

**ACCESO ENDODÓNTICO GUIADO USANDO TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA Y DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA IN VITRO**

Iván Bustamante Zambrano

Bryan Hernández Vásquez

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE ENDODONCIA- FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
BOGOTA DC.-AGOSTO 2020**

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Universidad	El Bosque
Facultad	Odontología
Programa	Endodoncia
Título:	Acceso endodóntico guiado usando tomografía computarizada y diseño asistido por computadora In vitro
Línea de investigación:	Endodoncia Clínica
Tipo de investigación:	Posgrado/Línea de Investigación docente
Residentes	Hilbert Iván Bustamante Zambrano Bryan Hernández Vásquez
Director	Dra. María Fernanda Urueta
Codirector:	Dr. Javier Niño
Asesor metodológico:	Dr. Luis Fernando Gamboa
Análisis y Asesor estadístico	Dr. Luis Fernando Gamboa

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

TIANA CIAN LEAL	Presidente del Claustro
CAMILO ALBERTO ESCOBAR JIMÉNEZ	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL GALVIS	Rector(a)
RITA CECILIA PLATA DE SILVA	Vicerrector(a) Académico
FRANCISCO JOSÉ FALLA CARRASCO	Vicerrector Administrativo
MIGUEL OTERO CADENA	Vicerrectoría de Investigaciones.
CRISTINA MATIZ MEJÍA	Secretaria General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
MARIA ROSA BUENAHORA TOVAR	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ	Director Área Bioclínica
ALEJANDRO PERDOMO RUBIO	Director Área Comunitaria
FRANCISCO PEREIRA MANRIQUE	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
DIANA CAROLINA ALZATE	Directora- Programa de Endodoncia

"La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia"

GUÍA DE CONTENIDO

Resumen	
Abstract	
	Pág.
Introducción	1
2. Marco teórico	2
3. Planteamiento del problema	6
4. Justificación	7
5. Situación Actual	8
6. Objetivos	10
6.1 Objetivo general	10
6.2 Objetivos específicos	10
7. Metodología del Proyecto	11
7.1. Tipo de estudio	11
7.2. Población y muestra (Criterios de selección y exclusión)	11
7.3 Plan de tabulación y análisis.	11
8. Consideraciones éticas.	12
9.. Resultados	15
11. Conclusiones	16
12. Referencias bibliográficas	17

RESUMEN

ACCESO ENDODÓNTICO GUIADO USANDO TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA IN VITRO

Antecedentes Hoy en día, el tratamiento del conducto radicular ha mejorado cada vez para evitar posibles complicaciones y accidentes al realizar el tratamiento, como es el caso de los conductos radiculares calcificados que es el resultado del envejecimiento fisiológico o agresiones externas. Se ha documentado que el desgaste excesivo del esmalte y la dentina causa fisuras, grietas y fracturas. Para evitar este tipo de complicaciones, se propuso la técnica de endodoncia guiada, que nos permite estar seguros de que las limas siguen el eje deseado para evitar tales eventos adversos. **Objetivo** Proponer un protocolo de endodoncia guiada por CBCT y CAD / CAM para realizar acceso mínimamente invasivas con navegación estática. **Materiales y Métodos** Se extrajeron seis dientes sanos unirradiculares, birradiculares y multirradiculares que estaban indicados para exodoncia en pacientes de la Universidad del Bosque con el debido consentimiento informado y que cumplan los siguientes criterios: Criterios de inclusión: dientes con corona clínica completa, sin restauración previa, con indicación de extracción, y ápice cerrado. Criterios de exclusión: dientes con restauraciones extensas, ápice abierto, reabsorción radicular, tratamiento de conducto radicular previamente realizado. Los seis dientes elegidos se colocarán en un modelo que simule la densidad ósea. La tomografía computarizada y diseño asistido por computadora nos proporcionarán dos tipos de archivos, (DICOM y STL). Un software nos permitirá conectar estos archivos y podrá simular una estructura tridimensional para rastrear los puntos de guía de inserción y la trayectoria para optimizar la apertura mínimamente invasiva. La guía de endodoncia diseñada en el software, se exportarán a una impresora 3D que dará como resultado una matriz física basada en material resinoso que se adaptará a nuestro modelo que contiene los dientes mencionados anteriormente y así poder crear accesos mínimamente invasivos que nos permitan llegar al conducto radicular. **Conclusiones** Debido a las condiciones mundiales que se presentaron como una pandemia global, el presente trabajo no pudo concluirse por completo. Sin embargo, lo que se reporta en la literatura nos da evidencia que la guía de endodoncia es un complemento que permite el acceso endodóntico de una manera segura y confiable.

