte esencial en el diagnóstico y plan de tratamiento. La radiografía intraoral está basada en la transmisión, atenuación y captación de los rayos X, en una película radiográfica o un receptor digital, que requiere una configuración geométrica optimizada del generador de rayos X, diente y sensor para producir una proyección correcta del diente ¹. La imagen que se obtiene es una representación bidimensional (2D) de una estructura tridimensional (3D). Debido a esta limitación, la interpretación de una imagen radiográfica puede ser incorrecta debido también a otros factores; la anatomía de cada región, la superposición de otros dientes y estructuras dento-alveolares adyacentes, así como la distorsión geométrica producida por las estructuras anatómicas circundantes ².

Según Lo Giudice y otros, la información diagnóstica obtenida mediante historia clínica, signos y síntomas recogidos, así como mediante métodos de imagen como la radiografía intra-oral, van a determinar la toma de decisiones clínicas en el establecimiento de un plan de tratamiento. Por lo que necesita de todas las herramientas que se tenga al alcance para obtener mejores diagnósticos, que resultarán en planes de tratamiento adecuados, y por tanto mayores éxitos en los tratamientos a largo plazo. La evolución de la imagen convencional a imágenes 2D y 3D otorga beneficios para el paciente y para el clínico. Entre los beneficios para el paciente está el menor tiempo de exposición a la radiación comparando entre la tomografía convencional y la tomografía Cone Beam ³.

Es así como en la práctica de la odontología, la Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB), en español tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), ha sido utilizada ampliamente. Especialmente en la indicación de implantes y preparación de cirugía maxilofacial. La endodoncia no escapa a este fenómeno

debido a que los especialistas que ya se han interiorizado en esta ayuda clínica han aumentado su uso ⁴. Monardes y otros, señalan que esto se debe a que la información que es posible recopilar en una película periapical convencional está limitada a una imagen bidimensional, donde además es probable que exista una distorsión geométrica de las estructuras anatómicas a examinar. Gracias a la posibilidad de conocer en forma adecuada las tres dimensiones del diente, sumado a la ventaja de la TCCB en precisión hace que este examen se esté utilizando en casos de mayor complejidad en endodoncia ².

La Tomografía Computarizada Cone Beam es una tecnología en rápido desarrollo que proporciona imágenes de alta resolución espacial del complejo craneofacial en tres dimensiones (3D). Durante la última década, el número de publicaciones relacionadas a la TCCB en la literatura se ha incrementado de manera significativa, pero la cuestión fundamental es si esta tecnología conduce a mejores resultados. Además, señalan que la TCCB y su aplicación en la ortodoncia es muy importante ya que esta nueva tecnología va evolucionando cada vez más rápido y nuevas imágenes se necesitan para responder algunos casos como los de recidiva. La imagen tomográfica va permitir tener una visión diferente comparando con las imágenes convencionales, y esta visión va de la mano con los movimientos realizados para la corrección de la maloclusión o desproporción facial ⁵.

En comparación con los métodos radiográficos tradicionales, tanto intraorales (obtenidas por placas radiográficas convencionales o bien por sistemas asistidos digitales y/o asistidos por ordenador) como panorámicas, tan sólo reproducen la anatomía tridimensional mediante una imagen bidimensional, la TCCB es un método de imagen que ofrece la posibilidad de ver imágenes tridimensionales de uno o varios dientes en las tres dimensiones del espacio, es decir, desde cualquier perspectiva que queramos analizar exhaustivamente, sin necesidad de recurrir a técnicas engorrosas de angulación, superposición de estructuras, entre otros ⁶.

Asimismo, Brozovich, en su estudio explica que la Cone Beam supera varias limitaciones de la radiografía convencional. Las imágenes pueden ser seleccionadas

para evitar ruido anatómico (como son la superposición del hueso cigomático en las raíces de molares superiores), así como establecer la relación espacial de raíces de piezas multirradiculares y determinación de naturaleza y tamaño real de lesiones periapicales ⁷.

Es de esta manera como la introducción del uso de TCCB, para la obtención de imágenes tridimensionales de los dientes y estructuras de soporte, ha ido cambiando progresivamente el método de examen diagnóstico y de tratamiento endodóntico de la actualidad. Las imágenes en tres dimensiones permiten obtener información anatómica detallada sobre los dientes y su relación con las estructuras adyacentes sin distorsiones, aunque al mismo tiempo, también tiene sus limitaciones. Por tal motivo, el presente estudio tuvo el propósito de analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología través de una revisión literaria.

Formulación del Problema

Tomando en cuenta el planteamiento anterior surge la siguiente interrogante: ¿Cómo ha sido la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología a través de una revisión literaria.

Objetivos específicos

- Describir la evolución histórica de la Tomografía Computarizada.

- Explicar el desarrollo tecnológico de la Tomografía Computarizada Cone Beam
- Identificar las aplicaciones de la Tecnología Computarizada Cone Beam en las diferentes áreas de la odontología.

Justificación

Desde el punto de vista científica, la investigación abordó estudios donde se describe el desarrollo tecnológico de la Tomografía Computarizada Cone Beam, con el propósito de indagar sobre su evolución en la odontología desde su inicio hasta la actualidad, además, través de una revisión literaria se describió el desarrollo tecnológico de la TCCB en endodoncia. De igual forma, se buscó hacer mención de las ventajas que esta han presentado.

Desde el aporte social, se presentó información relacionadas al contexto del tema abordado, siendo el TCCB un método relativamente nuevo para visualizar los dientes y su relación con las estructuras anatómicas circundantes, tratamientos acometidos o diseño y planificación, de aquellos por acometer. Para ello crea imágenes tridimensionales, en los que el clínico puede realizar múltiples estudios con la ventaja de poder visualizar el volumen. El principal problema que se soluciona con las imágenes obtenidas mediante TCCB, es la superposición de estructuras anatómicas y la magnificación de las mismas, que puede dar lugar a una distorsión geométrica y al ‘ruido anatómico’ que puede ocultar la región de interés, ofreciendo información precisa relativa a los dientes y estructuras de soporte.

Desde el ámbito académico, la presente investigación podrá ser utilizada como apoyo para futuras investigaciones que estén relacionadas a la línea de investigación abordada, de igual manera para la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) aporta una investigación científica de tipo documental que permitirá ampliar conocimientos sobre la Tomografía Computarizada Cone Beam en el diagnóstico en tratamientos endodónticos.

