



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RESTAURACIÓN INTRACONDUCTO E
INTRACORONARIA CON TECNOLOGÍA CAD/CAM.
ESTUDIO EXPERIMENTAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

KENJI FERNANDO AGUIRRE TOKUNAGA

TUTORA: Dra. JANETH SERRANO BELLO

ASESOR: C.D. ABRAHAM GARCÍA ORNELAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



A mi universidad: por guiarme a lo largo de estos años, por dejarme ser parte de esta maravillosa ciudad universitaria, por aumentar mi conocimiento, espero algún día devolver un poco de todo lo que me has dado. “Por mi raza hablara el espíritu”. ¡Goya!

A mi madre Carlota: por tu amor y por tus regaños, eres un ángel en mi vida, gracias por guiarme, alimentarme y educarme. Se todos los sacrificios que has hecho por mí, para que pueda tener la vida y la educación que tengo.

A mi padre Antonio: por todo el trabajo y tiempo que me has dedicado, eres el mejor maestro que tendré en mi vida. Eres el mejor ejemplo de un buen padre, hare todo lo posible para ser una excelente persona y un gran profesionalista como lo eres tú.

A mis hermanos Aiko y Hiroshi: por ser mis compañeros de vida, por ser mis mejores amigos, nunca olvidare todas nuestras aventuras, fue maravilloso crecer a su lado, gracias por su amor incondicional. Los cuidare por siempre, son mi tesoro más valioso.

A mi familia Aguirre y Tokunaga: por todo su amor a lo largo de mi vida. Especialmente a Victor, Miguel y Tania mis hermanos adoptivos.

A Carolina: por ser mi inspiración, gracias por motivarme a dar lo mejor de mí.

A mis amigos: por ser mi otra familia, mis confidentes, mis leales compañeros: Carlos, Rocha, Luis, Alonso, Edgar, Fernando, Miguel, Rafael, Rodolfo, Prado, Nallely, Ximena, Salomón, Ana, Adriana, Rodrigo, David, Bernardo, Fabiola, Mauricio, Pedro, Paulina, Vallolet, Roberto, Luis, Santiago y Estefanía.



A mi maestro Esp. Abraham García: por ser un gran maestro y buen amigo, gracias por apoyarme, disfrute mucho aprender de usted, no hubiera sido posible este proyecto sin su talento y conocimiento.

A la Dra. Janeth: por su invaluable apoyo y conocimiento, gracias por recibirme siempre con una sonrisa.

A mi maestra Esp. Raquel Yañez: por sus enseñanzas a lo largo de la carrera, gracias por su amistad.

Al Esp. Luis Celis Rivas y C.D. Irasema: por su apoyo para el éxito de este trabajo.

Al C.D. Héctor Guzmán y a la compañía Ivoclar Vivadent: por su amabilidad y sus aportaciones, para la elaboración de este trabajo, sin su apoyo no se hubiera logrado.



ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	5
II ANTECEDENTES	7
III MARCO TEÓRICO	11
3.1 Restauraciones de dientes tratados endodóncicamente	11
3.2 Sistemas para restauraciones CAD/CAM	19
IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	31
V HIPÓTESIS	33
VI OBJETIVOS	34
6.1 Objetivo general	34
6.2 Objetivos específicos	34
VII METODOLOGÍA	35
7.1 Elaboración de restauración intraconducto e intracoronaria con la tecnología CAD/CAM.	35
VIII RESULTADOS	43
IX DISCUSIÓN	46
X CONCLUSIONES	48
XI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	49



I INTRODUCCIÓN

Un diente tratado con endodoncia pierde parte de su estructura y no presenta las mismas características físicas que las de un diente sano, su rehabilitación ha sido un reto para la odontología, a lo largo de la historia se han empleado diversos materiales y técnicas para su restauración.

Tradicionalmente se usan dos tipos de sistemas: un elemento poste-núcleo y dos elementos poste prefabricado y núcleo de resina. Los postes metálicos se personalizan en cualquier conducto pero su módulo de elasticidad tan discrepante a la dentina causa microfiltraciones y fracturas. Materiales con un menor módulo de elasticidad como la fibra de vidrio, distribuyen mejor el estrés dentro del conducto, pero al ser prefabricados, no ajustan a todos los tipos de conductos y necesitan de un núcleo de resina para reconstruir el diente, creando débiles uniones y más interfaces.

En la actualidad contamos con avances tecnológicos de diseño y manufactura de restauraciones asistidos por computadora (CAD/CAM) y nuevos materiales que nos permiten combinar la estética, la durabilidad, la resistencia y la precisión en las restauraciones.

Para hacer una restauración con la tecnología CAD/CAM se deben de seguir tres etapas: digitalización de la preparación dental por medio de un escáner, diseño de la restauración mediante un computador y maquinado de bloque del material de nuestra elección.

En el presente estudio se reporta el diseño de una restauración intraconducto e intracoronaria de un primer premolar superior, así como su manufactura con



un disco de Trilor® mediante la tecnología CAD/CAM.

Trilor® es un material innovador que está formado por fibra de vidrio reforzado con tecnopolímero, lo que permite realizar restauraciones libres de metal, fuertes y flexibles.

II ANTECEDENTES

En 1747; Pierre Fauchard, padre de la odontología, fue el primero en registrar restauraciones mediante postes y coronas, fabricó postes con metales preciosos (oro y plata) y los fijó con adhesivo dentro del conducto (fig. 1).¹

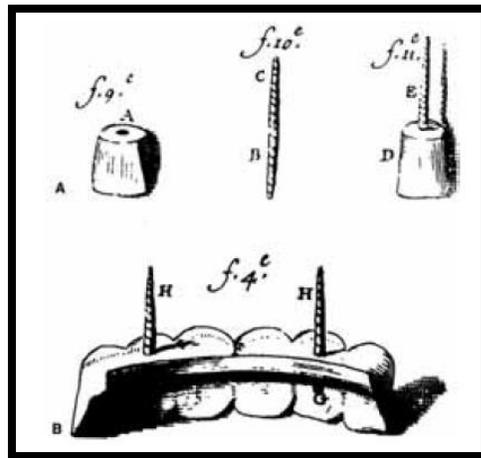


Figura 1 Restauraciones radiculares del libro
“Le chirurgien dentiste ou traité des dents” de Pierre Fauchard.

Durante los cien años posteriores a la publicación de Pierre Fauchard se usaron dientes de animales para reemplazar el tejido dental perdido.¹

A mediados de 1800, la madera reemplazó al metal como material de restauración y se utilizaba la corona pivoteada (poste de madera anclado a la raíz de los dientes).²

Chapin Harris en 1839 publicó en “*The Dental Art*”, que la colocación de pivotes en coronas artificiales para unirlos a las raíces dentales era “lo mejor que podía utilizarse” y era el método más usado.¹

En 1849 Sir John Tomes hace una de las mejores representaciones de una reconstrucción intraconducto en *Dental Physiology and Surgery* (fig. 2). Por muchos años los principios básicos de los postes se basaron esta publicación.¹

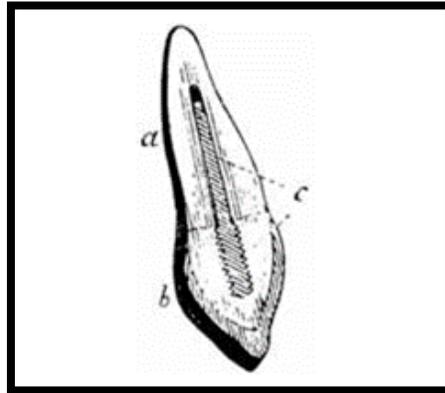


Figura 2. Reconstrucción intraconducto realizada por Sir John Tomes.