Palabras clave: Tratamiento de conducto- Cad-Cam-tomografía

ABSTRACT

GUIDED ENDODONTIC ACCESS USING COMPUTED TOMOGRAPHY AND IN VITRO COMPUTER- AIDED DESIGN

Background Nowadays, root canal treatments have improved to avoid possible complications and accidents when performing the treatment, as is the case of calcified root canals. These are the result of physiological aging or external aggressions, such as attrition, caries, previous restorative procedures, and trauma. Excessive wear of enamel and dentin has been documented to cause fissures, cracks and fractures. To avoid this type of complications, the guided endodontic technique was proposed. Which allows us to be sure that the files will follow the desired path or axis to avoid any adverse event. **Objective** To propose a CBCT and CAD/CAM guided endodontic protocol to perform minimally invasive openings with static navigation. **Methods** Six healthy uniradicular, biradicular and multiradicular teeth compromised in orthodontic and periodontal treatment from patients at University El Bosque were extracted and treated. Proper informed consent was used with the following criteria: Inclusion criteria: teeth with a complete clinical crown, without previous restoration, with indication of extraction, and closed apex. Exclusion criteria: teeth with extensive restorations, open apex, root resorption, previously initiated therapy. Six teeth will be chosen. They will be placed in a model that simulates bone density. Computed tomography and computer aided design (CAD/CAM) will provide us with two types of files: the first one will provide us with DICOM files and the second one with STL files. Both files will be transferred to a software that will allow us to connect them together and simulate a three-dimensional structure to track the insertion guided-points and the path of our cutter to optimize a minimally invasive opening. The endodontic guide designed in the software. These files will be exported to a 3D printer that will result in a physical matrix, based on a resin material that will adapt to our model that contains the teeth mentioned above. **Conclusions** Due to global conditions presented as a global pandemic, the present work could not be completely concluded. However, it was true evidence that the endodontic guide is a complement that allows safe and reliable endodontic access.

Key words: Root Canal-Cad-Cam--tomography

1. Introducción

Los avances en la tecnología digital y su aplicación a la odontología han dado como resultado la aparición de dispositivos o herramientas que se utilizan hoy día para mejorar los procesos y gestiones en los diversos tratamientos. Uno de estos avances es la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha desarrollado para proporcionar características anatómicas tridimensionales y se utiliza en el área oral y maxilofacial con usos de softwares más sofisticados y simples. ⁽¹⁾

Se ha demostrado que en el área de endodoncia el CBCT funcionó mejor en la detección de periodontitis apical, la evaluación del sistema de conductos radiculares, evaluación de defectos de resorción interna y externa y en la planificación de la cirugía endodóntica ⁽²⁾, en comparación con la radiografía convencional el CBCT ayuda a las limitaciones de la radiografía, como la superposición de imágenes anatómicas y la distorsión geométrica. ^(1,2)

Actualmente, CAD / CAM y la impresión 3D tienen diversas aplicaciones en odontología incluyendo la fabricación de modelos dentales, restauraciones temporales, guías quirúrgicas, cirugía ortognática y bandejas para la unión indirecta de brackets ortodónticos. ⁽³⁾

Los retos de hacer un diagnóstico después de la adquisición e interpretación de estructuras dentomaxilofaciales complejas han conducido a importantes avances en endodoncia. La introducción de la tomografía computarizada de haz cónico y el sistema CAD/ CAM a través de software de metodología guiada han proporcionado información muy valiosa para el tratamiento en diferentes áreas. ⁽³⁾ Eso ayuda mucho en el diagnóstico y la planificación del tratamiento, además de proporcionar orientación tridimensional durante el tratamiento de endodoncia. Las guías quirúrgicas que se utilizan comúnmente en cirugías de implantes, también han sido introducidas recientemente en endodoncia. La endodoncia guiada es un novedoso sistema para la preparación de cavidades de acceso en difíciles situaciones tales como, dientes calcificados y dientes con restauraciones fijas. por estas circunstancias se introdujo este método para superar dichas complicaciones. ^(3,4)