Alcance y limitaciones

La presente investigación fue bajo un diseño documental por lo que el alcance de la misma estuvo basado en analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en odontología a través de una revisión literaria, por consiguiente, estuvo enmarcado en la línea de investigación Odontología Clínica y Correctiva de la UJAP. De esta manera, la investigación estuvo delimitada dentro de la Carrera de Odontología de la Universidad José Antonio Páez en el período del lectivo 2022-1CR.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Morales en el año 2020, realizó una investigación titulada “hallazgos endodónticos en estudios de Tomografía Dental Cone Beam CBCT”, el objetivo fue determinar la frecuencia de las patologías de mayor predominio en endodoncia, mediante el uso de la tomografía cone beam (CBCT), utilizando una metodología transversal, descriptivo, documental, no experimental. Los resultados obtenidos fueron que el género con mayor frecuencia de patologías endodónticas fue el masculino representando el 55.66%, el rango de edades con mayor prevalencia de condiciones endodónticas estuvo entre los 41-50 años representando el 32.07%, además las lesiones periapicales fueron las patologías endodónticas con mayor porcentaje 32.07% y las reabsorciones radiculares internas y externas el menor porcentaje de representación con un 2.35%. Concluyó que las tomografías dentales son un estudio imagenológico que contribuye y aporta imágenes de alta calidad, las cuales ayudan al profesional a mejorar los diagnósticos y aplicar mejor tratamiento a sus pacientes ⁴. El estudio tiene relevancia para la presente investigación en cuanto al tema abordado, aportando información sobre el uso de la TCCB.

Por otro lado, Brozovich en el mismo año 2020, realizó un estudio titulado “Rol del Cone Beam en el diagnóstico en endodoncia”, el objeto fue realizar una descripción minuciosa de los usos y aplicaciones del CBCT en el campo de la endodoncia, justificando su uso, mediante la presentación de un caso clínico. Describió el caso clínico de un paciente que concurre a la consulta con sintomatología dolorosa en la unidad dentaria 37, clínicamente sano, la radiografía periapical no aportó información suficiente para el diagnóstico, motivo por el cual se le solicitó una Tomografía Cone Beam, en la cual se pudo determinar con precisión la presencia de

una reabsorción apical, lo cual resultó determinante para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Concluye que el conocimiento y manejo adecuado de esta tecnología resulta indispensable para la correcta prescripción del estudio ⁷. Investigación que presentó aportes teóricos para el desarrollo de las bases teóricas del presente estudio.

Bruno, Bruno y Bachur realizaron un estudio en el año 2020, titulado “hallazgo incidental en tomografía computada de haz cónico”, tuvo como objetivo sintetizar las ventajas del uso de la tomografía para diagnosticar el hallazgo incidental, dado a que la descripción de un hallazgo incidental puede desencadenar atención médica adicional, que incluye otros procedimientos y tratamientos de diagnóstico, con lo cual, en muchas ocasiones es necesario derivar al paciente para tratar la patología descubierta en forma incidental. La CBCT puede ayudar a detectar la presencia de lesión periapical no diagnosticada previamente, donde la evaluación clínica previa y las radiografías convencionales no han revelado la patología. La patología asintomática u oculta puede conducir a un diagnóstico tardío, lo que puede afectar negativamente las posibles estrategias de tratamiento y los resultados. La detección temprana y la precisión diagnóstica son esenciales. La CBCT es una técnica que proporciona vistas de zonas anatómicas con las cuales la mayoría de los odontólogos no están familiarizados y que pueden revelar patología oculta, permitiendo diagnósticos más precisos y confiables, y reduciendo así la posibilidad de perder la patología clínicamente relevante ⁸. Por tal motivo, represento un gran aporte en cuanto al tema abordado dando un soporte a nivel teórico del estudio presente.

Bases teóricas

Tomografía

La tomografía de rutina con película, conocida también como radiografía de

cuerpo en secciones; es una técnica que se utiliza para observar de manera más clara las estructuras situadas en una superficie de interés. Desde el uso de la Tomografía Computarizada y la Resonancia Magnética, este tipo de tomografía con película se utiliza cada vez menos. El equipo que se utiliza para el empleo de la tomografía incluye un tubo de rayos X y películas radiográficas unidas y capaces de moverse a través de un eje fijo o fulcro. Siendo colocados los rayos X de un lado y la película del otro en los lados opuestos del fulcro que está situado dentro del plano focal. Al empezar la toma de la imagen, el tubo y la película se mueven en sentidos opuestos de manera simultánea, debido a un ensamblaje mecánico. Al realizarse este movimiento sincronizado de película y tubo, las imágenes de los elementos ubicados en el plano focal permanecen estables dentro de la radiografía a lo largo de toda la toma, es por eso que se aprecia con nitidez ⁹.

Por otro lado, las imágenes de objetos que se encuentran ubicados de manera superficial o profunda en relación al fulcro, presentan variaciones recurrentes con relación a la película, es por eso que estas imágenes se observan sin nitidez, debido al movimiento. Los tipos de movimiento topográfico que podemos apreciar son: Lineal, circular, elíptico, espiral triple, hipocicloideo. Mientras más complejo sea el movimiento, será menor la posibilidad de que el haz de rayos X choque con una estructura importante en la misma tangente a lo largo de toda la toma ⁹.

Aunado a esto, señala que el movimiento tomográfico más simple es el lineal, este se puede realizar de dos maneras. La primera consiste en que el tubo de rayos X y la película se mueven en direcciones antagónicas con respecto al plano focal fijo, siguiendo un recorrido paralelo entre sí. La segunda se realiza cuando el tubo de rayos X como de la película se mueven a través de arcos concéntricos en vez de realizarse en líneas rectas. Ambos métodos son utilizados actualmente en los equipos de rayos X. Pese a esto, su calidad, respecto a otros movimientos topográficos, es deficiente ⁹.

Tomografía Computarizada

La técnica fue desarrollada por Godfrey Houns Field (1972), denominándola Tomografía Axial Computarizada (TC). Esta técnica revolucionaria obtenía imágenes axiales del cráneo utilizando un haz de rayos X móvil, la cual a diferencia de las radiografías convencionales permitía la observación de las diferencias entre varios tejidos blandos nunca antes observados. Consta de un equipo de rayos X, cuyo haz de rayos X es en forma de abanico, que se dirigen hacia sus detectores correspondientes. Tanto el tubo como los detectores pueden girar de manera sincronizada en torno al paciente, o los detectores pueden encontrarse dispuestos formando una circunferencia continua alrededor del mismo, permitiendo el desplazamiento del tubo de rayos X en forma circular dentro del anillo de detectores ¹⁰.