Durante los años de 1930-1939, los postes y núcleos metálicos personalizados remplazaron a las coronas-postes de una unidad.²

En 1950 se empezaron a utilizar sistemas controlados por números y letras para producir objetos complejos, estos sistemas fueron el comienzo de la tecnología CAD/CAM.³

PRONTO fue el primer computador asistido por computadora (CAM), elaborado por Dr. Patrick J. Hanratty en 1957 quien es referido como padre de la tecnología CAD/CAM.³ Figura 3

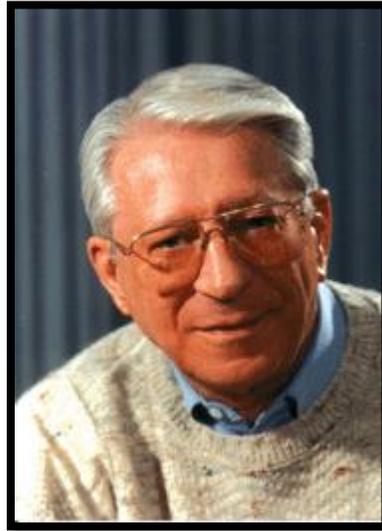


Figura 3 Dr. Patrick J. Hanratty
"Padre de la tecnología CAD/CAM".⁴

En 1962 el MIT (Massachusetts Institute of Technology) creó un lenguaje matemático universal, que logró impulsar los sistemas asistidos por computadoras.³

Duret y colaboradores en 1971 introdujeron el primer sistema CAD/CAM, el cual presentó varios problemas en la digitalización, precisión y falta de materiales.⁵

En 1982 Andersson desarrolló la porción CAM del proceso de fabricación y en ese mismo año cementó la primera corona de titanio manufacturada con la tecnología CAM. Se comercializó en 1983 como el método Procera.³

Mörmann realizó un prototipo de CAD/CAM completamente funcional y el primer sistema de consultorio de fabricación de cerámicas registrada como CEREC 1 en 1985.³

La primera corona Procera diseñada y manufacturada con la tecnología CAD/CAM derivada de un dato digital se fabricó en 1990.³

A principio de los años noventa fueron introducidos los postes de fibra de carbón, eran radiolúcidos y de color negro, dos desventajas clínicas, pero presentaban un módulo de elasticidad similar al de la dentina.⁶

En el 2007 Awad y Marghalani diseñaron y manufacturaron un poste-núcleo de cerámica con la tecnología CAD/CAM (fig. 4).⁷



Figura 4. Poste-núcleo de cerámica elaborado por Awad y Marghalani con la tecnología CAD/CAM. ⁷



III MARCO TEÓRICO

3.1 Restauraciones de dientes tratados endodóncicamente

Un diente tratado endodóncicamente puede tener una función normal y puede servir de pilar en una prótesis, pero se necesitan materiales y métodos específicos para cada caso, son dientes que han perdido estructura dental y no tienen las mismas características que las de un diente vital. ^{6,8}

La restauración que debe usarse en un diente con tratamiento de conductos depende de la cantidad de estructura dental perdida y del tipo de diente, la primera es la más importante. La resistencia del diente tratado endodóncicamente está relacionado con la cantidad de tejido remanente cuanto más tejido dental se tenga, mejor será el pronóstico de la rehabilitación. La conservación del tejido dental debe ser el objetivo de las restauraciones y del tratamiento endodóncico. ^{6,8-10}

Si el diente necesita una corona por el alto grado de destrucción y no hay suficiente tejido dental remanente se necesitara de un poste-núcleo, para su rehabilitación. ⁶

Núcleo

Restauración intracoronaria que sustituye al tejido dental perdido provee soporte interno, resistencia contra fuerzas verticales, protege los márgenes de la corona y une al poste con el tejido coronal remanente. Permite hacer una preparación en combinación con la estructura coronal que será soporte para la prótesis definitiva. ⁸ Figura 5



Figura 5 Núcleo de Zirconia presinterizada. ¹¹

Convencionalmente los materiales usados para el muñon son: resinas compuestas, metal, cerámica, ionómero de vidrio y amalgama. ⁶

Ferrule

Se forma con las paredes y márgenes de la dentina (altura de la pared axial de la dentina), es de gran importancia para el éxito de los tratamientos a largo plazo, debe ser al menos de 2 a 3mm (fig. 6). La restauración final proporciona un efecto “casquillo” protegiendo la integridad del diente. ^{6,9}

Un ferrule bien realizado reduce las incidencias de fracturas, refuerza al diente en su superficie externa y disipa las fuerzas concentradas en la circunferencia del diente. ⁶

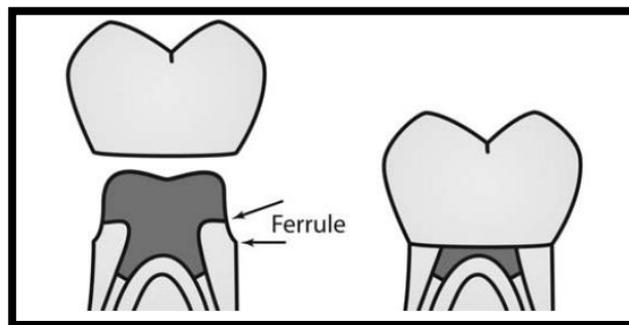


Figura 6 Representación del ferrule. ⁹



Poste

Restauración intraconducto que proporciona una base para la rehabilitación del diente tratado endodóncicamente. Tiene como funciones: sustituir el tejido dental perdido, la retención de la prótesis y reforzar la estructura dental remanente. ¹²

Cohen et al. ⁶ mencionan características funcionales para el éxito clínico, las cuales son:

- Protección de la raíz.
- Retención máxima y capacidad de recuperación.
- Retención del núcleo y corona.
- Sellado marginal.
- Estética.
- Elevada visibilidad radiográfica.
- Biocompatibilidad.

El poste debe contar con las características mecánicas adecuadas para obtener buenos resultados clínicos, debe presentar las características óptimas de elasticidad, rigidez, flexibilidad y fuerza. ⁶

Elasticidad y rigidez

La elasticidad es la capacidad de la materia de deformarse a causa de una fuerza y regresar a su forma original sin sufrir daños permanentes. La flexibilidad de un poste depende de su grosor y del módulo elástico del material con el que se realizó. La rigidez es la capacidad de la materia de resistirse a la deformación cuando es sometida a la tensión. En cambio a la elasticidad la rigidez es independiente al tamaño. ⁶



Las restauraciones intraconducto necesitan tener la combinación ideal de elasticidad, flexibilidad, rigidez y fuerza. Si el material de restauración presenta propiedades mecánicas similares a la dentina tendrá mejores resultados clínicos.⁶ Tabla 1

<i>Materiales</i>	<i>Módulo de elasticidad (Gpa)</i>
Hueso cortical	13.7
Hueso trabecular	1.37
Ligamento periodontal	0.069
Dentina	18.6
Gutapercha	0.69
Cemento del poste	5.0
Núcleo de resina	20.0
Poste de fibra de vidrio	53.8
Aleación de oro	95.0
Aleación no noble	210.0
Titanio	140.0
Zirconio	170.0

Tabla 1 Módulos de elasticidad de tejidos y materiales usados en la rehabilitación de los dientes endodonciados. ¹³

Por lo tanto, un poste debe ser elástico para amortiguar las cargas y transmitir menor tensión sobre la raíz. Tiene que ser rígido para no deformarse de una manera permanente. Debe combinar la flexibilidad y resistencia en una restauración de poco diámetro que se ajuste a la anatomía del conducto radicular. ⁶

El módulo de elasticidad de los materiales de reconstrucción intraconducto puede perjudicar el resultado clínico. ¹³ Tabla 2



	Módulo de elasticidad alto	Módulo de elasticidad bajo
<i>Ventajas</i>	Menor porcentaje a la deformación.	Más Flexibles
	Fracasan en umbrales más altos de fuerza.	Absorben fuerza de impacto superior.
		Transmiten menos fuerza a la raíz.
<i>Desventajas</i>	Transmite más fuerza a la raíz.	Micromovimientos.
	Causa de fracturas y fisuras.	Fracasan en umbrales más bajos de fuerza.
	Distorsión de los márgenes de la corona.	Distorsión de los márgenes de la corona.
		Mayor porcentaje a la deformación.