2. Marco teorico

La endodoncia es la limpieza tanto mecánica como química de la totalidad del sistema de conductos radiculares y su posterior obturación con un material de relleno inerte⁽⁵⁾; debemos considerar que las características morfológicas tanto externas como internas de los dientes tienen un grado alto de complejidad presentando variaciones en tamaño, longitud, número, forma, entre otros, dichas variaciones pueden ser producto de razones étnicas, edad o por dimorfismo sexual; las cuales resultan en un abordaje endodóntico de mayor dificultad, generando un desafío para el endodoncista tratante e influyendo no solo en el pronóstico del diente sino también en el éxito de la terapia endodóntica.⁽⁶⁾

Una vez entendida la definición de la endodoncia, es importante tener en cuenta que no todos los dientes presentan una misma configuración anatómica interna, y que existen diferentes factores que influyen en los resultados endodónticos tales como la calidad de la restauración y la integridad estructural del diente posterior al tratamiento de conductos. ⁽⁷⁻⁸⁾ Por eso hoy en día, la investigación se ha redirigido a hablar del acceso mínimamente invasivo el cual hace alusión a maximizar la preservación de tejido dentinal cuanto sea posible para cumplir a cabalidad con los objetivos biológicos de la endodoncia y minimizar los cambios estructurales durante el tratamiento endodóntico.⁽⁹⁾ Dicha apertura mínimamente invasiva puede variar desde el diagnóstico hasta la condición clínica del diente a tratar. ⁽¹⁰⁾

Partiendo de la importancia de conocer la anatomía interna de los dientes a tratar, cabe mencionar que hoy en día el examen que ha tomado auge para la resolución de dudas previas al tratamiento endodóntico, es la tomografía computarizada o CBCT.^(10,11) La tomografía computarizada es una técnica de imagen que proporciona visualización de planos anatómicos escaneados, estructuras de una sección del cuerpo humano, con esto se han logrado avances con los escáneres CBCT después de su incorporación en odontología. ⁽¹¹⁾

Los sistemas CBCT pueden exportar Imágenes como DICOM, la cual significa imagen digital y comunicación en medicina. ⁽¹¹⁾ La comunicación de imágenes puede ser integrado y visualizado en un único sistema de archivo digital que se puede utilizar mediante un software específico, este archivo puede almacenar datos técnicos de adquisición, tales como fecha e

información clínica del paciente, y puede ser convertida en un formato STL para obtener modelos tridimensionales. ⁽¹¹⁻¹²⁾

Los escáneres CBCT tienen sus propias características y difieren en tipo de sensor, campo de visión (FOV), resolución y software, estas diferencias hacen que ciertos dispositivos sean más adecuados para su uso, dependiendo en el campo que se requiera. ⁽¹¹⁾. Las imágenes se pueden exportar como DICOM, y ser vistos y manipulados en diferentes softwares. ^(11,12) Las imágenes DICOM se pueden segmentar y subir a una impresora 3D para generar modelos físicos, que son representaciones precisas, táctiles y tridimensionales de la anatomía del paciente, estos modelos pueden ser utilizados especialmente en los casos que involucran enfoques de planificación complejos. ⁽¹²⁻¹³⁾

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha promovido cambios en los enfoques en endodoncia, y toma de decisiones en casos clínicos complejos, a pesar de los avances tecnológicos del CBCT, todavía se ve comprometido al ver paquetes de software que a menudo tienen una capacidad de navegación limitada de herramientas que carecen de filtros adecuados para superar algunos desafíos de la tecnología CBCT, tales como como los artefactos. ⁽¹⁴⁻¹⁵⁾

Otro sistema tecnológico que se ha basado principalmente en la rehabilitación oral y que se está integrando a otras áreas de la odontología es el diseño asistido por computadora y manufactura asistida por computadora hacen referencia al software que se utiliza para diseñar y fabricar productos.