La imagen de la TC es reconstruida a través de una computadora, la cual procesa matemáticamente las proyecciones de los datos de atenuación recogidos. Presenta ventajas frente a la radiografía convencional y la tomografía con placas, eliminando la superposición de estructuras, permitiendo observar las diferencias entre tejidos respecto a su densidad y obtener diversos cortes (axial, coronal o sagital) dependiendo de la presunción diagnóstica ⁴.

Por otra parte, el fundamento básico de la tecnología de TC es que utiliza rayos X, pero no impresionan la película directamente. Sin embargo, hay dos diferencias fundamentales con la radiografía: (a) la imagen latente no es captada por una película impregnada con sales de plata, la película radiográfica, sino por unos sensores conectados a un ordenador (similares a los empleados actualmente en la radiografía digital) y (b) el tubo emisor de la radiación no permanece estático como en la radiografía (lo que produce una imagen plana instantánea, como si fuera una fotografía) sino que se mueve alrededor del área de interés ⁴.

Tomografía Computarizada Cone Beam

La Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB), en español tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), es un estudio imagenológico complementario no invasivo que brinda un gran aporte de valor diagnóstico en la odontología; en la especialidad de endodoncia brinda imágenes de alta calidad de las zonas anatómicas que se pretenden evaluar. Esta técnica radiográfica supera los inconvenientes que se pueden tener en las radiografías convencionales periapicales, entre las que se encuentra la superposición de estructuras en la imagen y la distorsión geométrica ¹¹.

Cabrera, expresa que, el concepto de la Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) se ha introducido en la odontología a la mitad de la década de 1990, desde en aquel momento se ha demostrado las limitaciones que presentan las radiografías convencionales y se ha aumentado el valor que tiene en la odontología la tomografía dental como una herramienta útil en cirugía maxilofacial, implantología, endodoncia y ortodoncia. La tomografía cone beam es una forma de tomografía convencional y es importante tener un entendimiento completo de los principios y funcionamiento de la imagenología con CBCT para poder aprovechar al máximo los beneficios que ofrece actualmente esta técnica y la radiación mantenerla en bajas dosis ¹².

Otros autores definen a la Tomografía Computarizada Cone Beam, como un sistema de diagnóstico imagenológico, de visualización tridimensional, contemporáneo, que ha sido diseñado esencialmente para el uso en el esqueleto maxilofacial, siendo mucho más sensible que la radiografía convencional, y a la detección de periodontitis apicales en humanos, lo cual es de gran apoyo en el área endodóntica. Además, el uso de este sistema permite brindar información que clínicamente es de gran valor, ya que permite detectar lesiones adicionales definidas como hallazgos radiológicos, estos beneficios no se encontraba con el uso de las

radiografías convencionales como es la radiografía periapical. Otras de las bondades está el poder identificar la destrucción periapical ósea asociada con la infección endodóntica antes de que haya evidencia de su existencia en las radiografías periapicales o panorámicas, razón por la cual la tomografía cone beam sigue siendo una de las técnicas innovadoras que actualmente pueden aprovecharse en la odontología ¹³.

Tomografía Computarizada Cone Beam en Odontología

La utilización de estudios imagenológicos es imprescindible para el área de Odontología. Las imágenes que obtenemos de las radiografías habituales brindan información restringida, ya que solo nos dan información en dos planos de las estructuras que son tridimensionales, aunado con la superposición de las estructuras contiguas. El proceso de evolución de estas imágenes 2D y 3D establecen beneficios tanto para el clínico, como para el paciente. Entre estos se encuentran la reducción en el tiempo de exposición comparándola con la tomografía convencional. Esta última aplicada al área de Endodoncia, es de utilidad debido a que se puede realizar una evaluación de la configuración radicular previo a realizar algún tratamiento de conducto ⁸.

Permite, de la misma manera, hacer un diagnóstico de reabsorciones radiculares, periodontitis apicales en estadios primarios, fracturas horizontales y verticales de la raíz, perforaciones radiculares, identificación de instrumentos desprendidos, planificación de cirugías endodónticas, evaluación de la anatomía del sistema de conductos radiculares, entre otros. Cabe resaltar que el clínico debe estar apto para la interpretación de las imágenes obtenidas con los tomógrafos, para la evaluación de un campo determinado. En la mayoría de los casos durante el tiempo operatorio se basa solamente en datos teóricos sobre la morfología dental, mas no se toma en cuenta las variaciones que se pueden presentar, lo cual

terminaría con un fracaso del tratamiento ⁸.

Es por esta razón que es de suma importancia la identificación de las alteraciones anatómicas dentales previo al tratamiento del conducto. Por otro lado, observar algún tipo de fractura en las radiografías periapicales puede ser complicado, debido a la carencia de signos y síntomas específicos para este suceso. La superposición de las estructuras adyacentes, son un limitante a la hora de la observación radiográfica, para la detección de fracturas longitudinales, pero al utilizar la Técnica Tomográfica Cone Beam, se puede apreciar con definición dichas fracturas ².

Morales, señala que las perforaciones de la raíz son las comunicaciones artificiales entre los tejidos periradiculares y el conducto radicular, esto puede ocurrir debido a la presencia de una reabsorción, pero puede ser resultado de diversas iatrogenias cometidas al realizar la apertura cameral o la preparación biomecánica para la colocación del poste preformado o colado ⁴.

Esto es un potencial suceso para la posible inflamación del tejido periodontal adyacente, por tal motivo es necesario diagnosticar de manera temprana la presencia de algún tipo de perforación para definir de manera correcta el diagnóstico y plan de tratamiento. Al realizar una toma radiográfica convencional, será dificultoso la observación de dicha perforación debido a que se encontraría superpuesta en la raíz. Se podría facilitar la observación en sentido vestíbulo lingual tomando radiografías en diferentes ángulos horizontales, sin embargo, el CBCT nos permite llegar a un diagnóstico más exacto de este tipo de lesiones ⁴.

Para el diagnóstico certero de dientes que serán sometidos a cirugía periapical, se necesita la toma de radiografías periapicales de buena calidad, pero estas solo nos brindan información bidimensional. La interpretación de las mismas es más complicada en la zona del arco cigomático y el seno maxilar ya que estas estructuras anatómicas se superponen, la dificultad de interpretación se vuelve mayor en la

presencia de postes y materiales de conductos radiopacos. La reabsorción radicular es un estado patológico relacionado con la pérdida de estructura dental que se presenta de manera asintomática, difícil de diagnosticar y tratar, considerándolo como un hallazgo imagenológico. Se utilizan de manera regular radiografías convencionales para su diagnóstico y tratamiento, pero el acortamiento apical, la radiolucencias externas de la raíz y la ampliación del conducto radicular no se pueden detectar en estadios iniciales en las radiografías periapicales, ya que son pequeñas o debido a la limitación bidimensional de este método ⁷.

