

**“MEDICIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN PRESENTE EN RESTAURACIONES CLASE II
MESIO-OCUSALES EN PIEZAS DENTALES POSTERIORES EXTRAÍDAS; OBTURADAS
CON RESINA COMPUESTA UNIVERSAL Y RESINA COMPUESTA BULK”**

Tesis presentada por

CARLOS EDUARDO LÓPEZ MARTÍNEZ

**Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala
que practicó el Examen General Público previo a optar al título de**

CIRUJANO DENTISTA

Guatemala, Noviembre del 2,015

**“MEDICIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN PRESENTE EN RESTAURACIONES CLASE II
MESIO-OCUSALES EN PIEZAS DENTALES POSTERIORES EXTRAÍDAS; OBTURADAS
CON RESINA COMPUESTA UNIVERSAL Y RESINA COMPUESTA BULK”**

Tesis presentada por

CARLOS EDUARDO LÓPEZ MARTÍNEZ

**Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala
que practicó el Examen General Público previo a optar al título de**

CIRUJANO DENTISTA

Guatemala, Noviembre del 2,015

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Edwin Oswaldo López Díaz
Vocal Segundo:	Dr. Henry Geovanni Cheesman Mazariegos
Vocal Tercero:	Dr. Jorge Eduardo Benítez de León
Vocal Cuarto:	Br. Bryan Manolo Orellana Higueros
Vocal Quinta:	Br. Débora María Almaraz Villatoro
Secretario:	Dr. Julio Rolando Pineda Cordón

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. José Alberto Figueroa Espósito
Vocal Segundo:	Dra. Carmen Lorena Ordoñez de Maas
Vocal Tercero:	Dra. Elena María Vásquez de Quiñonez
Secretario:	Dr. Julio Rolando Pineda Cordón

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por ser el centro de mi fe y mi fuente de fortaleza. Gracias señor por darme la oportunidad de poner metas para mi vida y caminar con mi mirada puesta en ti como el autor y consumidor de la fe. No quiero vivir solo para existir, quiero existir para vivir en tu nombre y así cumplir el propósito que tienes para mí.

A MIS PADRES

Carlos Raúl y Mildred Alejandra, por llenarme de su amor incondicional y ser un excelente ejemplo de sacrificio y esfuerzo; por ser uno de los pilares más importantes de mi vida, inspirarme a ser mejor cada día y darme la fuerza necesaria para afrontar los problemas con optimismo. Esta meta la alcanzamos juntos; es el culmen de una etapa y el inicio de otra. Con su guía me he ido forjando como un hombre de bien y día tras día me esforzaré para cosechar triunfos que les llenen de orgullo. Los amo.

A MI HERMANO

José Raúl, por ser mi amigo y soporte; Gracias por estar siempre presente y dispuesto a brindarme tu apoyo cuando lo necesito. Admiro tu pasión, tu carisma y nobleza. Quiero ser un buen ejemplo para vos, así como vos los sos para mí. Te quiero hermano.

A MI FAMILIA

Por estar allí siempre, por su apoyo moral y económico; por su confianza y por ayudarme a ver en cada reto, una oportunidad. Muchas gracias por sus palabras de aliento en las diferentes etapas de mi carrera. Los quiero mucho.

A MIS AMIGOS

Sería injusto mencionar sólo a algunas personas y para nombrarles a todas y todos, me faltaría tiempo. Pero ustedes saben quiénes son, son mi segunda familia, les llevo en mi corazón y sepan que nunca podré pagarle a la vida el privilegio de contar con su cariño, lealtad, apoyo y comprensión en los buenos y malos momentos. Los quiero.

A MIS ASESORES

Dr. Horacio Mendía y Dr. Linton Grajeda, les agradezco por haber aceptado ser los asesores de esta Tesis. Por compartir su conocimiento, su tiempo y dedicación. Gracias por no exigirme nada menos que la excelencia.

**A MIS
CATEDRÁTICOS** A todos los que fueron parte de mi formación profesional. Mi infinita gratitud por su paciencia y entrega. Gracias por la semilla del conocimiento que dejan en mí, tengan certeza que su labor se verá reflejada en mi práctica íntegra como profesional.

**A LA FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA** Por formarme como profesional de excelencia y permitirme crecer íntegramente como ser humano.

**A LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA** Por formarme como un profesional de conciencia y compromiso social.

Las palabras son escasas para seguir expresando mi agradecimiento y a la vez faltan por mencionar muchas personas que a lo largo de este recorrido han impregnado con su luz mi vida; dejando huellas que de alguna u otra forma han forjado mi esencia. Hoy agradezco a Dios por sus vidas y a todos los presentes por compartir este gran día.

“Todo lo que somos es el resultado de lo que hemos pensado; está fundado en nuestros pensamientos y está hecho de nuestros pensamientos.”

(Buda Gautama)

TESIS QUE DEDICO

A Dios por ser mi fuente de vida y por permitirme culminar una meta importante en el ámbito académico.

A mis Padres, Carlos Raúl y Mildred Alejandra por ser mi inspiración, mi soporte y mi guía; por brindarme su amor y apoyo de manera incondicional.

A mi hermano, por ser mi amigo, mi cómplice y mi ejemplo.

A mi familia por ser mi apoyo emocional y por su ayuda en cada uno de los peldaños de mi carrera profesional.

A mis amigos y compañeros de promoción, por ser parte imprescindible de este camino, por llenarme de su alegría y brindarme su mano en los momentos precisos.