El software CAD es la parte del diseño asistido por ordenador que permite al operador crear las restauraciones dentales en formatos 2D y 3D consiguiendo un perfecto control de las dimensiones de las piezas y una estética sin igual. ⁽¹⁶⁾ esto se logra con un sistema que aborda la automatización global del proceso de diseño, esto permite realizar automáticamente el dibujo de detalle y la documentación del diseño, y posibilita la utilización de métodos numéricos para realizar simulaciones sobre el modelo, como una alternativa a la construcción de prototipos ^(16,17). Un sistema CAD debe realizar las siguientes funciones, definición interactiva del objeto, visualización múltiple, cálculo de propiedades, modificación del modelo, generación de planos y documentación y por último una conexión con CAM. ⁽¹⁷⁾

El software CAM usa los modelos y ensamblajes creados en el software CAD para generar trayectorias de herramientas que dirijan las máquinas encargadas de convertir los diseños en piezas físicas, y esta utiliza computadoras y tecnologías de cálculo para confeccionar las restauraciones dentales, de hecho, abarca desde la planificación hasta la producción y el control de calidad, las grandes virtudes del CAM son la precisión, la funcionalidad y un acabado realmente estético de las piezas diseñadas. ⁽¹⁷⁾

Podemos decir el software CAM, es una tecnología que abarca el diseño gráfico, el manejo de bases de datos para el diseño y la fabricación, así mismo el control numérico de máquinas, herramientas robóticas y visión computarizada ⁽¹⁸⁻¹⁹⁾

Los fundamentos de los sistemas de diseño y fabricación asistidos por ordenador son muy amplios, abarcando múltiples y diversas disciplinas, entre las que cabe destacar las siguientes: ⁽¹⁸⁾

El modelado geométrico se ocupa del estudio de métodos de representación de entidades geométricas. Existen tres tipos de modelos: alámbricos, de superficies y sólidos, y su uso depende del objeto a modelar y la finalidad para la que se construya el modelo. ⁽¹⁸⁾. Se utilizan modelos alámbricos para modelar perfiles, trayectorias, redes, u objetos que no requieran la disponibilidad de propiedades físicas (áreas, volúmenes, masa). Los modelos de superficie se utilizan para modelar objetos como carrocerías, fuselajes, zapatos, personajes, donde la parte fundamental del objeto que se está modelando es el exterior del mismo. ⁽¹⁹⁻²⁰⁾ Los modelos sólidos son los que más información contienen y se usan para modelar piezas mecánicas, envases, moldes, y en general, objetos en los que es necesario disponer de información relativa a propiedades físicas como masas, volúmenes, centro de gravedad, momentos de inercia, etc. ⁽²¹⁾

Las técnicas de visualización son esenciales para la generación de imágenes del modelo. Los algoritmos usados dependerán del tipo de modelo, abarcando desde simples técnicas de dibujo 2D. ⁽²⁰⁾ Es habitual utilizar técnicas específicas para la generación de documentación dependiente de la aplicación, como, por ejemplo, curvas de nivel, secciones o representación de funciones sobre sólidos o superficies. ⁽²¹⁾

Las técnicas de interacción gráfica son el soporte de la entrada de información geométrica del sistema de diseño, entre ellas las técnicas de posicionamiento y selección tienen una especial relevancia. Las técnicas de posicionamiento se utilizan para la introducción de coordenadas 2D o 3D. ⁽²¹⁻²²⁾ Las técnicas de selección permiten la identificación interactiva de un componente del modelo, siendo por tanto esenciales para la edición del mismo. ⁽²²⁾

Uno de los aspectos más importantes de una aplicación CAD/CAM es su interfaz del diseño, esta depende en gran medida de la eficiencia de la herramienta. ⁽²¹⁻²²⁾

La base de datos es el soporte para almacenar toda la información del modelo, desde los datos de diseño, los resultados de los análisis que se realicen y la información de fabricación. ⁽²³⁾ El diseño de las bases de datos para sistemas CAD/CAM plantea una serie de problemas específicos por la naturaleza de la información que deben soportar. ⁽²⁴⁾

Un complemento de esta tecnología CAD-CAM es la llegada de sistemas de impresión basados en las nuevas tecnologías ha creado un cambio de concepto en la realización de impresiones. Las tecnologías que han hecho la utilización de los escáneres digitales tridimensionales parte integral de varias industrias durante décadas han sido mejoradas y refinadas para su aplicación en el sector odontológico.⁽²⁵⁾ Desde la introducción del primer escáner de impresión digital en 1980, el desarrollo de la ingeniería ha mejorado esas tecnologías y creado escáneres de uso clínico cada vez más sencillos de manejar y capaces de reproducir la anatomía bucodental y las preparaciones que realizamos en boca con precisión. Estos sistemas son capaces de capturar imágenes virtuales tridimensionales de las preparaciones dentales desde las cuales se pueden fabricar las restauraciones directamente (sistemas de escaneo intraoral) o indirectamente (sistema de escaneo de impresiones-modelos tras una impresión previa) ⁽²⁶⁾