De la misma forma Brozovich, agrega que para el diagnóstico endodóntico se utiliza de manera regular la radiografía periapical, ya que esta muestra evidencia necesaria de la progresión, regresión y remisión de la periodontitis apical, pero se demostró que, debido al empleo de la CBCT, se puede diferenciar un quiste de un granuloma periapical, ya que esta prueba nos muestra una desigualdad marcada respecto a la densidad de las patologías periapicales, favoreciendo así un diagnóstico no invasivo ⁷.

Bases legales

Como base legal para el desarrollo de la presente investigación documental se toma la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999, en su artículo 98 contempla que la creación cultural es libre, esta libertad comprende el derecho a la inversión, producción y divulgación de la obra creativa, científica, tecnológica y humanística, incluyendo la protección legal de los derechos del autor o de la autora sobre sus obras. El Estado reconocerá y protegerá la propiedad intelectual sobre las obras científicas, literarias y artísticas, invenciones, innovaciones, denominaciones, patentes, marcas y lemas de acuerdo con las condiciones y excepciones que establezcan la ley y los tratados internacionales suscritos y ratificados por la República en esta materia ¹⁴.

Ley sobre el Derecho de Autor de 1993, dado a que en su artículo 1, señala sobre las disposiciones de esta Ley protegen los derechos de los autores sobre todas las obras del ingenio de carácter creador, ya sean de índole literaria, científica o artística, cuales quiera sea su género, forma de expresión, mérito o destino. Existen organismos a nivel internacional que protegen el derecho de autor, en ese sentido, la legislación venezolana se acoge a los estatutos ya conocidos y específicamente en este artículo protege las obras creativas realizadas de cualquier índole ¹⁵.

Bajo esta misma ley sobre derechos de autor, sección segunda de los autores se destaca lo siguiente en el artículo 5, el autor de una obra del ingenio tiene por el sólo hecho de su creación un derecho sobre la obra que comprende, a su vez, los derechos de orden moral y patrimonial determinados en esta Ley. Los derechos de orden moral son inalienables, inembargables, irrenunciables e imprescriptibles. El derecho de autor sobre las traducciones y demás obras indicadas en el artículo 3° puede existir aun cuando las obras originales no estén ya protegidas por esta Ley o se trate de los textos a que se refiere el artículo 4°; pero no entraña ningún derecho exclusivo sobre dichas obras ya originales o textos ¹⁵.

Definición de términos básicos

Cirugía endodóntica: es tratar aquellos casos que no se resuelven completamente con el tratamiento endodóntico convencional o aquellos cuyo tratamiento normal ha fracasado (por dificultad anatómica; error en la preparación biomecánica y sellado hermético) ⁴.

Lesiones periapicales: resultan de la necrosis de la pulpa, son las afecciones más frecuentes que se hayan en el hueso maxilar ⁸.

Periodontitis Apical Sintomática (PAS): es la inflamación de periodonto apical, puede causar molestias espontaneas de carácter moderado o intenso y dolor al morder o a la palpación o percusión ⁶.

Radiografía: es una técnica diagnóstica radiológica de forma digital en una base de datos. La imagen se obtiene al exponer al receptor de imagen radiográfica a una fuente de radiación de alta energía, comúnmente rayos X o radiación gamma procedente de isótopos radiactivos ⁴.

Radiología: es una rama de la medicina que utiliza la tecnología imagenológica para diagnosticar y tratar una enfermedad ⁴.

Tejido apical normal: diente con tejido periapical normal, sin sensibilidad a las pruebas de palpación y percusión ⁵.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo documental, para Hernández, Fernández y Baptista, es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas, el propósito de este estudio es el aporte de nuevos conocimientos ¹⁶. Por tal motivo, estuvo fundamentada por información publicada, y datos previos sobre el uso de la Tomografía Computarizada Cone Beam en odontología.

Nivel de profundidad de la investigación

De acuerdo al tipo de investigación, el nivel de profundidad fue analítica descriptiva, dado a que se analizó la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en odontología a través de una revisión literaria. Son investigaciones en donde se realizan la interpretación de lo analizado; intentan entender situaciones eventos o fenómenos en términos de sus componentes y las, interconexiones que explican su integración ¹⁶.

Diseño de la investigación

El diseño del estudio estuvo bajo la estructura de estudios de investigación histórica, dado a que se evaluó la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en odontología a través de una revisión literaria. Esta se define como el seguimiento cronológico de una situación particular, acompañada del análisis crítico de su desenvolvimiento y los factores intervinientes correspondientes ¹⁶.

Procedimiento metodológico

Método de búsqueda de información

Para la recolección de información se empleó una búsqueda electrónica, a través de la consulta de diferentes bases de datos tanto nacionales como internacionales referentes a la Ortodoncia y Odontología, siendo estas: la Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría, Revista Española de Ortodoncia, Revistas Ortodoncia Actual, Acta Odontológica Venezolana, Revista Venezolana de Ortodoncia. Se seleccionaron aquellos artículos referentes a la Tomografía Computarizada Cone Beam en odontología.

Etapas para el desarrollo de la investigación

Para analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en odontología a través de una revisión literaria; de los artículos seleccionados fueron extraídos la información relevante para el alcance de los objetivos establecidos, por consiguiente, el desarrollo de la investigación se divide en las siguientes etapas:

Etapas I. Evolución de la tomografía computarizada

En esta etapa a través de un análisis descriptivo se señala la evolución de la tomografía computarizada en odontología, siendo la información organizada de manera cronológica de acuerdo a los hechos en las fechas que acontecieron hasta la actualidad.

Etapas II. Desarrollo tecnológico de TCCB

En esta etapa a través de un análisis descriptivo se describió el desarrollo

tecnológico de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología desde sus inicios hasta la actualidad a través de una revisión literaria, la información se organizó de manera cronológica de acuerdo a los hechos en las fechas que acontecieron hasta la actualidad.

Etapa III. Aplicaciones de TCCB en Odontología

En esta etapa se identificaron las aplicaciones de la Tecnología Computarizada Cone Beam en las diferentes áreas de la odontología, resultados que fueron analizados y descritos según la información recolectada.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Gracias a los avances tecnológicos la tomografía está especialmente diseñada para producir imágenes de alta resolución e información tridimensional para aplicaciones dentales, esta tiene ventajas en la detección de los signos clínicos y la precisión en el diagnóstico. Por consiguiente, en el presente capítulo se presenta los resultados obtenidos de la investigación con el propósito de analizar la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam en la odontología a través de una revisión literaria.