Tabla 2 Ventajas y desventajas de los módulos de elasticidad altos y bajos, en relación al módulo de elasticidad de la dentina. ⁶

Retención

La literatura menciona varios factores que pueden afectar la retención del poste dentro del conducto como:

- Anatomía del conducto radicular: un estudio realizado por Balkenhol y asociados menciona que el ajuste del poste en el conducto influye de una manera significativa en la longevidad de la restauración. La anatomía radicular tiene muchas variaciones en su forma, varía desde la zona cervical hasta el ápice. Al adaptar un poste se crean varias alteraciones en el conducto radicular, eliminar la dentina radicular aumenta el riesgo a la perforación y debilita al diente. ^{6,14} Figura 7

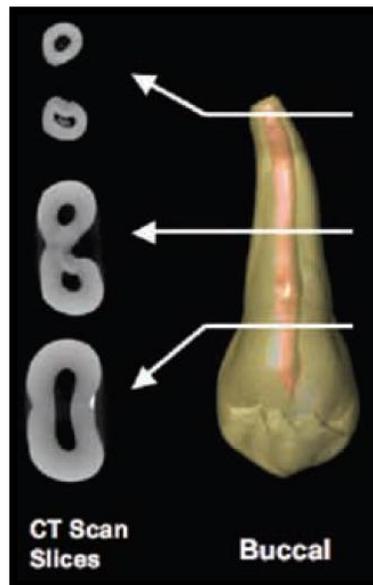


Figura 7 Anatomía transversal de los conductos radiculares de un primer premolar superior derecho. ¹

- Largo del poste: La extensión del poste tendrá que ser por lo mínimo del largo de la corona por el estrés de la tensión o tendrá que medir dos tercios de la longitud de la raíz, dependiendo de la longitud del diente. Entre más longitud tenga el poste tendrá mejor retención. Debe medir la mitad de la distancia entre la cresta ósea y el ápice radicular. ^{9,10,15,16}

Para evitar la filtración y el desalojo del material con el que se obturo el conducto es recomendable dejar 4mm de material de obturación. ¹⁰

- Adhesión: para crear una buena adhesión es necesario acondicionar el conducto dental y el poste. Para acondicionar el conducto dental se necesita eliminar la capa residual de este mediante el uso de EDTA al 17% y el NaOCL al 5.25% que eliminaran la dentina descalcificada y el



material orgánico restante, abriendo los túbulos dentinarios para que el material cementante pueda fluir y retenerse mecánicamente. ¹⁵

- **Diámetro del poste:** El ancho del poste deberá ser el mínimo, un tercio o menos, entre más conservador sea la restauración más resistente será el diente, se recomienda un mínimo de 1.5mm de grosor de las paredes radicales.^{9,10,15}

Tipos de restauraciones intraconductos e intracoronarias

Los sistemas poste-núcleo más utilizados se pueden clasificar básicamente en dos tipos: sistemas poste-núcleo de un elemento (postes colados) y sistemas poste-núcleo de dos elementos (poste prefabricado de fibra de vidrio con núcleo de resina). ¹³

Poste-núcleo de un elemento

Se han utilizado por muchos años como método de reconstrucción para dientes tratados con endodoncia. Se fabrican a la medida mediante una impresión del conducto preparado, en el método tradicional se usa un polímero que se ajusta al conducto y se prepara el poste-núcleo para ser vaciado con la aleación de elección.^{6,15} Figura 8



Figura 8 Poste-núcleo metálico de un elemento. ¹⁷

Poste-núcleo de dos elementos

Son fabricados con principios isométricos por el fabricante para su retención dentro del conducto (fig. 9). Surgieron por la necesidad de buscar materiales de reconstrucción con módulo de elasticidad similar al diente y más estéticos. ¹⁵

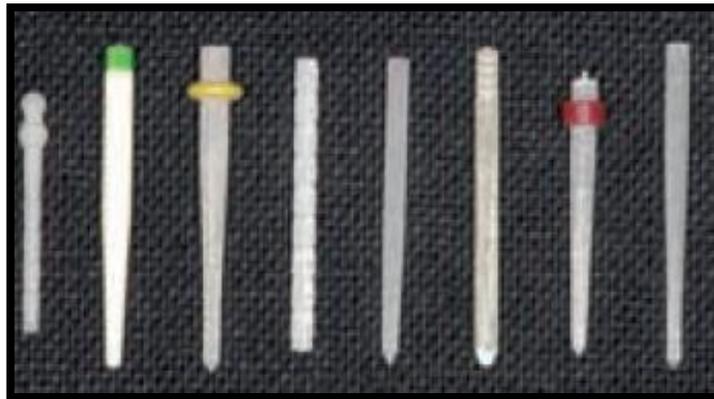


Figura 9 Postes prefabricados de fibra de vidrio.



3.2 Sistemas para restauraciones CAD/CAM

Los sistemas para restauraciones CAD/CAM por sus iniciales (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing), son restauraciones asistidas y manufacturadas por computadora. todos estos sistemas trabajan por medio de tres fases: ¹⁸

- A) Adquisición de la información, por medio de impresiones digitales o indirectamente por medio de un modelo de yeso o de una impresión convencional. ^{18,19}

- B) Diseño de las restauraciones asistido por computadora. ^{18,19}

- C) Manufacturado asistido por computadora de un bloque de material restaurativo. ^{18,19}

Los sistemas CAD/CAM se dividen en:

- Abiertos y cerrados.¹⁹
- Sistemas de laboratorio y sistemas de consultorio (chairside system).¹⁹

Sistemas abiertos y cerrados

La posibilidad de intercambio de información entre los sistemas CAD/CAM los dividen en:

- Sistema cerrado

El fabricante tiene todos los procedimientos CAD/CAM, no hay posibilidad de intercambio de información de diferentes sistemas o compañías.¹⁹



- Sistema abierto

Acepta información de datos de diferentes softwares y permite el uso de otros sistemas de maquinado.¹⁹

Sistemas de laboratorio:

Las capacidades de los equipos para realizar las etapas de digitalización, diseño y manufacturado los clasifican en:

- Laboratorios CAD/CAM

El fabricante cuenta con sus propios escáneres y equipos de maquinado.

Ejemplos: Amann Girbach, 3M ESPE, Sirona Dental Systems, Zirkon Zahn, vhf camfacture AG, Weiland Dental, Pou-Yuen and Best Dental, Planmeca, KaVo Dental, Denstply Prosthetics.¹⁹

- Laboratorios CAD

El fabricante únicamente cuenta con el escáner.

Ejemplos: D2000, 3Shape; Dental Wings 7 series, Dental Wings; IScan D104, Imetric 3D SA; Ceramill Map, AmannGirrbach; Activity 850 3D, Smart Optics.¹⁹

- Laboratorios CAM

Sistemas donde la compañía tiene el sistema de maquinado.

Ejemplos: DWX-50, Roland DGA Corporation; inLab MC X5, Sirona; vhf camfacture AG; Ceramill Motion 2, Amann Girrbach.¹⁹

- Sistema de consultorio CAD/CAM

La compañía tiene su propio escáner y equipo de maquinado.

Ejemplo: Sirona y Planmeca.¹⁹

- Sistema de consultorio de adquisición de imágenes

La compañía tiene el escáner pero sin capacidades de diseño.

Ejemplos: True Definition Scanner, 3M ESPPE; iTero, Align Technology, Inc; Trios, 3Shape; Apollo DI, Sirona; CS3500. Carestream Dental LLC.¹⁹

Figura 10



Figura 10 Escáner (3Shape 2000).²⁰

A) Digitalización

Proceso que se encarga de obtener información por medio de un escáner en el cual se obtienen registros tridimensionales de los dientes y tejidos a rehabilitar, los cuales son procesados y transformados en datos digitales para

ser usados por el computador. También se obtienen registros oclusales, dientes antagonistas y tejidos adyacentes, todo lo necesario para poder diseñar la restauración.¹⁸

La información se puede obtener por medio de dos maneras: intraoral sin necesidad de impresiones y modelos de yeso o extraoral obtenida de una impresión y su positivo.¹⁸

Los escáneres se clasifican por la forma en que reciben la información:

- Escáner óptico

Obtienen la información por medio de un proceso llamado triangulación activa: se genera una luz sobre las preparaciones, la luz se proyecta para que el sensor capte la información de los ángulos de las luces y los patrones de sombras que se proyectan. Se capta el cambio de líneas por medio del receptor de escáner y el computador calcula la profundidad, creando datos tridimensionales de las imágenes obtenidas por el receptor.¹⁸ Figura 11