3. Planteamiento del problema

Hoy en día el tratamiento de conductos se ha venido mejorando cada vez para evitar posibles complicaciones y accidentes a la hora de realizar el tratamiento, como lo es en casos de conductos calcificados que es el resultado del envejecimiento fisiológico o agresiones externas, tales como fricción, caries, procedimientos restaurativos previos y trauma. Se ha documentado que el desgaste excesivo de esmalte y dentina puede producir fisuras, grietas y fracturas.

Para evitar este tipo de complicaciones, se propuso la técnica de endodoncia guiada que nos permite tener una seguridad que las lima sigan el camino o eje deseado para evitar dichos eventos adversos.

Pregunta de investigación

¿Es la Endodoncia guiada una herramienta útil para la localización de conductos y permitir la visibilidad y preparación minimizando el daño estructural dental?

4. Justificación

Con este estudio la facultad de odontología de la Universidad El Bosque pretende implementar una técnica de “endodoncia guiada” que facilite el tratamiento en los conductos radiculares, por medio de la planificación y elaboración de plantillas que permitan la localización mínimamente invasiva de los conductos con un Software especial alineado con el haz cónico computado (CBCT) y un escaneo para impresión digital tridimensional (3D) que permiten determinación virtual de la cavidad de acceso al conducto

5. Situación actual en el área de investigación

Según S, kim *et al* (2018) en un reporte de caso describe una simulación virtual innovadora utilizando un método rápido asistido por computadora (CARP) y un programa de diseño asistido por computadora (CAD) para autotrasplante de un tercer molar inmaduro. En el caso clínico se describe que un segundo molar mandibular izquierdo comprometido fue extraído y reemplazado por autotrasplante usando un tercer molar mandibular izquierdo inmaduro, para minimizar el tiempo quirúrgico y la lesión del diente donante. ⁽²⁷⁾

Fonseca Tavares *et al* (2018) realizaron un reporte de caso para el diente 11 que evidenciaba en la radiografía inicial una severa calcificación. Los autores decidieron realizar un guía endodóntica para un mejor manejo manual y robótico, y que la lima siga el camino o eje deseado para evitar perforación de la raíz. ⁽²⁸⁾

Maya L.M *et al* (2019) describen una técnica para la remoción de postes de fibra de vidrio utilizando sistema cad-cam y tomografía computarizada, la cual consiste en evaluar el tratamiento endodóntico existente para confirmar la necesidad de remoción de poste de fibra de vidrio después de la extracción y un retratamiento endodóntico no quirúrgico seguido de la eliminación de la restauración de resina y que se obtenga imágenes CBCT para determinar el área afectada y la raíz restante, luego se generan dos modelos diagnósticos a partir de los datos 3D obtenidos por CBCT y el escaneo de la cavidad oral, se alinea y se exporta los modelos al software de planificación virtual basada en el escaneo CBCT, posteriormente se debe determinar el diámetro de la fresa de acuerdo con la longitud y el diámetro del poste endodóntico. Se crea una guía virtual utilizando el software especial y exportando el modelo como un archivo de lenguaje de teselación estándar (STL) para enviarlo a una impresora 3D, bajo anestesia local, se procede a la adaptación de la guía y la estabilización en los dientes adyacentes, se perfora el tejido en las 2 áreas del pin de fijación facial, se inserta los pasadores de fijación en las ubicaciones faciales para estabilizar la guía de acceso al conducto y evitar la desviación de la fresa, se selecciona la fresa que se utilizará a través de la guía y se avanza en el camino correcto hasta la eliminación completa del poste adhesivo, para este paciente, se utilizó una fresa de 1,3 mm de diámetro con un motor XSmart IQ a 350 rpm y un par de 5 Ncm con irrigación utilizando solución salina estéril al 0,9% a una longitud de 12 mm, se

retira los pasadores de fijación y la guía, se hace una nueva radiografía periapical para confirmar la eliminación completa del poste endodóntico. ⁽²⁹⁾

Ahn S, *et al* (2018) describe la aplicación de una guía quirúrgica endodóntica usando cad/cam y tomografía computarizada para realizar la osteotomía y facilitar la localización del ápice en un molar mandibular, resultando exitoso el tratamiento. ⁽³⁰⁾

6. Objetivos

Objetivo general del estudio

Proponer un protocolo de Endodoncia guiada con CBCT y CAD/CAM para realizar aperturas mínimamente invasivas con navegación estática.