Etapa I. Evolución de la tomografía computarizada

La tomografía computada (TC) fue creada y desarrollada por sir Godfrey Hounsfield en el año 1972, Godfrey, ideó la posibilidad de reconstruir un corte transversal del cuerpo humano a partir de varias proyecciones radiográficas adquiridas desde diferentes posiciones; recibiendo seis años más tarde el Premio Nobel de medicina debido a que se convirtió en una técnica de uso casi ilimitado. Con los equipos de primera generación se podía obtener una sola imagen por cada apnea inspiratoria y los estudios se realizaban en plano axial ^{17,18}.

La TC se utiliza en el diagnóstico y en los estudios de seguimiento de pacientes, en la planificación de tratamientos de radioterapia, e incluso para el cribado de subpoblaciones asintomáticas con factores de riesgo específicos ¹⁹.

En 1989, surge la tomografía computada helicoidal, la cual tenía ventajas considerables a su antecesora la Tomografía Axial Computada (TAC). Ya que permitía la adquisición continua de varias imágenes por cada inspiración; esto era posible debido a la sincronía que se daba entre el tubo de rayos X, la camilla y los detectores (una sola fila de detectores) ^{18,19}.

En el año 1998, nace la tomografía computada multidetector, también conocida como multislice (TCMS), el avance en esta técnica es que ya contaban con varias filas de detectores (4 filas para los primeros equipos de este tipo) los cuales iban en aumento conforme se perfeccionaba el diseño y técnica del instrumento hasta llegar actualmente a encontrar tomógrafos con 64 filas de detectores; es importante resaltar que a mayor número de filas de detectores los resultados son mejores ^{20,21}.

Con el paso del tiempo se ha convertido en una técnica de imagen versátil, con la que se obtienen imágenes tridimensionales de cualquier área anatómica, y que cuenta con una amplia gama de aplicaciones en oncología, radiología vascular, cardiología, traumatología, o en radiología intervencionista, entre otras ²¹.

De manera más reciente, en Odontología se desarrolla el sistema de TCCB, técnica que ha sido utilizada para el análisis de la región bucomaxilofacial, siendo una técnica no invasiva que permite la adquisición de imágenes en capas o cortes de un objeto, logrando hacer un diagnóstico adecuado de lesiones quísticas, tumorales, así como la aplicación que se le da durante los tratamientos de implantes debido a que nos permite tener una evaluación preoperatoria de altura, espesor y calidad ósea ²².

Etapas II. Desarrollo tecnológico de TCCB

La evolución de estas tecnologías, llevaron a lograr obtener un dispositivo de gran ayuda para el área odontológica, conocido como Tomografía Computarizada de Cone Beam o también llamado Haz Cónico, consiste en un haz de rayos X piramidal, similares a los utilizados en las radiografías convencionales, porque atraviesa la estructura a radiografiar, y se direcciona hacia el detector bidimensional que se encuentra del otro lado. Debido a que el objeto se encuentra próximo al sensor, el efecto de error de proyección disminuye, dando como resultado mediciones a escala ²³. La TCCB trabaja con voxels isotrópicos que tienen las mismas dimensiones en los tres ejes del espacio. Debido a esto los errores de malposición del paciente durante el escaneado pueden ser corregidos y ajustados posteriormente de manera interactiva,

sin que existan problemas de distorsión²³. Comenzó sus inicios a finales de los años 90, donde fue conocida como la tomografía digital volumétrica, o tomografía de haz cónico, la cual es una tecnología que tenía como objetivo obtener imágenes en tres dimensiones de la región craneofacial, haciendo uso de la radiación, con niveles de dosis más bajas que la tomografía computarizada, otorgando beneficios de disminuir los problemas de distorsión de imágenes y superposición que pueden darse a cabo en estudios radiográficos intraorales convencionales o las panorámicas²⁴.

El uso de la TCCB en la odontología fue presentada por primera vez en la Universidad de Verona en 1998, mediante un estudio donde se mostraron los resultados iniciales de estos nuevos equipos. En esta investigación se presentaron imágenes de alta precisión con bajas dosis de radiación a diferencia de la tomografía convencional. Así mismo varios investigadores de Japón y Finlandia, crearon otro equipo radiológico con una tecnología parecida a la presentada el año anterior, al cual denominaron ORTHOCT, y presentaba una reforma del equipo de radiografía panorámica anterior, presentando un intensificador de imagen a diferencia de una película radiográfica²⁵.

Actualmente se utilizan tomógrafos dentales en el área odontológica, que han sido desarrollados en Italia, Estados Unidos, Brasil y Japón, sumándose Francia como uno de los países que están creando en la actualidad estos equipos tomográficos. Este tipo de tomografías permite al profesional realizar diferentes análisis, con el fin de conocer las características de las estructuras óseas, como la calidad del hueso por medio de una escala de grises conocido como unidades Hounsfield, además de verificar la topografía y el grosor de las corticales óseas²⁶.

Al final del examen, la secuencia de la imagen básica (datos originales) se reconstruye para generar una imagen tridimensional, con la ayuda de un software específico, que posee programas de algoritmos complejos instalados en una computadora tradicional conectada al sistema²⁷. El tiempo de inspección puede variar de 10 a 70 segundos, pero el tiempo efectivo de exposición a los rayos X es menor, de 3 a 6 segundos. Las imágenes se pueden visualizar en tres planos

ortogonales: coronal, sagital y axial para facilitar una visión tridimensional del área de interés. Puede seleccionar y mover el encabezado en la imagen, y siempre modificar el corte en el plano mencionado en tiempo real. La calidad de imagen del escáner TCCB es mejor que la TC, debido a que puede analizar mejor el tejido dental duro en la región maxilofacial ^{27,28}.

Los cortes axiales, son escogidos por el operador, en una visión lateral del cráneo, y llamadas posteriormente reconstrucciones primarias o directas. Los siguientes cortes varían en su espesor, siendo el mínimo 1mm ²⁹. Tomando como referencia al corte axial, se adquieren las reconstrucciones secundarias, dentro de ellas encontramos a las reconstrucciones coronales, sagitales, los cortes perpendiculares al contorno de los arcos dentarios (orto radiales o trans-axiales), las reconstrucciones en 3D y las imágenes convencionales bidimensionales. En estas últimas, el software autoriza la ejecución de mediciones digitales lineares y angulares, así mismo con el color de las estructuras de interés, como el canal mandibular ³⁰.