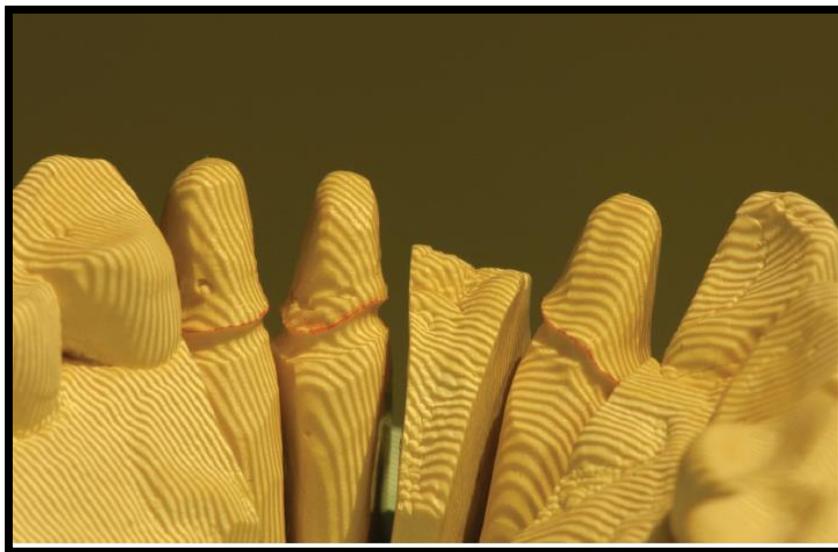


Figura 11 Proyección de la luz durante el procedimiento de escaneo.²¹



- Escáner mecánico

Logra obtener la información por medio de un modelo convencional, es registrado por un sensor o bola de zafiro que utiliza diferentes grosores dependiendo el caso. Se transmite la información al sistema hasta conformar una imagen tridimensional. Para una preparación promedio se requieren 50,000 lecturas.¹⁸

El registro puede ser afectado por las irregularidades del modelo, su geometría y el tamaño del sensor.¹⁸

B) Diseño

Después de obtener la imagen tridimensional la información se introduce en una computadora que tiene programas especializados para el diseño de las restauraciones dentales. Con los diferentes programas de distintos fabricantes se pueden diseñar: prótesis parcial removible, coronas totales, inlays, onlays, venteros, encerados diagnóstico, postes y núcleos, telescópicas, implantes, guías quirúrgicas, implantes, etc.^{18,19}

En estos programas se dan varias morfologías de dientes y componentes protésicos, que pueden modificarse manualmente para su ajuste y personalización, ya que todos los pacientes presentan características únicas.¹⁹

Figura 12

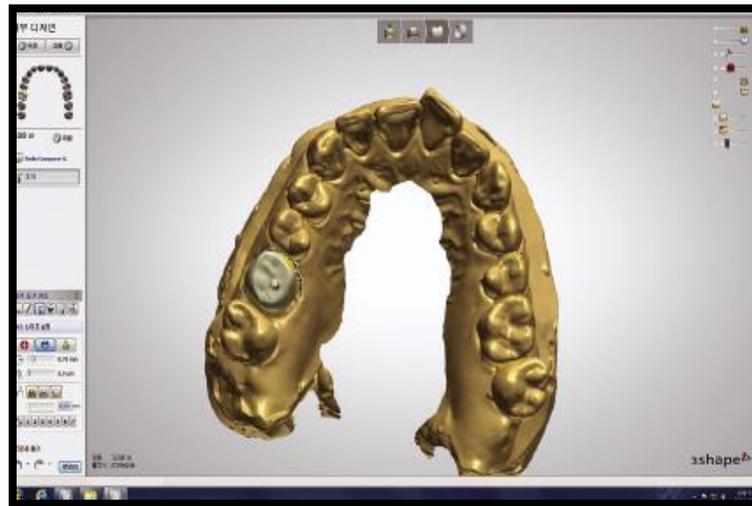


Figura 12 Diseño asistido por computadora.¹¹

C) Maquinado

Una computadora se encarga de procesar la información obtenida y transformarla en la estructura protésica mediante el tallado de bloques de diferentes materiales.¹⁸ Figura 13



Figura 13 Equipo de 5 ejes (Progra Mill PM7).²⁰



Estos equipos se diferencian por su número de ejes:

- Equipos de 3 ejes

Los ejes generan los movimientos de fresado para el diseño de la restauración en las tres direcciones espaciales (X, Y y Z). No cuenta con ejes de fresado divergentes o convergentes, giran el patrón de maquinado en 180° hacia adentro y hacia afuera.

Ejemplos: Inlab (Sirona, Bensheim, Alemania) y el Lava (3M, St. Paul, MN).¹⁸

- Equipos de 4 ejes

Cuenta con los ejes X, Y, Z y un eje adicional (eje A) que puede rotar el puente de tensión de manera infinita, con este eje adicional se logra un mejor desplazamiento vertical, se ahorra material y tiempo en el maquinado.¹⁸

- Equipos de 5 ejes

Además de contar con los ejes X, Y, Z, puente de tensión A y cuenta con el eje de rotación B que permite la rotación del huso del maquinado, lo que permite maquinar restauraciones más complejas. Es el mejor equipo para manufacturar una restauración.

Ejemplo: KaVo Everest®, (Biberbach, Alemania).¹⁸ Figura 14

su tamaño previo al maquinado, se debe controlar por el programa de diseño y del maquinado para que la restauración cuente con las características adecuadas de dimensión y volumen.¹⁸ Figura 15

Ventajas: menor costo del equipo, material no absorbe agua, evita el tiempo de presecado antes de ser sinterizado y no hay tanto desgaste en las fresas.¹⁸

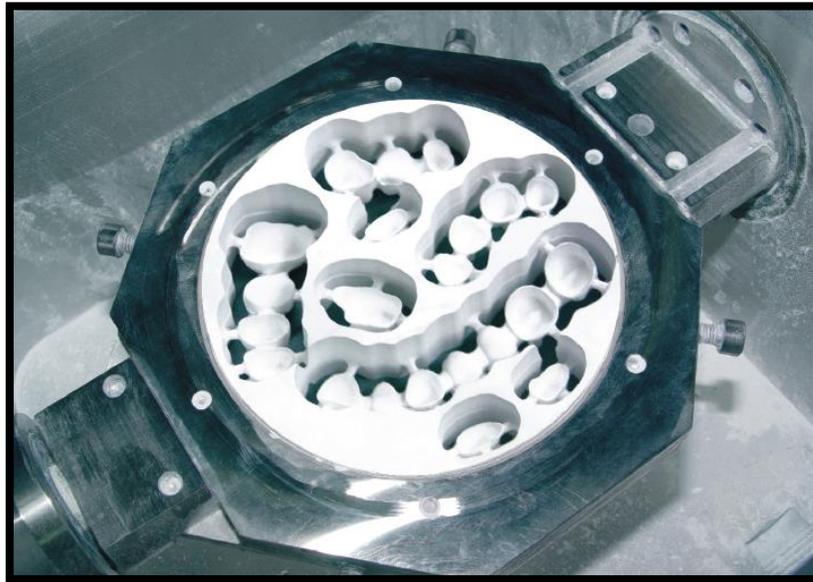


Figura 15 Bloque presinterizado de Zirconia. ²¹

- Bloques y discos sinterizados

Cuentan con características físicas y mecánicas adecuadas del material para su uso, durante el maquinado es necesario la irrigación de las fresas para evitar el calentamiento del bloque¹⁸. Figura 16



Figura 16 Bloque sinterizado (IPS Empress® CAD).²⁰

Ventajas: No se necesita otro equipo para el sinterizado, menos tiempo de laboratorio, evita la compensación de la contracción. ¹⁸

- Cromo Cobalto

Las aleaciones de este material son usadas para manufacturar copings, componentes de prótesis removibles, coronas, barras y puentes de implantes. Esta aleación es de las más usadas en odontología por sus propiedades mecánicas y su biocompatibilidad.^{19,20,22} Figura 17



Figura 17 Discos de aleación Cromo-Cobalto (Colado® CAD).²⁰

- Titanio

A partir de los estudios de Branemark el titanio ha sido utilizado en la implantología por sus propiedades de biocompatibilidad y osteointegración. Es usado en la tecnología CAM para la elaboración de implantes, aditamentos y barras, para su maquinado se usan fresas de carburo irrigadas con agua para evitar el sobrecalentamiento.^{19 23}

- Cera

Son usadas para la elaboración de encerados diagnósticos y para crear patrones que posteriormente serán colados o prensados en el material deseado. Son fresadas en seco para evitar residuos.¹⁹ Figura 18



Figura 18 Bloques de cera (Wax Press®).²⁴

- Polimetilmetacrilato (PMMA)

Tienen presentaciones en bloques y discos para la producción de coronas temporales, puentes y restauraciones de implantes. Únicamente necesita pulido posterior al fresado para ser colocada. Puede ser caracterizada con stains (fig 19).^{19,20}



Figura 19 Disco y bloque de PMMA (Telio® CAD).²⁰

- PolyEtherKetoneKetones (PEKKs)

Polímero de alta calidad, alta resistencia a la fractura, buena distribución del estrés y cuentan con un módulo de elasticidad similar a la dentina (200 MPa). Son considerados una alternativa de los materiales metálicos y cerámicos.¹³

- Fibra de vidrio reforzada con tecnopolímero (Trilor®).