Objetivos específicos

- Determinar las posiciones y dimensiones del sistema de conductos de los dientes en relación con los niveles de anchura y altura de la cámara pulpar, mediante la utilización de un CBCT y de información capturada mediante el CAD/CAM
- Procesar la información obtenida mediante la utilización del software para elaborar una guía endodóntica que va a transferir de manera precisa la información recolectada
- Establecer una lista de chequeo que nos permita desarrollar un protocolo personalizado realizando un acceso cameral mínimamente invasivo

7. Metodología del Proyecto

Se realizará una prueba piloto in vitro que contenga 6 dientes, (uniradicular Biradicular y Multiradicular, sanos extraídos con fines ortodonticos y periodontalmente comprometidos, los cuales serán posicionados en un modelo de estudio que simulen la densidad ósea, que se les realizara tomografía computarizada, asistencia asistida computarizada (CAD/CAM) y guía endodontica, para realizar una proyección de la ubicación de los conductos radiculares.

7.1 Tipo de estudio: Estudio experimental in vitro.

7.2 Población y muestra: 6 dientes uniradicular, Biradicular y Multiradicular, sanos extraídos con fines ortodónticos y o periodontalmente comprometidos.

Métodos y técnicas para la recolección de la información (Materiales y métodos): 6 dientes uniradicular, Biradicular y Multiradicular, sanos extraídos con fines ortodonticos y periodontalmente comprometidos que han sido tratados pacientes en la universidad el bosque con el debido consentimiento informado que cumplan los siguientes criterios:

Criterios de inclusión: dientes con corona clínica completa, sin restauración previa, con indicación de exodoncia, y ápice cerrado.

Criterios de exclusión: dientes con restauraciones extensas, ápice abierto, resorción radicular, tratamiento de conducto previamente realizado

7.3. plan de tabulación y análisis

Se escogerá 6 dientes, unirradicular, birradicular y multirradicular, se los pondrá en un modelo que simule la densidad ósea, se les realizara tomografía computarizada y asistencia asistida computarizada (CAD/CAM) luego nos darán dos tipos de archivos, la tomografía nos dará archivos DICOM y el Cad/ Cam nos dará archivos STL los cuales se transportaran a un software que nos permitirá conectar estos archivos y podrá simular una estructura tridimensional para trazar puntos de guía de inserción y trayectoria de nuestra fresa para optimizar la apertura mínimamente invasiva, una vez diseñada la guía endodóntica en el software se exportara esos archivos a una impresora 3D la cual nos dará como resultado una matriz física a base de material resinoso que se adaptara a nuestro modelo que contiene los dientes mencionados anteriormente.

8. Consideraciones éticas.

Es importante destacar que dentro del estudio se tienen en cuenta los cuatro principios básicos de la investigación biomédica los cuales en el contexto de la investigación se aplican de la siguiente manera:

Autonomía: De acuerdo a los parámetros establecidos dentro del consentimiento informado se les da la oportunidad a los pacientes de manera voluntaria participar dentro del estudio, cuya participación consiste en la donación del diente, la cual será de manera anónima respetando el derecho a la protección de datos. Los investigadores principales, en este caso los residentes del posgrado de endodoncia, serán los encargados de aplicar el consentimiento informado, se encargarán de invitar al paciente a participar de manera voluntaria, explicar en qué consiste la donación y aclarar cualquier tipo de dudas.

Beneficencia: Teniendo en cuenta que los dientes obtenidos de los pacientes anteriormente mencionados serán utilizados para cumplir el objetivo planteado en nuestro proyecto, este principio se verá aplicado en el beneficio que a futuro puedan traer los resultados para la mejora en la atención y procedimientos endodónticos y protésicos con el uso del localizador apical.