Etapas III. Aplicaciones de la Tecnología Computarizada Cone Beam en las diferentes áreas de la Odontología

La Odontología atraviesa un período de cambios tecnológicos cada vez más intensos. Estas innovaciones tecnológicas han ido desde el desarrollo de métodos de diagnóstico recientes hasta nuevas modalidades de tratamiento ³¹. Este proceso evolutivo se debe principalmente a la tecnología digital que ha permitido grandes avances en la búsqueda y disponibilidad de exámenes imagenológicos con mayor especificidad y sensibilidad ³².

La tomografía computarizada Cone Beam dental es un tipo especial de máquina de rayos X usada en situaciones donde los rayos X dentales o faciales estándar no son suficientes. Esta técnica no es usada en forma rutinaria, porque la exposición a la radiación proveniente de este explorador es significativamente mayor que la de los rayos X comunes ³³. Este explorador usa un tipo especial de tecnología para generar

imágenes tridimensionales (3D) de estructuras dentales, tejidos blandos, nervios, y huesos de la región craneofacial con una sola exploración. Las imágenes obtenidas con la TCCB permiten que los tratamientos sean más preciso ³⁴.

En la odontología, se debe tener en cuenta si el paciente es un adulto o un niño. La TCCB proporciona dos características únicas en la práctica ortodóntica: las proyecciones planas (reconstrucciones de las telerradiografías) o proyecciones curvas (reconstrucciones panorámicas) que actualmente se utilizan para el diagnóstico ortodóntico, análisis cefalométricas y planificación del tratamiento, se puede obtener a partir de una única adquisición de la TCCB, y las imágenes base de la TCCB se pueden reconstruir para proporcionar una sola imagen antes indisponible en la práctica ortodóntica ^{35,36}.

El uso de la TCCB en la investigación ortodóntica, la maduración esquelética ayuda a los ortodoncistas en la elección del tratamiento y ver el tiempo del mismo en cada paciente. Se utiliza por lo general la radiografía carpal o telerradiografía para su evaluación. Por otro lado, el método de elementos finitos (MEF) es un análisis matemático que consiste en la discretización de un medio continuo en elementos pequeños, manteniendo las mismas propiedades del medio original ³⁷. El MEF puede ser utilizado en diversas áreas de las ciencias exacta y biológicas y, debido a su gran aplicabilidad y eficiencia, existen trabajos con esta metodología en diversas especialidades odontológicas, como en la Ortodoncia, cuando se desean analizar cargas, tensiones y desplazamientos provocados por el tratamiento; siendo este análisis realizado a partir de la TCCB ^{36,38}.

Los protocolos para las imágenes de TCCB deben tener en consideración las ventajas relativas de esta tecnología sobre las radiografías convencionales, incluyendo la calidad de la información recopilada, su impacto potencial en el diagnóstico, la planificación del tratamiento, la facilidad de su uso versus el riesgo, incluyendo la exposición a la radiación y costos financieros. Específicamente de la TCCB se debe considerar el campo de visión (FOV), evaluar la particularidad del caso e interpretar en múltiples cortes ³⁹.

Por otro lado, la gran ventaja que aporta la TCCB frente a la radiografía convencional es que se puede obtener información volumétrica de todas las superficies. La radiografía convencional bidimensional presenta varias limitaciones a la hora de determinar los niveles de hueso en las zonas bucal y lingual, así como la pérdida parcial del grosor de hueso interdental. Con TCCB se resuelven los problemas de proyección de las radiografías periapicales y de aletas de mordida ⁴⁰.

También se comporta mejor en el diagnóstico y en el análisis cuantitativo de los defectos periodontales en comparación con la radiografía periapical en cráneos disecados y es particularmente ventajoso para el análisis bucal y lingual así como de los defectos periodontales de la furca. La TCCB supera a la radiografía convencional intraoral en precisión para la determinación del nivel de hueso periodontal después de la terapia de regeneración periodontal ⁴¹.

En la Endodoncia, aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos habituales, la TCCB aporta una visión axial, coronal y sagital que con la radiografía convencional no se obtiene. La capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes la hace muy ventajosa en su aplicación endodóntica la visualización de la anatomía de los conductos pulpares, la identificación de la patología periapical, evaluaciones prequirúrgicas, análisis del proceso de reabsorción radicular interna y externa, y en la identificación de fracturas dentarias ⁴².

En el área de implantología, los escáneres de tecnología computarizada convencionales han sido utilizados de forma rutinaria para analizar las dimensiones de hueso, la calidad y la altura del hueso alveolar. El escáner de TCCB en 3D optimiza el plan de tratamiento con implantes dentales, con los usos y beneficios para localizar y determinar la distancia a las estructuras anatómicas vitales, medir la anchura del hueso alveolar y visualizar el contorno del hueso, determinar si es necesario un injerto de hueso o un levantamiento de seno, seleccionar el tamaño y el modelo de implante más adecuado, optimizar la localización del implante y su

angulación, reducir los tiempos quirúrgicos ⁴³.

Por otro lado, en patología, como quistes, tumores y otras anomalías, la TCCB ha mostrado mayor sensibilidad en detectar la invasión por carcinoma gingival de células escamosas que la radiografía panorámica ⁴⁴.

La tecnología está cambiando constantemente y nuevas aplicaciones están adicionándose todos los días. La TCCB entonces proporciona algunos usos posibles en el futuro cercano, encontrándose actualmente en estudio parte de esta nueva tecnología, puede producir modelos virtuales 3D, sin necesidad de impresiones con alginato ^{45,46}. Esto evitará la incomodidad del paciente y proporcionará al clínico más tiempo. Estos modelos tienen un alto valor diagnóstico comparado con los modelos digitales, ya que incluye no sólo las coronas, sino también las raíces, dientes retenidos, el desarrollo de los dientes y el hueso alveolar ^{47,48}.

Es posible que en el futuro el proceso de fabricación de alineadores se realice a partir de archivos base de la TCCB. Además de eso, toda esta información tendrá la ventaja de ser transferida electrónicamente entre los laboratorios y los clínicos, especialmente ortodoncistas ⁴⁹. En la construcción de modelos a partir de la TCCB, que se pueden utilizar en procedimientos de laboratorio, lo que requerirá un cementado indirecto, además los archivos de base de la TCCB se pueden utilizar para las necesidades de fabricación de brackets y alambres para cada paciente de forma individual ⁵⁰.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La Odontología atraviesa un período de cambios tecnológicos cada vez más intensos, donde estas innovaciones tecnológicas han ido desde el desarrollo de métodos de diagnóstico recientes hasta nuevas modalidades de tratamiento. Este proceso evolutivo se debe principalmente a la tecnología digital que ha permitido grandes avances en la búsqueda y disponibilidad de exámenes imagenológicos con mayor especificidad y sensibilidad. Por tal motivo, la presente investigación analiza la evolución de la Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB) en la odontología a través de una revisión literaria, por lo que concluye que entre los avances recientes el uso de la tomografía computarizada es utilizada para diversos fines.