Este innovador material representa el avance de los materiales dentales en la búsqueda de reemplazar a los materiales metálicos y cerámicos. Presenta buena compatibilidad con los sistemas adhesivos, estética (color A2) y buenas propiedades mecánicas: resistencia a la tensión de 380 MPa y resistencia a la flexión de 540 MPa.



IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Hasta la fecha no se ha logrado obtener un material o combinación de materiales que sean mejores al tejido dental, sin embargo, los materiales que en su comportamiento físico, químico y biológico se asemejen a los tejidos del diente serán buenos candidatos para ser empleados en la rehabilitación.

Los métodos convencionales de colocación de postes de fibra de vidrio, aumentan el riesgo a la fractura y debilitan la raíz por el adelgazamiento de las paredes radicales, la anatomía radicular presenta múltiples variaciones en su forma, varía desde la zona cervical hasta el ápice, por consiguiente los tratamientos se vuelven complicados ya que para restaurar mediante un poste, al unirse al diente usan resina compuesta, su interfaz y la débil unión entre el núcleo de resina y el poste causan una mayor tasa de fracaso en la restauración.

Los postes de metal fundido por su módulo de elasticidad tan discrepante al de la dentina causan microfiltraciones y fracturas, por ser materiales opacos limitan la calidad estética del diente.

Por lo cual, las restauraciones intraconducto e intracoronarias diseñadas y manufacturadas con tecnología CAD/CAM tienen varias ventajas: son personalizadas, menos invasivas, más precisas y reducen las interfaces, además existe una amplia variedad de materiales como Trilor® que se pueden utilizar con la tecnología CAD/CAM y así poder emplear el material ideal para cada caso. Trilor® permite elaborar restauraciones libres de metal resistentes, flexibles y estéticas.



La tecnología CAD/CAM además de lograr mejores resultados en las restauraciones reduce el tiempo clínico y elimina errores en los procesos de impresión y de vaciado.



V HIPÓTESIS

Al manufacturar una restauración intraconducto e intracoronaria de fibra de vidrio reforzada con tecnopolímero (Trilor®) con tecnología CAD/CAM nos dará como resultado restauraciones personalizadas, estéticas, precisas, libres de metal, resistentes y flexibles.



VI OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Diseñar y manufacturar una restauración intraconducto e intracoronaria con la tecnología CAD/CAM.

6.2 Objetivos específicos

Digitalizar la impresión del conducto radicular de un primer premolar superior y de la preparación del diente con el sistema Wieland Dental.

Diseñar por medio del sistema Dental Wings la restauración intracoronaria e intraconducto.

Fresar la restauración intracoronaria e intraconducto en un disco de fibra de vidrio reforzado con tecnopolímero (Trilor®).

VII METODOLOGÍA

7.1 Elaboración de restauración intraconducto e intracoronaria con la tecnología CAD/CAM.

FASE 1

- 1) Se obtuvo la impresión del conducto radicular de un primer premolar superior y de la preparación del diente con polivinilsiloxano (fig. 20).

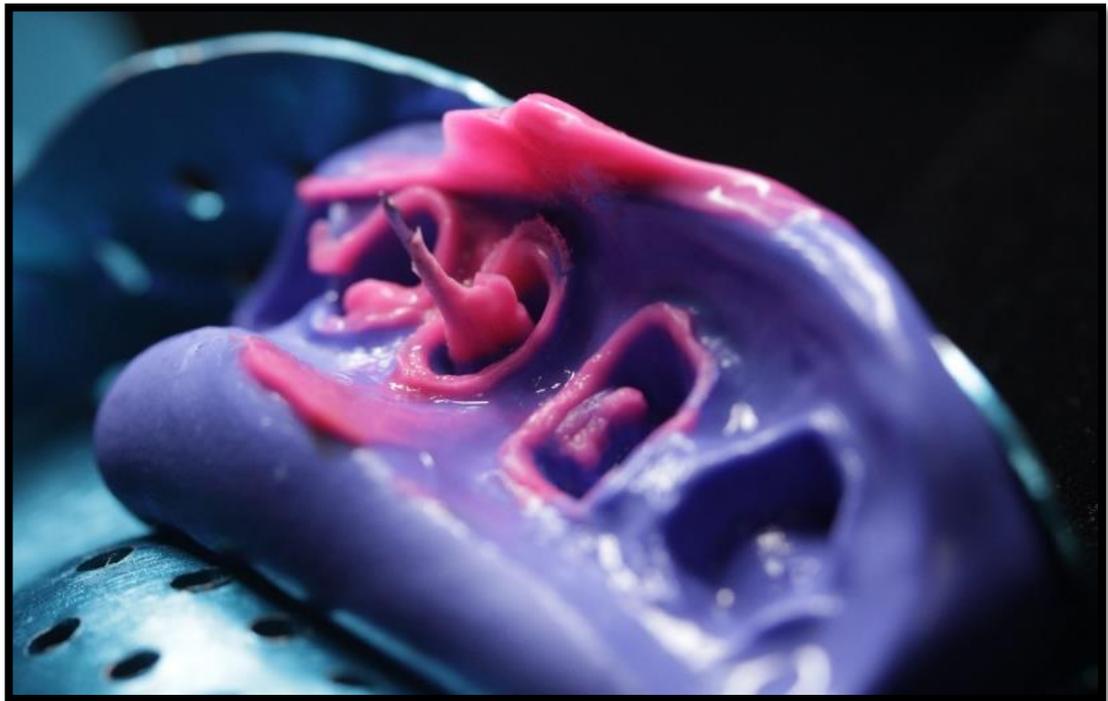


Figura 20 Impresión del conducto y de la preparación de un primer premolar superior.^{F.D.}

- 2) Se utilizó IPS Contrast Spray Labside en la impresión con el propósito de opacarla y evitar errores en el escaneo (fig. 21).



Figura 21 Impresión con IPS Contrast Spray Labside.^{F.D.}

- 3) Se colocó la impresión sobre el aditamento de escaneo (fig. 22).



Figura 22 Impresión sobre aditamento de escaneo.^{F.D.}

- 4) Se escaneó la impresión con el escáner óptico Wieland Dental para realizar la digitalización y obtener el modelo de trabajo digital (fig. 23).

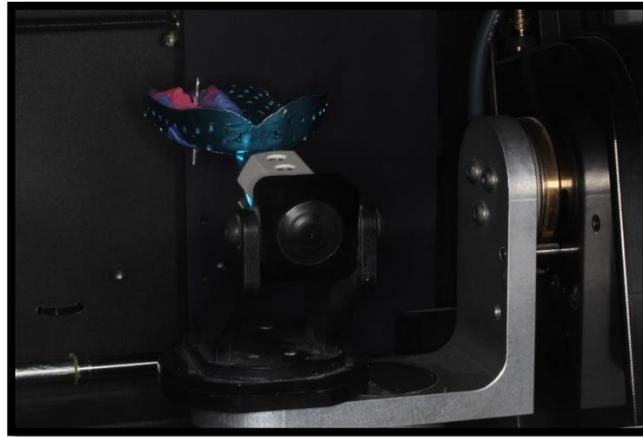


Figura 23 Impresión sobre aditamento de escaneo en el escáner óptico Wieland Dental. ^{F.D.}

FASE 2

- 5) Se obtuvo el modelo de trabajo posterior al escaneado con la tecnología CAD (fig. 24).