A mis catedráticos, por compartirme su conocimiento, guiarme, corregirme e incentivar me en cada etapa de la carrera.

A FEDECOVERA R.L. por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en sus instalaciones y estar siempre al tanto de mi bienestar laboral.

A mis pacientes, ya que sin ustedes no hubiese sido posible llegar a donde estoy ahora.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado “**MEDICIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN PRESENTE EN RESTAURACIONES CLASE II MESIO-OCUSALES EN PIEZAS DENTALES POSTERIORES EXTRAÍDAS; OBTURADAS CON RESINA COMPUESTA UNIVERSAL Y RESINA COMPUESTA BULK**”. Conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANO DENTISTA

Y ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de consideración y respeto.

INDICE

	Página
SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
JUSTIFICACIÓN	
MARCO TEÓRICO	10
I. RESINAS COMPUESTAS	10
II. CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS	12
II.A SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTÍCULA	13
II.A.a Resinas Compuestas de macropartículas	13
II.A.b Resinas Compuestas de micropartículas	14
II.A.c Resinas Compuestas híbridas	15
II.A.c.a Filtek Bulk Fill ®	15
II.A.d Resinas Compuestas de partículas finas o pequeñas	17
II.A.e Resinas Compuestas de nanopartículas	17
II.A.e.a Resina Compuesta Universal Filtek Z350 XT ®	17
III. ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS	18
IV. PRINCIPIOS DE ADHESIÓN	19
IV.A Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario	20
IV.B Indicaciones	20
V. ADHESIÓN A ESMALTE	21
VI. ADHESIÓN A DENTINA	23
VII. ADHESIVOS DENTALES	25
VII.A CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS DENTALES	26
VIII. TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO	28

IX. MICROFILTRACIÓN	29
X. CONTRACCION DE POLIMERIZACION DE LAS RESINAS COMPUESTAS	29
XI. CAPA INHIBIDA	31
XII. ¿POR QUÉ UTILIZAR LA LUZ PARA ACTIVAR?	31
OBJETIVOS	33
HIPOTESIS	34
VARIABLES E INDICADORES	35
METODOLOGÍA	37
RECURSOS MATERIALES-COSTOS	41
RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA	42
PRESENTACION DE RESULTADOS	43
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
LIMITACIONES	73
ANEXOS	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

SUMARIO

El estudio fue realizado en el Laboratorio Multidisciplinario, Edificio M3 (Tercer Nivel) y Laboratorio de Microbiología, Edificio M1 (segundo nivel) de la Facultad de Odontología; conjuntamente en el Laboratorio de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T12 (primer nivel) de la Universidad San Carlos de Guatemala. Se evaluó la presencia o ausencia de la filtración del colorante azul de metileno al 10% entre la interfase que puede presentarse entre dos restauraciones distintas efectuadas con resina compuesta universal o resina de obturación en bloque bulk y la pieza dental obturada.

En el estudio realizado in vitro, se utilizaron 50 piezas dentales permanentes posteriores extraídas. En las cuales se efectuaron preparaciones cavitarias clases II MO, con las siguientes dimensiones: oclusal con profundidad de 3 mm, amplitud (bucolingual) de 3 mm y extensión (mesiodistal) de 4 mm; la pared axial profundidad de 1 a 1.5 mm, amplitud (bucolingual) en su pared cervical de 4 mm y extensión (ocluso-cervical) de 3 mm desde el ángulo axiopulpar. Seguidamente estas preparaciones fueron obturadas con resina compuesta dividiéndolas en dos grupos de 25 piezas dentales cada uno. El grupo A obturadas con Resina compuesta universal (Filtek Z350®, 3M-ESPE) y el grupo B obturadas con Resina compuesta bulk, (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE).

Posteriormente los dos grupos se recubrieron con esmalte de uñas alrededor de la obturación a 1 mm del ángulo cavo-superficial, se aplicaron 4 capas de esmalte de uñas para evitar la microfiltración del pigmento en otras áreas de la pieza dental. Se sumergieron en la tinción de azul de metileno al 10% en una cámara al vacío a 37 grados Celsius por espacio de media hora (induce mayor penetración de la tinción) y se dejaron reposando en la tinción por 24 horas más.

La evaluación de la microfiltración se realizó dividiendo las piezas en cortes: sagital, longitudinal y transversal utilizando un disco de diamante extra fino. Luego se observaron en un estereoscopio registrando la cantidad de filtración de la tinción en centésimas de milímetro con la ayuda de un calibrador de Vernier capaz de detectar estas dimensiones.

Entre las variables tomadas en cuenta para el estudio se encuentran: microfiltración marginal (medida en centésimas de milímetro), el tipo de resina compuesta utilizada para las obturaciones (Resina compuesta universal y Resina compuesta bulk) y la cantidad del material restaurador colocado en cada incremento (1.5 mm para Resina compuesta universal y 4 mm para Resina compuesta bulk).

Los resultados obtenidos demostraron que existe diferencia entre los valores de microfiltración marginal para la Resina compuesta universal y la Resina compuesta bulk. En la medición de la tinción del azul de metileno, el corte longitudinal de las piezas obturadas con Resina Compuesta Bulk presentó una mayor microfiltración comparadas con las piezas obturadas con resina compuesta universal, aunque estadísticamente la diferencia no es significativa para este estudio.

INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas son en la actualidad uno de los materiales que han aumentado su uso en odontología restaurativa. Gracias a sus propiedades físicas y químicas brindan una serie de ventajas que aseguran al paciente restauraciones funcionales y de estética superior a los materiales utilizados en el pasado.