Esta técnica ha evolucionado mucho, permitiendo mayor certeza en sus resultados y mostrando imágenes con alta calidad y sin superposiciones y distorsiones de estructuras. La TCCB se utiliza en varias áreas de la Odontología, como Ortodoncia, Implantología, Traumatología oral y maxilofacial, Periodoncia, Cirugía, para exámenes articulares Articulación temporomandibular (ATM) y Endodoncia. En los últimos tiempos se ha producido un aumento logro significativo de la técnica que utiliza tubos de rayos X como fuentes de radiación y dosis más bajas en comparación con la tomografía tradicional, sistemas de monitoreo por televisión y equipos que digitalizan las imágenes mediante computadoras.

Cada día es más frecuente la aplicación de TCCB, en el área dental continúa siendo utilizado específicamente para la zona maxilofacial, ya que es capaz de eliminar las estructuras anatómicas superpuestas y ayudar en los diagnósticos y procedimientos a realizar. Además del corte de los planos anatómicos y la emergencia de los planos axial, coronal y sagital, la tecnología ha hecho posible visualizar estructuras anatómicas de diferentes ángulos, facilitando posibles hipótesis

diagnósticas.

Es así como la imagen tridimensional obtenida tiene una variedad de aplicabilidad en diferentes áreas como la Implantología y la Endodoncia. TCCB se basa en una tecnología en la que la imagen se compone de un haz de rayos X cónico asociado con el receptor de imagen bidimensional, girando de 180° a 360°, una vez, alrededor del área de interés. Por lo tanto, hay las ventajas de la viabilidad de la prueba y la excelente claridad de la imagen.

Este examen complementario permite obtener imágenes 3D de alta precisión de las estructuras de los tejidos duros, configurándose como la más importante entre las técnicas de imagen de diagnóstico médico-odontológico que han surgido en los últimos años. En esta técnica, como se mencionó anteriormente, un giro justo alrededor del área que se necesita analizar es suficiente para obtener lo necesario para la formación de las imágenes, siendo posible capturar una mayor cantidad de información de áreas más pequeñas o de todo el cráneo. Después de radiografiar la estructura, un software es capaz de reproducir las imágenes con excelente resolución espacial de todas las estructuras proporcionalmente, con casi de tamaño natural, en planos axial, paraxial, coronal y sagital.

Recomendaciones

Finalmente se recomienda a la Universidad José Antonio Páez, tomar en cuenta la presente investigación, dado que por su carácter documental servirá de antecedentes a otros estudios relacionados al tema.

A los estudiantes de la carrera de Odontología, se le recomienda realizar estudios sobre la TCCB en áreas específicas de la carrera dado a que con el avance de la tecnología, existe más campos por conocer.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Oviedo P, Hernández J. Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia. *Rev Estomatol Herediana*. 2012; 22 (1):59-64.
2. Monardes H, Abarca J, Chaparro D, Pizarro F. Hallazgos radiográficos de connotación endodóntica utilizando tomografía computarizada de haz cónico. *Av Odontoestomatol*; 2015;31(2): 59-65. doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S0213-12852015000200002>.
3. Lo Giudice R, Nicita F, Puleio F, Alibrandi A, Cervino G, Lizio. S, Pantaleo G. Accuracy of Periapical Radiography and CBCT in Endodontic Evaluation. *International Journal of Dentistry*. 2018; 1(2):1–7. doi: 10.1155 / 2018/2514243
4. Morales A. hallazgos endodónticos en estudios de Tomografía Dental Cone Beam CBCT [tesis de grado]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2020. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49828/1/3484MORALESanthony.pdf>
5. Roque G, Meneses 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. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v25n1/a09v25n1.pdf>
6. Rodríguez G, Patel S, Duran F, Roig M, Abella F. Influence of conebeam computed tomography in clinical decision making among specialists. *Journal of Endodontics* 2017; 43(1):194–9.
7. Brozovich, G. Rol del Cone Beam en el diagnostico en endodoncia [tesis de grado]. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo; 2020. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/15307/brozovich-gimena.pdf
8. Bruno I, Bruno L, Bachur M. Hallazgo incidental en tomografía computada de haz cónico. *RAAO*. 2020; 52(1):1-3.
9. Bejarano L. Conductos radiculares de las primeras premolares mandibulares evaluadas mediante el uso de la Tomografía Cone Beam [tesis de grado]. Perú: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2018. Disponible en: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2624/TESIS_LILIANA%20TAL%20C3%8DA%20BEJARANO%20VILLANUEVA.pdf?sequence=2

10. Sánchez M. Hallazgos endodónticos en estudios de tomografía dental Cone Beam CBCT. [tesis de grado]. Ecuador: Universidad De Guayaquil; 2020.
11. Portigliatti R, Bóveda F, García C, Díaz S. Influencia de tomografías de haz cónico en el plan de tratamiento de endodoncia en casos de elevado grado de dificultad. RAAO. 2017; 57(2):1-2.
12. Cabrera T. Sistemas de tomografía computarizada de haz cónico y su aplicación en endodoncia. Rev Endodoncia Actual. 2017; 1:4-18.
13. Hernández S, Donoso M, Sanhueza C, Linco J, Riquelme S. Evaluación de Lesiones Periapicales en Pacientes Derivados a Cirugía Periapical Mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico. Int. J. Odontostomat. 2017; 11 (2): 128-132. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2017000200002>.
14. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela 1999. Pub. Gaceta Oficial N° 5.908. Caracas, Venezuela (Dic. 30, 1999).
15. Ley sobre el Derecho de Autor 1993. Pub. Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinario. Caracas, Venezuela (Oct. 01, 1993).
16. Hernández S, Fernández C, Baptista L. Metodología de la investigación. 5ª Edición. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores; 2015.
17. Moradas M. Actualización en diagnóstico mínimamente invasivo en endodoncia: CBCT, ¿uso sistemático o no?. El dentista moderno. 2019; 1(1):30-43.
18. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. Dent Clin N Am 2018; 62(1): 361-391.
19. Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. Int Endod J. 2019;52(8):1138–52.
20. Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by: Int Endod J. 2019;52(12):1675–8.
21. Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. Int Endod J. 2018;51(9):1005–18.