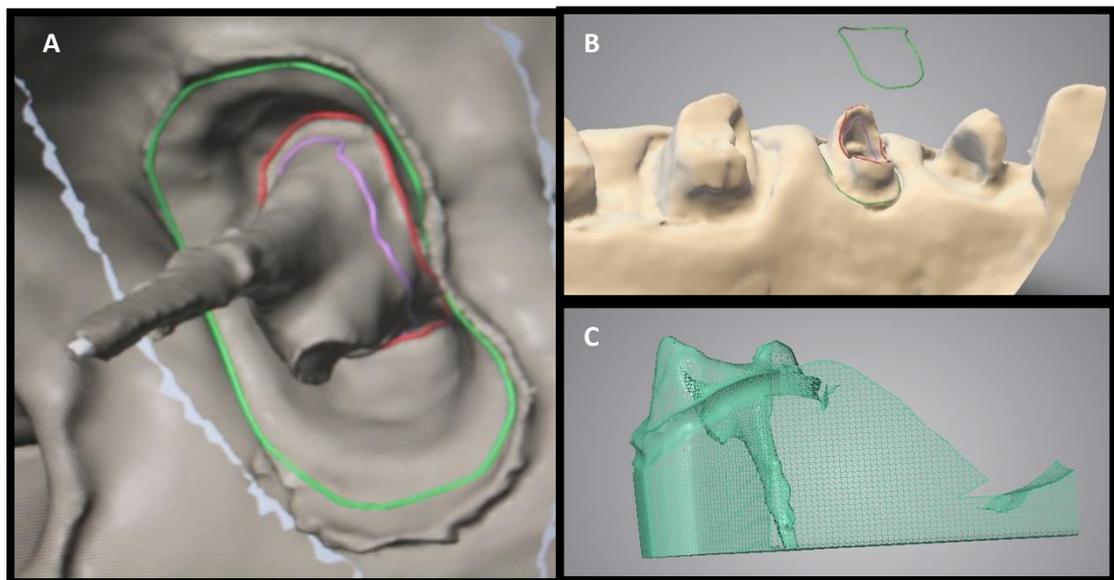


Figura 24 **A** Modelo digital del conducto radicular. **B** Modelo digital con tecnología CAD.

C Dado de trabajo digital. ^{F.D.}

6) Con el sistema Dental Wings se realizó el diseño asistido por computadora (CAD) con un software especializado en restauraciones intraconductos e intracoronarias, utilizando las herramientas de trabajo que permite modificar: largo, ancho, forma y posición de la restauración (fig. 25).

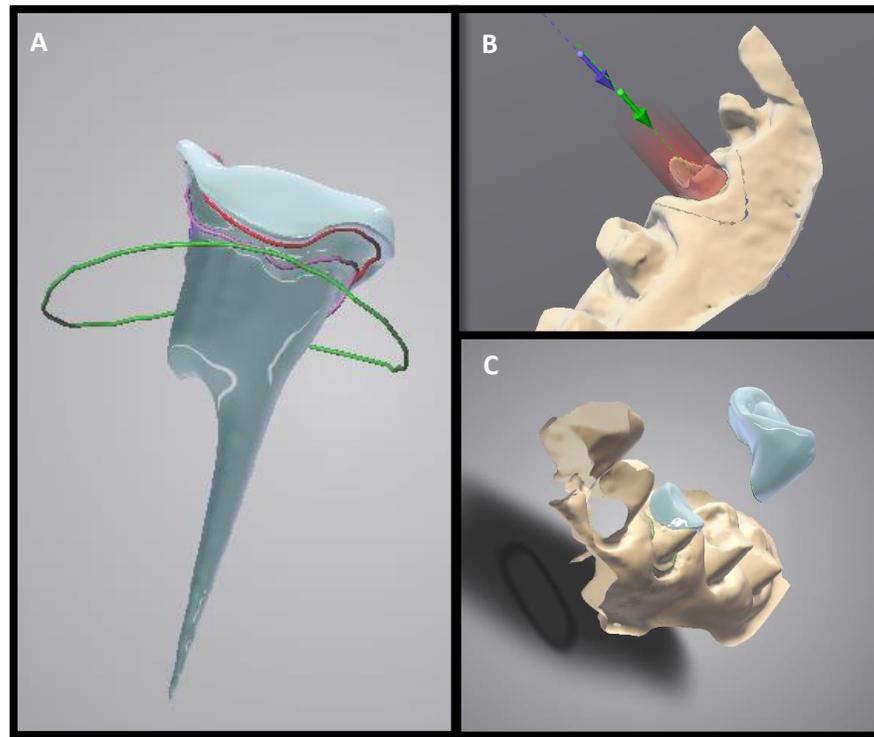


Figura 25 **A** Diseño digital de poste-núcleo en el modelo digital con la tecnología CAD. **B** Herramienta de trabajo de la tecnología CAD para elegir el ángulo de inserción de la restauración. **C** Diseño de restauración intraconducto e intracoronaria con tecnología CAD. F.D.

FASE 3

- 7) Una vez finalizado el diseño asistido por computadora se procedió a la última fase. Antes de fresar el disco de fibra de vidrio reforzado con tecnopolímero (TRILOR™) se posicionó la restauración en el disco digitalmente (fig. 26).

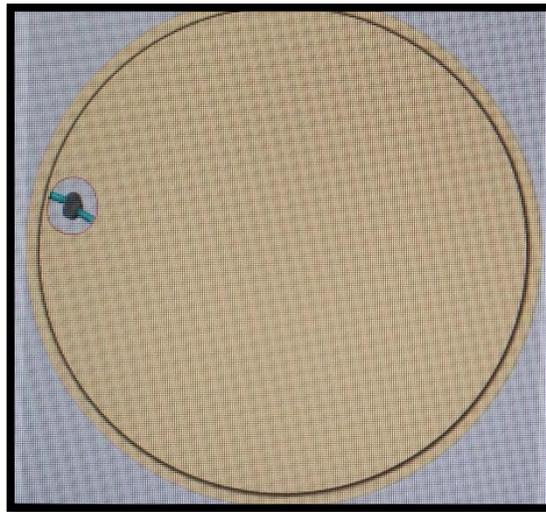


Figura 26 Disposición digital de la restauración en el disco (TRILOR™). F.D.

- 8) Se colocaron digitalmente los conectores en la porción coronaria de la restauración (fig. 27).

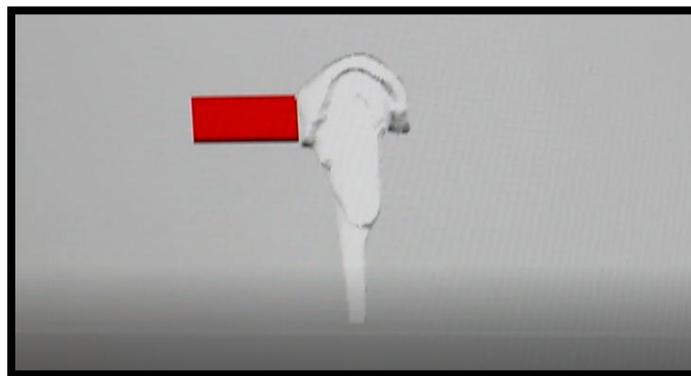


Figura 27 Conector digital en restauración intracoronaria. F.D.

- 9) Se colocó un chip de PMMA en el disco Trilor® para que se registrara en el equipo Wieland Dental. Es importante mencionar que normalmente los discos incluyen el chip pero por ser un material nuevo aún no se fabrican (fig. 28).



Figura 28 A Disco de fibra de vidrio reforzado con tecnopolímero (Trilor®). B Chip de PMMA Wieland Dental. C Trilor® con chip de PMMA Wieland Dental. F.D.

10) Se colocó bloque de (Trilor®) en la fresadora de 5 ejes de Wieland Dental (fig. 29).



Figura 29 Disco Trilor® en equipo de 5 ejes Wieland Dental. F.D.

11) Se fresó la restauración intraconducto e intracoronaria en el equipo Wieland Dental (fig. 30).

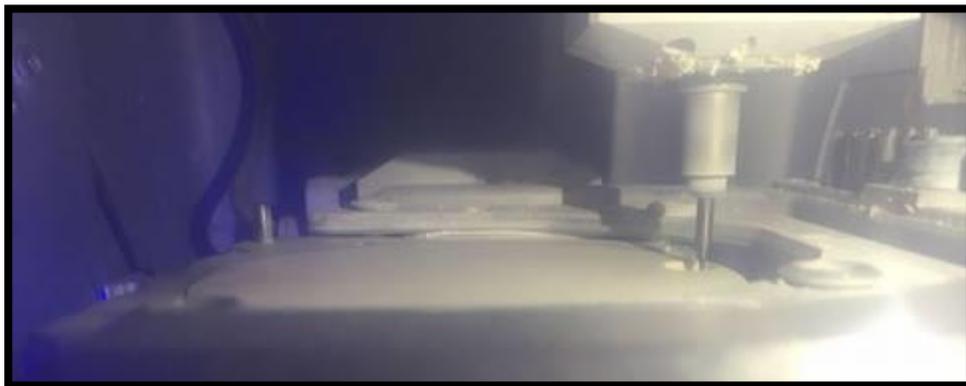


Figura 30 Equipo de 5 ejes fresando restauración intraconducto e intracoronaria en disco Trilor®. F.D

12) Se obtuvo disco Trilor® del equipo de 5 ejes Wieland Dental posterior al fresado, con la restauración intraconducto e intracoronaria (fig. 31).