A pesar de sus ventajas, las resinas compuestas presentan significativas deficiencias en cuanto a su desempeño, sobre todo lo relacionado con la contracción de polimerización y al estrés de contracción que estas producen en la interfase diente – restauración. Al producirse contracción de polimerización, se genera estrés entre la interfase diente- restauración, debilitando la integridad marginal de la restauración causando; desadaptación, microfiltración, decoloración marginal, caries recurrente, flexión cuspídea y sensibilidad post operatoria.

Con el tiempo, se han realizado varios esfuerzos por minimizar esta contracción, implementando soluciones como: la introducción de formulaciones con monómeros de baja contracción; incrementando el volumen de los materiales de relleno, asimismo utilizando nuevos tipos de relleno. Otros esfuerzos referentes a la manipulación clínica de estos materiales que se han implementado son, técnicas de obturación estratificada, fotocurado en direcciones que favorezcan las contracciones del material contra las paredes de la preparación.

Por parte de los fabricantes también se ha buscado otras alternativas como: la modificación de las lámparas de fotocurado, modificando el rango de emisión de la luz, desarrollando medios de fotopolimerización transformando el polímero del período plástico fluido durante el estado pre-gel de polimerización creando protocolos de fotocurado con un inicio suave, pulsátil, en etapas y de curado exponencial.

Con la evolución de los materiales dentales, se han fabricado diversos tipos de resinas compuestas con diferentes características, dentro de ellas recientemente se crearon las resinas compuestas para la obturación en bloque llamadas Bulk, que rompe con los métodos tradicionales de aplicación de este material, ya que su aplicación no es en capas delgadas, sino en bloques de hasta 4

milímetros provocando con esto una mayor rapidez de aplicación, acortando el tiempo de trabajo clínico debido a que su polimerización solo necesita 10 segundos con un rango de exposición de 1200 mW/cm², la forma de polimerización de estas resinas compuestas ha sido modificada, aumentando traslucidez, adicionando aceleradores de polimerización (Ivocerin® Ivoclar Vivadent) y añadiendo monómeros de nueva tecnología (AUDMA y AFM) que minimizan el estrés de polimerización (Filtek Bulk Fill ®, 3M ESPE).

A pesar de que estos materiales presentan una contracción volumétrica de 1.6%, varios estudios muestran que las características de estos materiales no presentan separación entre las paredes cavitarias y el margen de la restauración, manteniéndose el sellado marginal.

El presente estudio midió y analizó la microfiltración en los dos grupos de piezas dentales extraídas obturadas con Resina compuesta universal (Filtek Z350®, 3M-ESPE) y Resina compuesta bulk (Filtek Bulk Fill ®, 3M ESPE). Logrando de esta manera determinar si existía una diferencia significativa en el grado de microfiltración marginal entre ambos productos con características de obturación diferentes.

ANTECEDENTES

En la década del cincuenta en Alemania, Schmidt y Purrmann desarrollan el primer material resinoso compuesto, bajo el nombre de P-Cadurit. Posteriormente con los materiales de resina acrílica, mostraron que con una técnica de manipulación y colocación cuidadosa, se podían llevar a cabo restauraciones aceptables en piezas dentales anteriores. ⁽¹⁹⁾

En 1956 la técnica del grabado ácido fue desarrollada por Michael Buonocore, la cual mejoró la adhesión de las resinas acrílicas al esmalte pero desafortunadamente no fue aplicada durante esta época. ⁽¹⁹⁾

En 1957, Ray L. Bowen de la oficina Nacional de Normalización y Tecnología concibió un nuevo tipo de resinas de metacrilato y epóxico, por medio de la síntesis de un monómero de dimetacrilato, el cual era el producto de la reacción de bisfenol A y metacrilato de glicilo. Este monómero fluido viscoso involátil fue llamado BIS-GMA. Bowen, así como otros investigadores demostraron que cargas altas de relleno mineral (60-70% peso) podía ser incorporado dentro del monómero, proporcionando las bases para una resina compuesta reforzada. El cuarzo fusionado y otros vidrios, fueron evaluados como rellenos de tal forma que la pasta resultante obtiene propiedades de manipulación por:

- a) Control apropiado del tamaño de la partícula de relleno y distribución.
- b) Ajuste de la viscosidad del BIS-GMA con monómeros diluyentes como el metilmetacrilato y dimetacrilatos de etileno y de glicol tetraetileno.
- c) El uso del sistema de polimerización peróxido-benzoil-metil-p-toluidina. ⁽⁸⁾

Así crea un material restaurador dental polimérico reforzado con partículas de sílice. La introducción de este material de resina rellena fue hasta en el año de 1962, constituyendo la base para las conocidas genéricamente como **resinas compuestas**. ⁽¹⁹⁾

Alrededor del año 1960, el uso del revestimiento de la superficie con silanos y polímero para mejorar la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz de resina, dando como resultado materiales con propiedades mejoradas. Un ejemplo notable fue el TD71 (Dental Fillings Ltd), el cual utilizaba relleno de silicato de vidrio, aportando mejores propiedades mecánicas y ofreciendo un prospecto de liberación de flúor. Pero poseían una desventaja que consiste en que su manipulación era

muy difícil y no se hicieron populares hasta que los materiales de resina compuesta BIS-GMA fueron introducidas casi al mismo tiempo^(8, 19)