22. Krug R, Connert T, Beinicke A, Soliman S, Schubert A, Kiefner P, et al. When and how do endodontic specialists use cone-beam computed tomography? *Aust Endod J.* 2019;45(3):365–72.
23. Tomas B, Poletto A. Estudio de las reabsorciones radiculares asociadas a caninos retenidos maxilares en Tomografía Cone Beam. *revista de la facultad de odontología.* 2020; 13(1): 13.
24. Jain S, Choudhary K, Nagi R, Shukla S, Kaur N, Grover D. New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: Combining digital echnologies. *Imaging Science in Dentistry.* 2019. 49(1):179–90.
25. Wu Y, Su C, Tsai Y, Cheng W, Chung M, Chiang H, et al. Complicated Root Canal Configuration of Mandibular First Premolars Is Correlated with the Presence of the Distolingual Root in Mandibular First Molars: A Cone-beam Computed Tomographic Study in Taiwanese Individuals. *J Endod.* 2017;43(7):1064–1071. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.027>
26. Torres A, Shaheen E, Lambrechts P, Politis C, Jacobs R. Microguided Endodontics: a case report of a maxillary lateral incisor with pulp canal obliteration and apical periodontitis. *Int Endod J.* 2019;52(4):540–9.
27. Report C, Jeyaraj CP. Diagnostic Value of Cone Beam Computed Tomographic (CBCT) Scan in Detection of a Stensen ’ s Duct Lithiasis Presenting as a Longstanding Case of Recurrent Buccal Space Abscess. 2018;2(9):20–27.
28. Connert T, Krug R, Eggmann F, Emsermann I, ElAyouti A, Weiger R, et al. Guided Endodontics versus Conventional Access Cavity Preparation: A Comparative Study on Substance Loss Using 3-dimensional–printed Teeth. *J Endod.* 2019;45(3):327–31.
29. Benavides B. Utilización de la tomografía computarizada de haz cónico en la localización de conductos calcificados. [tesis de grado]. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, 2020.
30. Buchgreitz J, Buchgreitz M, Bjørndal L. Guided Endodontics Modified for Treating Molars by Using an Intracoronal Guide Technique. *J Endod.* 2019;1(1):1–6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.03.010>
31. Rivero P. Análisis de lesiones periapicales endodónticas mediante el índice periapical, sobre tomografías computarizadas de haz cónico. [tesis de grado]. Venezuela: Universidad de Carabobo, 2018.

32. Romero L. Patologías periapicales y engrosamiento de la mucosa sinusal con tomografías computarizadas de haz cónico. [tesis de grado]. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018.
33. Cazar M. Uso de CBCT y herramientas computacionales odontológicas para la reconstrucción tridimensional de objetos arqueológicos. *Odontología Activa Revista Científica*, 2020; 5(3), 73–84. Doi: <https://doi.org/10.31984/oactiva.v5i3.520>
34. Bóveda C. Clinical Impact of Cone Beam Computed Tomography in Root Canal Treatment. *Endod Radiol Second Ed.* 2017;367–415.
35. Sanz E. Estudio preliminar de la calidad del tratamiento con endodoncia e implantes y lesiones ósea asociadas en tomografías computarizadas de haz cónico. [tesis de grado]. España: Universidad Complutense de Madrid, 2017.
36. Lara S, Barbosa F, Machado V, Santa C. A New Approach for Minimally Invasive Access to Severely Calcified Anterior Teeth Using the Guided Endodontics Technique. *J Endod.* 2018;44(10):1578–82.
37. Shi X, Zhao S, Wang W, Jiang Q, Yang X. Novel navigation technique for the endodontic treatment of a molar with pulp canal calcification and apical pathology. *Aust Endod J.* 2018;44(1):66–70.
38. Mota de Almeida F, Flygare L, Knutsson K, Wolf E. ‘Seeing is believing’: a qualitative approach to studying the use of cone beam computed tomography in endodontics in Sweden. *Int Endod J.* 2019;52(10):1519–28.
39. Franco A. Overbite y Overjet empleando tomografías Cone Beam en pacientes de un consultorio odontológico Lima 2020. [tesis de grado]. Perú: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83310>
40. Beltrán J. La tomografía computarizada de haz cónica Cone Beam como método alternativo en el diagnóstico de lesiones de caries dental – estudio in vitro. [tesis de grado]. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2017. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/3893>
41. Valarezo M. Tomografía computarizada cone beam y su aplicación en endodoncia. [tesis de grado]. Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2021. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56271>
42. Meundi M, David C. Application of cone beam computed tomography in

facial soft tissue thickness measurements for craniofacial reconstruction. *Journal of oral and maxillofacial pathology: JOMFP*. 2019; 23(1):114.

43. Sinha P. Future of forensic odontology in India with cone beam computed tomography. *Journal of forensic dental sciences*. 2018; 10(1):1.

44. González Z. Efectividad de la técnica cone beam para el diagnóstico odontológico. [tesis de grado]. Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2020. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49838>

45. Quiroz L. Cambios en la altura de la cortical dentoalveolar y longitud total dental pre y post tratamiento de ortodoncia utilizando tecnología cone beam. [tesis de grado]. Mexico: Benemérita Universidad Autónoma De Puebla, 2017.

46. Barba L, Ruiz V, Hidalgo A. El uso de rayos X en odontología y la importancia de la justificación de exámenes radiográficos. *Av Odontoestomatol* 2020; 36(3): 131-142. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852020000300002&lng=es.

47. Haro M. Ubicación del conducto mandibular en Tomografías Cone Beam en el servicio de odontología - cirugía bucal y maxilofacial del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen 2017. [tesis de grado]. Perú: Universidad Alas Peruanas, 2018.

48. Aza R, Zabalegui B, Santos J, Malfaz J. Aplicaciones de la tomografía computarizada de haz cónico en endodoncia. *Endodoncia (Madr.)* ; 2018; 36(3): 8-21.

49. Cabanillas D, Vásquez D. Análisis de variabilidad de la configuración interna de conductos radiculares de los premolares mediante tomografía computarizada Cone-Beam 2020. [tesis de grado]. Peru: UPAGU, 2021.

50. Hernández S, Donoso M, Sanhueza C, Linco J, Riquelme S. evaluación de Lesiones Periapicales en Pacientes Derivados a Cirugía Periapical Mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico. *International journal of odontostomatology*, 2017; 1:128- 132.