Figura 31 Restauración intraconducto e intracoronaria fresada en disco Trilor®. F.D.

VIII RESULTADOS

Con la tecnología CAD/CAM se obtuvo una restauración intraconducto e intracoronaria de fibra de vidrio reforzada con tecnopolímero (Trilor[®]) (fig. 32), empleando fresas de diamante para el disco TRILOR[™]

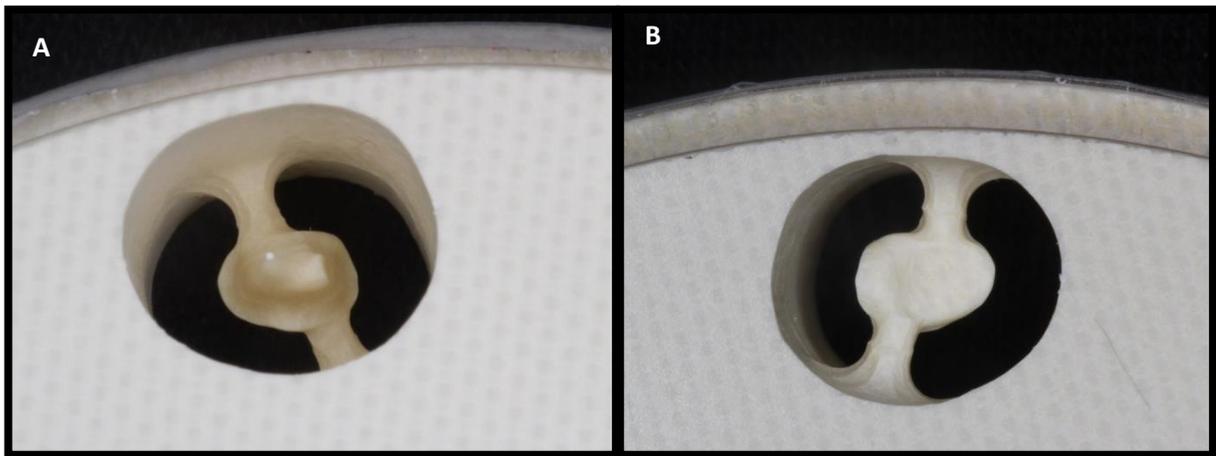


Figura 32 A Vista superior de la restauración intraconducto e intracoronaria en el disco Trilor[®]. **B** Vista inferior de la restauración intraconducto e intracoronaria en el disco Trilor[®].

Se logró realizar una reconstrucción intraconducto e intracoronaria de fibra de vidrio reforzada con tecnopolímero manufacturada con tecnología CAD/CAM precisa, estética, personalizada, de una unidad (poste-núcleo), libre de metal, fuerte y flexible (resistencia a la tensión de 380 MPa, resistencia a la flexión de 540 MPa) (fig. 33).

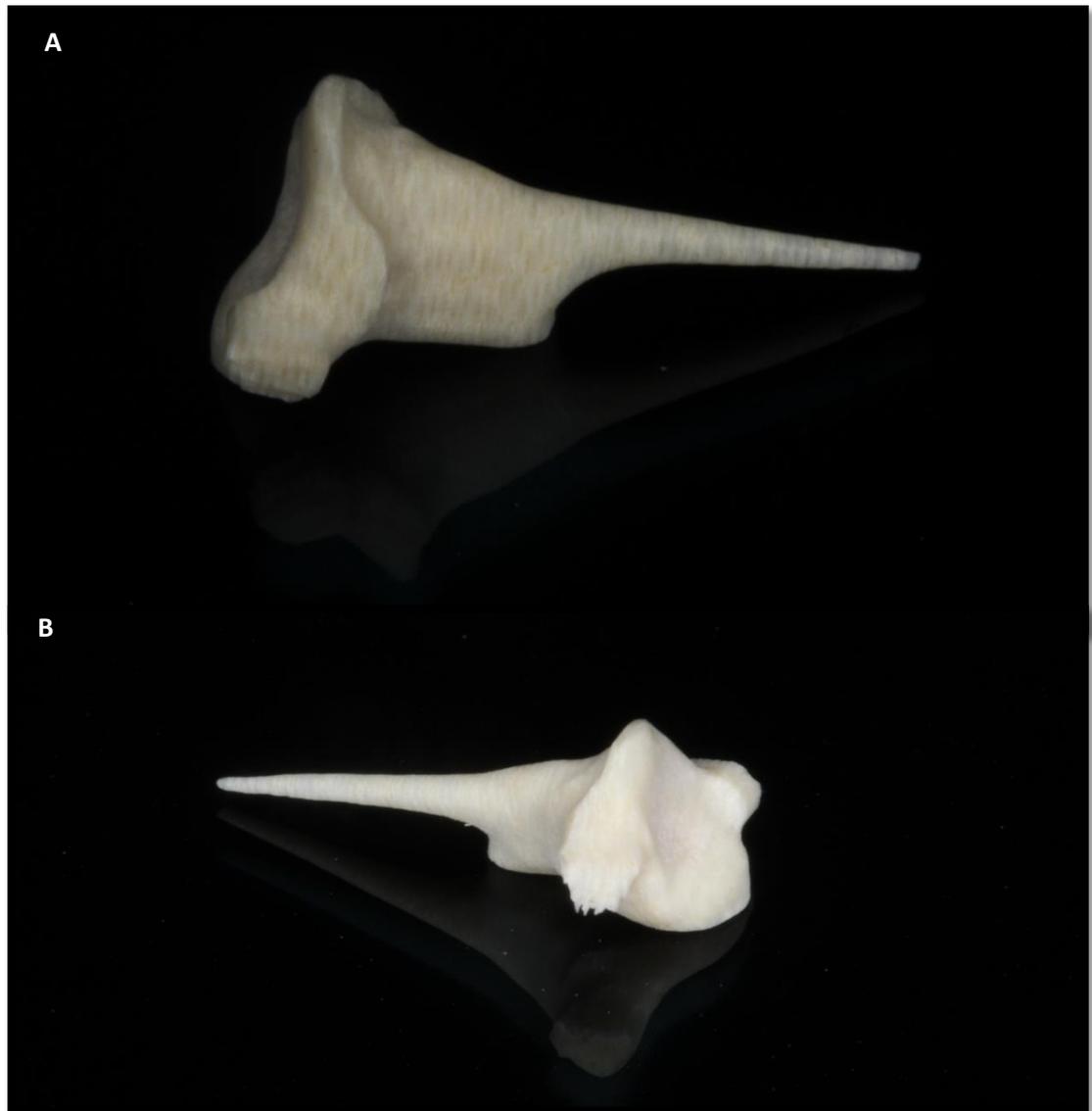


Figura 33 Restauración intraconducto e intracoronaria de fibra de vidrio reforzada con tecnopolímero A Vista lateral B Vista oclusal. F.D.

Para verificar la precisión de la restauración intracoronaria e intraconducto manufacturada con la tecnología CAD/CAM se probó su ajuste en el modelo de yeso obtenido de la impresión del conducto radicular de un primer premolar superior y de la preparación del diente (fig. 34).



Figura 34 Restauración intraconducto e intracoronaria de fibra de vidrio reforzada con tecnopolímero en modelo de yeso. ^{F.D.}



IX DISCUSIÓN

En el área de la salud, es muy importante estar a la vanguardia en cuanto a tecnología, en el caso de la odontología uno de los sistemas más innovadores es la tecnología CAD/CAM, ya que se logran tratamientos precisos y estéticos en los pacientes, dando mejores resultados en los tratamientos.

En las restauraciones intraconductos e intracoronarias es de gran importancia la impresión del conducto radicular, tomamos una impresión con polivinilsiloxano (Hydorise Zhermack) para realizar la etapa de digitalización, sin embargo existen diferentes métodos para poder digitalizar el conducto radicular y la preparación coronal, Awad y Marghalani utilizaron una resina acrílica y poste plástico para obtener el registro y posteriormente escanearlo, Ju-Hyoung Lee digitalizó la preparación usando un escáner intraoral y un poste de fibra de vidrio, otro método para digitalizar el conducto radicular con escáner intraoral es con el uso de Scan Posts™. 7,13,26, a pesar que existen diferentes técnicas y materiales de impresión, consideramos para este estudio la impresión por medio de polivinilsiloxano para obtener la impresión de la preparación dental, de los dientes adyacentes y del conducto radicular, lo cual permitió que el poste elaborado copiara a gran detalle la anatomía del conducto y de la preparación dental, obteniendo como resultado un modelo digital más completo.