El primer sustitutivo del cemento de silicato fue una resina curada por medios químicos que se expendía en una combinación de polvo y líquido. El polvo es poli-metil-metacrilato en forma de esferas o limadura, en tanto que el líquido es metilmetacrilato, que de ordinario suele contener agentes para formar uniones cruzadas. El color se incorpora a las esferas de polvo. La fuente de energía para la reacción de fraguado deriva de un sistema a base de peróxido y amins. Aunque insolubles en los líquidos bucales, las primeras resinas tenían muy mala estabilidad de color. Asimismo, la velocidad y terminación de la polimerización no eran predecibles, lo que conducía a gran microfiltración alrededor de la restauración. La filtración y la protección pulpar inadecuados causaban pérdida de vitalidad en mucho dientes.^(2, 3)

Debido a los cambios en el color, 36% del relleno acrílico fue reemplazado durante los siguientes cinco años. Estos cambios se minimizaron por medio del mejoramiento de los iniciadores de la polimerización, tales como los ácidos sulfínicos y mercaptanos.^(2, 3)

Una década de experiencia clínica demostró otras desventajas, incluyendo falta de acción antibacterial, porosidad y dificultad en el terminado de una superficie lisa.^(2, 3)

En 1981, la estabilidad del color fue mejorada por el uso de hidróxidos sustitutos en sistemas iniciadores químicos, ésteres alquilbenzoínicos en sistemas iniciadores de luz ultravioleta, y la aplicación de combinaciones amina diketona-alifática en resinas compuestas que tenían como iniciador de polimerización la luz visible.^(2, 3)

En 1982, la filtración fue reducida por el desarrollo de la técnica de grabado ácido de esmalte y agentes de adhesión a esmalte de baja viscosidad. La decoloración de la superficie fue reducida con el desarrollo de resinas compuestas rellenas de partículas de tamaño fino que eran fácilmente pulidas y por la baja energía libre de superficie de la resina compuesta hidrófoba. Las mejoras en la resistencia a la decoloración parecían estar relacionadas a la baja absorción de agua de la matriz y al aumento de su cualidad hidrofóbica.⁽¹⁸⁾

Las resinas compuestas para poder ser utilizadas como material de restauración, deben ser endurecidas por algún mecanismo. Éste corresponde a una polimerización por adición de tipo radical. Para lograr esta polimerización, es necesario un agente iniciador químico, el cual puede ser un peróxido

orgánico, generalmente peróxido de benzoílo, que otorga la energía para iniciar la reacción en cadena que transformará el monómero a polímero. (Barrancos, 2006)

Este tipo de polimerización ha evolucionado en el tiempo, es así como en un principio se disponía sólo de resinas compuestas auto polimerizables, que poseen desventajas tales como la obtención de un polímero de mala calidad producto de una notoria cantidad de monómero residual, y la inestabilidad del color producto de la reacción de óxido reducción que ocurre entre la amina terciaria aromática y el peróxido orgánico, lo que terminaba con la descomposición de la amina. (Ferracane, 2011)

Actualmente se dispone de resinas compuestas foto activadas, las que poseen amplias ventajas en relación a las autoactivadas como una mejor conversión de monómero a polímero, la disminución del monómero residual y mejor estabilidad de color. (Ozyesil, 2004)

El desarrollo de las resinas ha sido y es incesante, lo que obliga a una continua actualización en la odontología restaurativa. Recientemente la nanotecnología ha hecho posible reducir aún más el tamaño de las partículas de relleno de estos materiales, hasta alcanzar dimensiones nanométricas las cuales mejoran sus propiedades físicas y químicas. El primer material de este tipo fue presentado a la profesión en 2002, por la firma 3M-ESPE bajo el nombre de Filtek Supreme XT.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contracción de polimerización es la principal desventaja en la utilización de las resinas compuestas, lo que se puede traducir clínicamente en: desadaptación marginal, flexión cuspídea, microfiltración, decoloración marginal y la consecuente caries recurrente.

La literatura menciona que la contracción de la polimerización de las resinas compuestas es inevitable por lo que es importante tener en cuenta el manejo del volumen del material a polimerizar, se sabe que a mayor volumen de resina compuesta fotopolimerizada se produce mayor contracción volumétrica, dando como resultado aumento de la tensión durante la polimerización, lo que puede hacer fracasar la técnica adhesiva. Por tal motivo en la actualidad la técnica incremental es la más aceptada para restauración de piezas posteriores, la cual consiste en agregar pequeñas capas de resina (no más de 1.5 mm de espesor) en estratos angulares. Así mismo la profundidad de polimerización se ve afectada en incrementos mayores a los 2 mm de material restaurador. La técnica incremental, si se lleva a cabo en forma correcta se convierte en laboriosa y consume tiempo considerable al realizarla.

En la actualidad con el afán de efectuar obturaciones de resina compuesta en menor tiempo, los investigadores han desarrollado resinas compuestas para la obturación en bloque (bulk composites) que permiten restaurar piezas dentales posteriores con incrementos de hasta 4 mm; estos materiales han tenido una buena aceptación en el ámbito odontológico; las casas fabricantes aducen a estos nuevos materiales la facilidad de obturación en comparación con las resinas compuestas convencionales utilizadas con la técnica incremental.

Sin embargo surge la interrogante:

- ¿Han logrado estos nuevos materiales con la técnica de obturación en bloque obtener una adaptación marginal similar a la obtenida con las resinas compuestas convencionales utilizando la técnica estratificada o se verá esto reflejado en la medición de la microfiltración marginal?