No maleficencia: Como se encuentra planteado dentro del marco teórico, a través de los años se ha realizado la recolección de órganos o tejidos vivos humanos para su estudio. Debido a que los dientes recolectados para el presente estudio serán dientes con indicación de exodoncia por el tratamiento ortodóntico en curso, no se producirá daño en ninguno de los pacientes ni en el momento de la exodoncia ni a futuro.

Justicia: El principio de justicia se cumplirá debido a que todos los pacientes que cumplan con los criterios establecidos, serán pacientes potenciales para la donación de los dientes a utilizar en el estudio.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado la importancia del comité de ética radica en la regulación en todos los aspectos del proceso de investigación. Esto incluye no solo la ejecución de la investigación, sino también sus informes y los procesos de revisión. La ética implica que los datos y las conclusiones obtenidas se manejen de manera honesta, se midan

y se informen con precisión, se puedan repetir y se liberen de cualquier manipulación deshonesto o mala interpretación. Se hace necesaria la revisión de la investigación por parte del comité de ética de La Universidad El Bosque para que sea probada la ejecución de la misma.

Desde el punto de vista ético el consentimiento informado es una herramienta importante a la hora de manejar un tejido o un órgano biológico. De esta se derivan varias preguntas tales como si al donar un órgano o un tejido se pueden obtener ganancias y hacer uso comercial del mismo, frente a lo cual hay que tener en cuenta que en el consentimiento informado se debería dejar implícita la justificación y uso del mismo y dejar la posibilidad a la persona donante de retirarse cuando este lo crea conveniente. El consentimiento informado para la donación es éticamente requerido como un medio para demostrar respeto por la autonomía del donante y proteger la seguridad del donante, El consentimiento informado se ha convertido en un requisito previo estándar para las investigaciones relacionadas con temas humanos. Dentro de la investigación los residentes del posgrado de endodoncia se encargaran de llevar a cabo los consentimientos informados en las clínicas odontológicas de La Universidad El Bosque, los cuales serán supervisados por los tutores metodológicos. Los mismos residentes del posgrado de endodoncia se encargarán de contactar a los residentes del posgrado de ortodoncia que son los encargados de autorizar las exodoncias y manejan dichos pacientes. Todos los consentimientos al final de la investigación serán entregados como anexos a la unidad de investigaciones de odontología de La Universidad El bosque.

El marco legal vigente en Colombia establece normas relacionadas con la obtención, preservación, almacenamiento, mantenimiento, transporte y disposición final de órganos humanos. Las instituciones formadoras de odontólogos deben ser abanderadas en el apoyo para la donación de dientes extraídos por razones terapéuticas. De acuerdo al ámbito legal colombiano, según la resolución 8430 de 1993 en la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, en el planteamiento de la investigación se respetan los siete puntos del capítulo 1 donde se establecen los criterios para desarrollar un estudio clínico en humanos, adema de esto a partir de literatura global se intenta el uso de materiales biológicos con fines investigativos. De acuerdo a resolución 8430

de 1993 categoriza nuestra investigación de riesgo mínimo, en el artículo 11 queda implícito el uso de dientes permanentes extraídos con finalidad terapéutica ⁽³¹⁾

De acuerdo al artículo 11 de la resolución 8430 de 1993 nuestra investigación se clasifica de la siguiente manera:

Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

9. Resultados esperados

Se llevará a cabo estadística descriptiva consistente en establecer los promedios y las desviaciones estándar de la pulpa cameral, de la longitud de las raíces y del tamaño de los dientes. Adicionalmente se tendrá en cuenta la distancia entre los accesos a los canales radiculares en los dientes multiradicales.

10. Conclusiones

Debido a las condiciones mundiales que se presentaron como una pandemia global, el presente trabajo no pudo concluirse por completo. Sin embargo, lo que se reporta en la literatura nos da evidencia que la guía de endodoncia es un complemento que permite el acceso endodóntico de una manera segura y confiable