Por otro lado los postes-núcleos de fibra de vidrio permiten restauraciones coronarias más estéticas como cerámicas, en cambio los postes-núcleos convencionales metálicos limitan la calidad estética de la rehabilitación dental. Los postes-núcleos colados en aleación de oro tienen muy buenas propiedades mecánicas y su color amarillo permite buenos resultados estéticos, pero son muy costosos²⁷, sin embargo en nuestro estudio se pudo obtener una restauración con Trilor® que presenta buenas propiedades



mecánicas, un módulo de elasticidad más similar al de la dentina, estética y menos costosa.

Las restauraciones intraconductos e intracoronarias de fibra de vidrio presentan un módulo de elasticidad similar a la dentina en comparación con las restauraciones metálicas, sin embargo, sigue siendo elevado. Las investigaciones en busca de nuevos materiales con módulos de elasticidad más cercanos a la dentina están dando resultados prometedores como los polímeros de alto rendimiento (PEKK) los cuales presentan un módulo de elasticidad de 5.1 MPa y pueden ser utilizados para realizar este tipo de restauraciones.¹³

Actualmente se utilizan restauraciones de postes de fibra de vidrio convencionales, los cuales son prefabricados, por lo cual no se adaptan a la anatomía del conducto radicular y necesitan de resina para su adaptación, por lo cual presentan una interfase poste-núcleo lo cual debilita la restauración, aunado a que, el núcleo de resina tiene diferente módulo elástico que el poste, causando estrés y aumentando así las posibilidades de fractura.^{14,27} Por tal motivo el diseñar restauraciones intraconductos e intracoronarias, con tecnología CAD/CAM, permite realizar tratamientos personalizados en menor tiempo, y si se emplea un material como Trilor® se podrán obtener tratamientos duraderos, estéticos y funcionales.



X CONCLUSIONES

Aun con las limitaciones del estudio se puede concluir que la tecnología CAD/CAM permite manufacturar restauraciones intraconductos e intracoronarias precisas, personalizadas, de una unidad (poste-núcleo) y estéticas.

Los avances tecnológicos han dado como resultado, más variedad de materiales y métodos con los que podemos realizar restauraciones de alta calidad, eliminando varias desventajas de los métodos convencionales como son los módulos de elasticidad elevados, interfaces, limitaciones estéticas, entre otras.

Al ser Trilor® un material nuevo, es importante seguir realizando investigaciones tanto *in vitro* como *in vivo* con las cuales se pueda seguir avanzando y mejorando sus propiedades con la finalidad de garantizar al 100% los tratamiento.



XI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. John I. Ingle, leif K. Bakland JCB. *Endodontics* 6. BC Decker Inc; 2008.
2. Terry, Douglas., Triolo Jr, Peter. Swift EJ. Fabricated of Direct Fiber-Reinforced Posts: A Structural Design Concept. *J Esthet Restor Dent*. 2001;13(4):228-240.
3. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, et al. concepts and clinical methods of obtaining required morphological data CAD / CAM fabricated complete dentures : *J Prosthet Dent*. 2012;107(1):34-46. doi:10.1016/S0022-3913(12)60015-8.
4. Gentleman Genius: Patrick Hanratty. 2004. <http://www.digitaleng.news/de/gentleman-genius-patrick-hanratty/>.
5. Buhner Samra AP, Morais E, Mazur RF, Vieira SR, Rached RN. CAD/CAM in dentistry – a critical review. *Rev Odonto Ciência*. 2016;31(3):140. doi:10.15448/1980-6523.2016.3.21002.
6. Cohen, S., Hargreaves, Kenneth., Berman L. Vías de la pulpa. In: *Vías de La Pulpa*. 11a Ed. ELSEVIER; 2016:818-848.
7. Awad MA, Marghalani TY. Fabrication of a custom-made ceramic post and core using CAD-CAM technology. *J Prosthet Dent*. 2007;98(2):161-162. doi:10.1016/S0022-3913(07)60050-X.
8. Rossentiel, S. F., MArtin, F. Land., Junhei F. Prótesis fija contemporánea. In: *Prótesis Fija Contemporánea*. Cuarta edi. ELSEVIER; 2006:336-375.
9. Robbins JW. Restoration of the endodontically treated tooth. *Dent Clin North Am*. 2002;46(2):367-384. doi:10.1016/S0011-8532(01)00006-4.
10. Shillinburg, Herbert T., Sumiya, Hobo., Lowell D. W., Richard J. Fundamentos esenciales en prótesis fija. In: S.L. Q, ed. *Fundamentos Esenciales En Prótesis Fija*. Tercera ed. ; 2000:194-206.
11. Lee JH, Sohn DS, Lee CH. Fabricating a fiber-reinforced post and zirconia core with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent*. 2014;112(3):683-685. doi:10.1016/j.prosdent.2014.01.015.
12. Sedano CA, Javier F. Dientes Anteriores. *Rev la Asoc Dent Mex*. 2001;LVIII(3):108-113.
13. Lee KS, Shin JH, Kim JE, et al. Biomechanical Evaluation of a Tooth Restored with High Performance Polymer PEKK Post-Core System: A 3D Finite Element Analysis. *Biomed Res Int*. 2017;2017.



doi:10.1155/2017/1373127.

14. Liu P, Deng XL, Wang XZ. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2010;103(6):330-333. doi:10.1016/S0022-3913(10)60071-6.
15. Ingle, John; Bakland L. Endodontics. In: *Endodoncia*. Cuarta edi. McGraw-Hill; 1994:920-964.
16. Jorge CD, Rojas V. Uso y abuso de los postes : Una revisión de la literatura. *Rev la Asoc Dent Mex.* 2002;59(4):134-136.
17. Bilgin MS, Erdem A, Dilber E, Ersoy I. Comparison of fracture resistance between cast, CAD/CAM milling, and direct metal laser sintering metal post systems. *J Prosthodont Res.* 2016;60(1):23-28. doi:10.1016/j.jpor.2015.08.001.
18. PÉREZ CC, DUQUE VARGAS JA. Cad-Cam Restorations Systems and Ceramics : a Review. *Fac Odontol Univ Antioq.* 2010;22(1):88-108.
19. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res.* 2016;60(2):72-84. doi:10.1016/j.jpor.2016.01.003.
20. México IV. IPS e.max CAD - Ivoclar Vivadent México. www.ivoclarvivadent.com.mx/zoolu-website/media/document/.../IPS+e-max+CAD.
21. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Bdj.* 2008;204(9):505-511. doi:10.1038/sj.bdj.2008.350.
22. Mosquera-palomino J, Pineda-higueta SE, Gómez CIV-. Caracterización de defectos de superficie en estructuras coladas para prótesis dentales en aleación de cobalto cromo. 2017;2017(c).
23. Goldberg P. Bases científicas de la implantología. *Rev la Asoc Dent Mex.* 2003;60:110-114.
24. Harvest Dental. Collection - Harvest Dental. harvestdental.com/.../Harvest_Catalog_1006_7_2016_144dpi.pdf%0A. Published 2016.
25. Trilor I, Bridge C, Implant- A. Processing recommendation f o r TRILOR™ milling discs a nd milling blocks in the CAD-CAM technology . 2015:1-2.
26. Shape 3. 3Shape launches its Post & Core solution and Scan Posts™. <https://www.3shape.com/knowledge-center/news-and->



press/news/2013/3shape-launches-its-post-and-core-solution-and-scan-posts.

27. Yousif Marghalani T, Tharwat Hamed M, Abdelmageed Awad M, Hussein Naguib G, Fouad Elragi A. Three-Dimensional Finite Element Analysis of Custom-Made Ceramic Dowel Made Using CAD/CAM Technology. *J Prosthodont.* 2012;21(6):440-450. doi:10.1111/j.1532-849X.2012.00860.x.

F.D. Fuente Directa: fotografías obtenidas en la elaboración de la restauración intracoronaria e intraconducto en el laboratorio digital de la división de estudios de posgrado de Odontología de la UNAM.