JUSTIFICACIÓN

Con la aparición de las resinas compuestas y los avances a lo largo de su historia se han efectuado varias modificaciones para corregir sus deficiencias, aun con los avances y mejoras continuas siguen presentando algunas desventajas, entre las cuales podemos mencionar; la contracción de polimerización y estrés de contracción que no han sido posibles de eliminar por completo. Los nuevos materiales de obturación en bloque mencionan que estas dos desventajas han sido superadas logrando además reducir el tiempo de trabajo.

A través de esta investigación se desea demostrar si existe diferencia en el grado de microfiltración entre los dos tipos de resinas compuestas involucradas en este trabajo. Demostrando así la relación directamente proporcional que existe entre la contracción polimérica y la microfiltración marginal, lo que clínicamente se traduce en desadaptación marginal, microfiltración, decoloración marginal, sensibilidad post operatoria y la consecuente caries recurrente.

La elaboración de la Tesis de Grado se realizó conjuntamente con la estudiante Wendy Judith Solares Vásquez con el propósito de facilitar y agilizar cada una de las etapas del proceso para la ejecución de la investigación.

MARCO TEÓRICO

XIII. RESINAS COMPUESTAS

Compuestos convencionales: estas resinas acrílicas se han reemplazado en gran medida por los compuestos designadas como resinas tipo II de obturación directa en las especificaciones de la ADA. Este material es principalmente resultado de las investigaciones realizadas por R. Bowen. ^(2, 3, 19)

El término material compuesto se refiere a la combinación tridimensional de un mínimo de dos materiales químicamente diferentes con una interfase definida que separa componentes. Si se prepara de forma correcta, tal combinación proporciona propiedades que no pueden obtenerse con ninguno de los componentes por si solos. Un material compuesto para restauración dental es aquel en el que se agrega un relleno inorgánico a una matriz de resina, con objeto de mejorar las propiedades de la matriz. ^(2, 3)

Las resinas compuestas son materiales bifásicos en donde sus componentes están representados por una **matriz orgánica** polimerizable (que determina su endurecimiento) y un **relleno cerámico** que le otorga las características mecánicas y ópticas necesarias para poder restaurar piezas dentarias que hayan perdido tejido por motivos diversos, tales como caries, traumatismos, abrasiones, abfracciones, entre otros; o bien para mejorar su aspecto o corregir defectos de forma y/o posición. ^(1, 3, 17, 19)

Componentes de la Resina Compuesta:

- Matriz (resina orgánica)
- Relleno inorgánico
- Agente de acople (une la resina con el relleno)
- Sistema iniciador (polimerización)
- Estabilizadores (inhibidores)
- Pigmentos

Una resina compuesta es la combinación de dos materiales (orgánico e inorgánico) químicamente diferentes, unidos entre sí por medio de un agente de acople (o de unión), para obtener un producto de características intermedias. ^(6, 7, 19)

Básicamente en una resina compuesta intervienen tres fases: una orgánica o matriz, una fase dispersa o carga inorgánica y un agente interfacial o de acople a los que se le agregan estabilizadores de color, inhibidores de la polimerización, iniciadores de polimerización y radiopacificadores. ^(6, 19)

Fase orgánica o matriz

Comprende una familia de resinas con fórmulas diferentes, siendo en la actualidad las más utilizadas las resinas a base de BIS-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato), un monómero híbrido que se popularizó en la literatura dental como fórmula de Bowen y cuya función es unir las partículas de relleno entre sí. ^(6, 19)

Fue desarrollada reuniendo las características de una resina epóxica, cuyos grupos terminales son reemplazados por grupos metacrilatos, más susceptibles a ser polimerizados. Para sintetizarlos se hace reaccionar al bisfenol A con el metacrilato de glicidilo mediante una reacción de adición. El producto obtenido no es una resina epóxica, sino un metacrilato aromático que le confiere a la molécula rigidez y resistencia. ^(6, 19)

Su alta viscosidad dificulta la manipulación correcta, es por eso que se le agrega a la matriz de BIS-GMA, monómeros de baja viscosidad como el MMA (Metil Metacrilato), EDMA (Etilenglicol-Dimetacrilato) o el TEGMA (Trietilen-Glicoldimetacrilato). ^(1, 6, 19)

Fase inorgánica:

Son generalmente elementos inorgánicos de tamaño pequeño y de formas variables cuya finalidad es mejorar las propiedades mecánicas de la matriz orgánica y disminuir la contracción de polimerización, contrarrestando el coeficiente de dilatación y aumentando su dureza. ^(6, 19)

La mayoría de las resinas compuesta contienen rellenos de cuarzo, sílice coloidal pirolíticos, cristales de silicio con bario y estroncio, silicato de aluminio y litio e hidroxiapatita sintética. ^(6, 19)

El cuarzo, fue el material más utilizado por su naturaleza química inerte y su índice de refracción similar al de las estructuras dentarias, pero tiene como inconveniente que no es radiopaco. Por otro lado, su dureza no permite la obtención de partículas pequeñas, ni tampoco el logro de un buen pulido. La ventaja de la elección de otros tipos de relleno radica en que al ser más blandos se obtienen partículas más finas y con características de radiopacidad, lo que es útil para la detección de caries

secundarias. Además, la facilidad de lograr una textura superficial suave impide el atrapamiento de placa bacteriana y la pigmentación o decoloración del material. ^(6, 19)