11. Referencias bibliograficas

- (1) Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *International Endodontic Journal* 2018 Sep;51(9):1005-1018.
- (2) Cindy P. Rivera-Guerrero, Erika G. Aguirre-Parra, Johnny Medrano-Bautista, Piedad Rojas-Gomez. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. *Dominio de las Ciencias* 2017 Mar 1;;3(2):799-821.
- (3) Susic I, Travar M, Susic M. The application of CAD / CAM technology in Dentistry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2017 May;200:12020.
- (4) DOMENECH RJ. Artículo de Revisión. *Revista médica de Chile* 2018 Dec;146(10):1184-1189.
- (5) Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-99.
- (6) Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: A study utilizing injectable silicone. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1972;34(4):642-8
- (7) Zhonghua kou Qiang yi xue za zhi Theory and practice of minimally invasive endodontics *Chinese Journal of Stomatology*, 31 Jul 2016, 51(8):460-464
- (8) H. Gluskin, C. I. Peters and O. A. Peters Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms *British Dental Journal* volume 216, pages347-353(2014)
- (9) Shibu Thomas Mathew and Julie Susan Rajan Minimally invasive endodontics *journal of dentistry and oral Hygiene* june 2014
- (10) James L Gutmann Minimally invasive dentistry *Journal of Conservative Dentistry* 2013
- (11) Lenguas Silva AL, Ortega Aranegui R, Samara Shukeir G, López Bermejo MÁ. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. 2010;7(2).

- (12) Lofthag-Hansen S, Huuemonen S, Gröndahl K, Gröndahl H. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(1):114.
- (13) Michetti J, DDS, Maret, Delphine, DDS, MSc, Mallet, Jean-Philippe, DDS, MSc, Diemer, Franck, DDS, MSc, PhD. Validation of Cone Beam Computed Tomography as a Tool to Explore Root Canal Anatomy. *Journal of Endodontics* 2010;36(7):1187-1190.
- (14) Nicholls E. *Endodontics*. 3. ed. ed. Bristol: Wright; 1984.
- (15) Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Brazilian Dental Journal* 2012;23(3):179-191.
- (16) Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research* 2016 Apr;60(2):72-84.
- (17) Samra APB, Morais E, Mazur RF, Vieira SR, Rached RN. CAD/CAM in dentistry: a critical review = CAD/CAM na odontologia: uma revisão crítica. *Revista Odonto Ciência* 2016 Jan 1;31(3):140-144.
- (18) Reeta J, Raghav T, G.C J, R.K T, Nitin D. CAD-CAM the future of digital dentistry: a review. *Dental Materials* 2011;28(1):3-12.
- 19) Patil M, Sharanappa K, Amol P, Karishma M. Digitalization in Dentistry: CAD/CAM - A Review. *Language in Society* 2017;46(2):257-269.
- (20) Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *International Endodontic Journal* 2018 Sep;51(9):1005-1018.
- (21). Rekow ED. Dental CAD/CAM systems. A 20-year success story. *JADA* 2006;137:5S-6S.
- (22) Leinfelder KF, Isenberg BP, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: a CAD/CAM system. *JADA* 1989;118(6):703-7.
- (23) Puri S. CEREC-Integration and Ease of Use. *Compendium* 2007;28(11)(Suppl 1):14-18.
- (24) Trost L, Stines S, Burt L. Making informed decisions about incorporating a CAD/CAM system into dental practice. *JADA* 2006;137(9 supplement):32S-36S

- (25) Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc.* 2009 Oct; 140 (10): 1301-4.
- (26) Su TS, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent.* 2016 Sep; 116 (3): 362-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.01.018. Epub 2016 Apr 7
- (27) Oh S, Kim D, Kim S, Kim H, Kim S, Lo HS, et al. Virtual Simulation of Autotransplantation Using 3-dimensional Printing Prototyping Model and Computer-assisted Design Program. *Journal of Endodontics* 2018 Dec;44(12):1883-1888.
- (28) Fonseca Tavares WL, Diniz Viana AC, de Carvalho Machado V, Feitosa Henriques LC, Ribeiro Sobrinho AP. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *Journal of Endodontics* 2018 Jul;44(7):1195-1199.
- (29) Maia LM, Moreira Júnior G, Albuquerque RdC, de Carvalho Machado V, da Silva, Nelson Renato França Alves, Hauss DD, et al. Three-dimensional endodontic guide for adhesive fiber post removal: A dental technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2019 Mar;121(3):387-390.
- (30) Ahn S, Kim N, Kim S, Kim E, Karabucak B. Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing-guided Endodontic Surgery: Guided Osteotomy and Apex Localization in a Mandibular Molar with a Thick Buccal Bone Plate. *Journal of Endodontics* 2018 Apr;44(4):665-670.
- (31) Resolución número 8430 de 1993, ministerio de salud, capítulo 1