Los vidrios de bario y de estroncio cumplen con estos requisitos, siendo este último el más usado, ya que al bario se le asigna cierto grado de toxicidad. Además de la obtención de partículas por medios mecánicos se pueden obtener rellenos por procesos pirógenos o por hidrólisis y precipitación. ^(6, 19)

Agentes de acople

Uno de los grandes problemas que presentan las resinas compuestas es la unión de estas con el material de carga e impedir que ambos se separen por la acción del ciclaje mecánico y térmico de la restauración. ^(6, 7, 19)

Un agente de acople es utilizado para cubrir la carga inorgánica y actuar como elemento de unión química a la matriz orgánica, asegurando la cohesión del material. Los más utilizados son los compuestos órgano-silanos, moléculas de doble polaridad, que reaccionan con la superficie orgánica e inorgánica. El vinil-silano fue uno de los primeros agentes de acople utilizados pero al ser poco reactivo se le reemplazó por el gamma-metacriloxipropiltrimetoxi-silano que proporciona una unión más resistente e hidrolíticamente más estable, transformando las partículas así tratadas en hidrófobas. ^(6, 7, 19)

XIV. CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Desde el advenimiento de las resinas compuestas hasta la actualidad, han sucedido una serie de apariciones de diferentes tipos de materiales tendientes a mejorar las propiedades y el comportamiento clínicos de las resinas compuestas. Ello trajo aparejado una clasificación de los sistemas resinosos, basada en el tamaño de partículas que los constituyen; esto sumando al contenido de relleno por unidad de peso, son los parámetros más utilizados a tener en cuenta para la elección de este material. ^(6, 7, 19)

- Clasificación de las resinas compuestas según Nagen hijo.⁽¹⁶⁾

RESINA COMPUESTA	Matriz	Bis-GMA	Linear
			Ramificado
			Etoxilado
		Poliuretinas	
		Silico-orgánicas	
	Carga AD > 80 % MD 60 – 80 % BD < 60 %	Tamaño de partículas	Macro 15 um. (media)
			Micro 0.04 um (media)
			Híbridadas 0.6 a 2.0 um
		Número de partículas	Monomodal
			Bimodal
Trimodal			
Tetramodal			
Pentamodal			

AD: Alta Densidad MD: Mediana Densidad BD: Baja Densidad

II.A SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTÍCULA

II.A.a Resinas Compuestas de macropartículas

La primera generación de resinas compuestas llamadas también de macropartículas, convencionales o tradicionales se caracteriza por la presencia de una carga inorgánica con partículas grandes, elaboradas por trituración, con tamaños que van de 1 a 100 micrómetros. El material de uso más común es el cuarzo molido. ^(1, 6, 19)

Estas primeras formas de partículas presentaban una forma poliédrica irregular, consecuencia de la producción de tipo mecánico. Actualmente se tiende a utilizar partículas con ángulos redondeados, con la finalidad de lograr una distribución uniforme de fuerzas a través de la resina, disminuyendo de este modo la posibilidad de formación de grietas o cortes sobre la superficie de la restauración y la de

mejorar la unión partícula-agente silánico, reduciendo asimismo el tamaño de las partículas de 1 a 35 micras. (1, 3, 6, 19)

La alta carga inorgánica de estas primeras resinas compuestas (78% por peso y 50% por volumen) representó una reducción en la contracción y aumentó la resistencia físico-mecánica.

Sin embargo, las características de textura superficial por el pulido final de estas resinas compuestas, daba lugar a una superficie irregular asegurando el depósito de placa bacteriana. El desgaste producido por la fatiga termodinámica y el estrés que se produce en las partículas de relleno, que son expulsadas con formación de poros y cracks internos, son la causa por la que estas resinas compuestas ofrecen un pobre desempeño clínico en relación a las pigmentaciones. A pesar de ello, su gran resistencia a la fractura, las hace utilizables como sustituto de la dentina artificial. (1, 3, 6, 19)

II.A.b Resinas Compuestas de micropartículas

Fueron desarrolladas como consecuencia de la dificultad de pulido que presentaban las de macropartículas. El material de relleno utilizado para este tipo de resina es el dióxido de silicio, obtenido químicamente por hidrólisis y precipitación, originándose partículas de radiolucidez dispersa muy refinada, con un tamaño que varía entre 0.007 y 0.14 micrómetros; aunque las más comúnmente usados son las de 0.04 micrómetros. (1, 3, 6, 19)

El dióxido de silicio pirogénico, tiene un fuerte efecto reforzador que aumenta la viscosidad de la matriz, limitando la carga inorgánica y dificultando su manipulación. De allí que alternativamente se agrega dióxido de silicio en forma de resina prepolimerizada bajo presión y temperatura, finamente triturada hasta obtener partículas de 1 a 200 micras; sin embargo, el promedio de tamaño de la partícula prepolimerizada en la mayoría de los productos varía entre 35 a 55 micras. (1, 3, 6, 19)

El prepolimerizado triturado puede adoptar formas geométricas irregulares por lo que se menciona como partículas prepolimerizadas en forma de astillas, incorporándose al resto de la masa en un 50% aproximadamente.

Otra forma de obtención del prepolimerizado es por medio de la atomización de un polímero líquido que da partículas en forma esférica; o bien, pueden prepararse por medio de un proceso de sintonización a través del cual se agrupan artificialmente constituyendo los microrellenos de sílice que es el más utilizado actualmente en las resinas compuestas de micropartículas. (1, 3, 6, 19)

Por su buena textura superficial, estabilidad de color, poca capacidad de desgaste y sus cualidades excelentes de pulido, se les utiliza como sustitutos de esmalte en el sector anterior. ^(1, 3, 6, 17, 19)

Cuando el tamaño de partículas que se obtienen es muy pequeño, pudiendo llegar hasta 0.007 micras, se observan homogéneas, lo que transforma un material en altamente estético y de fácil pulido; se les conoce como resinas compuestas de micropartículas homogéneas. ^(1, 3, 17, 19)

II.A.c Resinas Compuestas híbridas

Este sistema resinoso contiene dos tipos de relleno: macropartículas optimizadas y micropartículas de 1 a 15 micras.

El propósito de esta mezcla es obtener materiales con las mejores propiedades de las macro y micropartículas. Ésta da por resultado una resina compuesta más resistente al desgaste, con un coeficiente de expansión térmica similar a los de macropartículas, con una reducida pérdida superficial de relleno y de buenas propiedades físicas; presentando, sin embargo, el inconveniente de ser difíciles de pulir. ^(6, 17, 19)

Se les recomienda como sustitutos de la dentina, para restauraciones en el sector posterior, para la técnica de Sándwich con ionómero de vidrio híbrido, reconstrucción de cúspides, reconstrucción de muñones, restauraciones posteriores indirectas y para fracturas.

Dentro del grupo de las resinas híbridas existen las resinas compuestas con elevado porcentaje de relleno o híbridos de partículas grandes con un porcentaje de relleno de más de un 80% por peso. Los vidrios tienen un diámetro promedio de partícula de 0.6 a 1.0 micras. El sílice coloidal representa 10 a 20% del peso contenido total del relleno. Se trata de un material con alta densidad inorgánica, lo que acorta la distancia interparticular, aumentando la resistencia a la fractura y disminuyendo el índice de deformación. Indicadas para zonas sometidas a estrés oclusal. ^(3, 6, 19)

II.A.c.a Filtek Bulk Fill ®

Se catalogan como resinas compuestas híbridas y según en función de su viscosidad/fluidez está en la categoría de materiales baja densidad para obturación en bloque. ^(16, 17) Ofrece una profundidad de curado de 4 mm, baja contracción y baja tensión a la polimerización permitiendo la aplicación en bloque. La fluidez de esta resina compuesta permite una fácil adaptación en restauraciones posteriores profundas con poco o ninguna instrumentación. ⁽¹⁰⁾

Indicaciones para su uso

- Como base debajo de las restauraciones directas de clase I y II en posteriores.
- Liner debajo de los materiales de restauraciones directos.
- Sellantes de fosas y fisuras.
- Como reconstructor de muñones donde al menos la mitad de la estructura coronal del diente está presente con el fin de brindar un soporte estructural a la corona.
- Restauración mínimamente invasiva (incluyendo restauraciones pequeñas oclusales que no generan tensión).
- Restauraciones clase V.
- Bloqueo de retenciones.
- Reparación de pequeños defectos en restauraciones estéticas indirectas.
- Reparación de materiales temporales en resina y acrílico.
- Reparación de pequeños defectos en el esmalte ⁽¹⁰⁾

Composición

Es una resina compuesta fluida de baja viscosidad, activada por luz y radiopaca. Este material fluido de baja tensión es semi-transparente permitiendo una profundidad de curado de 4 mm. La resina está empacada en cápsulas y jeringas. Los rellenos son una combinación de zirconio/sílice con un rango de partícula 0.01 a 3.5 μ y un relleno de trifluoruro de iterbio con partículas en un rango de 0.1 a 5.0 μ . El relleno inorgánico es de aproximadamente de 64.5% por peso. ⁽¹⁰⁾

El sistema de resina fluida Bulk Fill® es una combinación de 4 monómeros de alto peso molecular: BisGMA, BisEMA 6, Procrilato y UDMA.

Los rellenos usados en la resina fluida fueron escogidos para maximizar su dureza, resistencia al desgaste y radiopacidad, así como para reducir la tensión manteniendo una buena manipulación fluida. El mayor componente es el relleno zirconio/sílice. El tamaño promedio de la partícula de trifluoruro de iterbio es de 0.6 μ y ha sido agregado para aumentar la radiopacidad. ⁽¹⁰⁾

II.A.d Resinas Compuestas de partículas finas o pequeñas

Se designa con este nombre a las resinas cuyas partículas tienen un promedio de 3 micras, comprendidas entre 0.5 y 6.0; sobre los que se crearon buenas perspectivas de desenvolvimiento clínico. ^(1, 3, 6, 19)

Tienen la particularidad de que el relleno está agregado directamente a la resina compuesta en lugar de someterse al proceso de preparación previa que se desarrolla en las resinas de micropartículas. Por el procedimiento de obtención, pueden considerarse como macropartículas de tamaño muy reducido, que algunos autores como Suñol Perió llaman minimacropartículas. ^(1, 6, 19)

Son resinas con buenas propiedades estéticas, dada su capacidad de pulido, lo que permite un acabado superficial bien logrado, se les puede utilizar para reconstruir esmalte, por su resistencia a la fractura, estabilidad de color y poco desgaste. ^(6, 19)

II.A.e Resinas Compuestas de nanopartículas

Contienen partículas de relleno que son extremadamente pequeñas (0.005-0.01 μ m). Debido a que estas pequeñas partículas primarias pueden aglomerarse fácilmente, es posible una amplia gama de tamaños de aglomerados. Por consiguiente, los niveles altos de relleno (87% en peso) pueden ser generados en el material de restauración, dando lugar a buenas propiedades físicas y estéticas. El tamaño pequeño de partícula primaria también hace que el nanorelleno sea altamente pulido. Debido a estas cualidades, estos materiales pueden llegar a ser una muy buena opción de uso. ^(6, 17, 18, 19)

II.A.e.a Resina Compuesta Universal Filtek Z350 XT ®

Al inicio de este nuevo siglo, 3M ESPE creó una nueva categoría de materiales: las nanoresinas. Fue el primer producto dental que utilizó la nano tecnología con el fin de brindar estética del microrelleno y la resistencia de una híbrida. Todas las partículas de relleno en esta novedosa resina son nanopartículas diseñadas. Esta tecnología ofrece un pulido más duradero, una excelente manipulación y un desgaste similar al del esmalte. ⁽¹¹⁾

Es una resina activada por la luz visible diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. ⁽¹¹⁾

Indicaciones de uso:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo superficies oclusales).
- Fabricación de núcleos.
- Ferulización.
- Restauraciones indirectas (incluyendo inlays, onlays y carillas).

Composición

Este sistema de resinas fue levemente modificado frente a la resina universal Filtek Z250® y de la resina universal Filtek Supreme ®. La resina contiene BIS-GMA, UDMA, TEGDMA y BIS-EMA. Para controlar la contracción una porción de TEGDMA fue reemplazada por una porción de PEGDMA en el material restaurador Filtek Supreme XT®. ⁽¹¹⁾

Los materiales de relleno con una combinación de sílice no aglomerado, relleno de zirconio de 4 a 11 nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (sílice de 20 nm). Los colores para dentina, esmalte y cuerpo (DEB) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los colores translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de colores. ⁽¹¹⁾

XV. ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS

Después de observar el uso industrial del ácido fosfórico para mejorar la adhesión de pinturas y cubiertas de resina en las superficies de metal. M. Buonocore, en 1955, aplicó ácido a los dientes para “hacer a la estructura dentaria más receptiva a la adhesión”. ^(1, 6, 15)

Las restauraciones adhesivas tienen un número de ventajas sobre los métodos tradicionales no adhesivos. La retención y la estabilización de las restauraciones frecuentemente requerían de la remoción de estructura dentaria sana. Esto no es necesario cuando se usan técnicas adhesivas. La adhesión también reduce la microfiltración en la interfase diente-restauración. La prevención de la microfiltración o el ingreso de los fluidos orales y las bacterias a lo largo de la pared cavitaria, reduce los problemas clínicos tales como la sensibilidad post operatoria, pigmentación marginal y caries recurrente, todas las cuales pueden perjudicar la longevidad clínica de los esfuerzos restauradores. ^(1, 6, 15)

Las restauraciones adhesivas transmiten mejor y distribuyen las fuerzas funcionales a través de la interfase del enlace hasta el diente y tiene el potencial de reforzar la estructura dentaria debilitada. En contraste, una restauración intracoronal-metálica tradicional puede actuar como cuña entre las cúspides vestibulares y linguales aumentando el riesgo de fractura cuspídea. Las técnicas adhesivas permiten que las restauraciones deterioradas sean reparadas y las restauraciones sin adhesión sean reemplazadas con mínima o ninguna pérdida de sustancia dentaria. ^(1, 6, 15)

Las técnicas adhesivas han expandido el rango de posibilidades para la odontología restauradora estética. El paciente en la actualidad presta más atención a la cosmética que antes y los dientes son un clave importante en la apariencia personal. ^(1, 6, 15)

XVI. PRINCIPIOS DE ADHESIÓN

La palabra adhesión es derivada del latín *adhaerere*, la cual es un compuesto de *ad* = para, y *haerere* = pegarse. En terminología adhesiva, adhesión o enlace es la unión de una sustancia a otra. La superficie o sustrato que es adherida es llamada adherente. El adhesivo o adherente; o en la terminología dental el agente adhesivo o sistema adhesivo, puede entonces ser definido como el material que, cuando es aplicado a superficies, puede unirlos, resistir la separación y transmitir cargas a través de la unión. La resistencia adhesiva o resistencia de enlace es la medida de la capacidad para soportar la carga del adhesivo. El periodo de tiempo durante el cual la unión permanece efectiva es referido como durabilidad. ⁽¹⁵⁾

La adhesión se refiere a las fuerzas o energías entre los átomos o moléculas en una interfase que mantiene juntas dos fases. En la literatura dental, la adhesión está frecuentemente sujeta a fuerzas de tracción o deslizamiento constante en pruebas de pérdida de adhesión y es cuantificado el modo de falla. ^(1, 15)

En la interfase debe ser posible que los dos materiales que están siendo unidos, estén suficientemente cerca y en relación íntima. Además de un contacto íntimo, suficiente humectación del adhesivo solamente ocurrirá si su tensión superficial es menor que la energía superficial libre del adherente. La humectación de una superficie por un líquido es caracterizada por el ángulo de contacto de una gota colocada sobre la superficie. Si el líquido se disemina completamente sobre una superficie sólida, esto indica la humectación completa o un ángulo de contacto de 0 grados. ⁽¹⁵⁾

IV.A Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario

La resistencia y durabilidad de las uniones adhesivas dependen de varios factores. Importantes parámetros pueden influir en las propiedades fisicoquímicas del adherente y del adhesivo, las propiedades estructurales del adherente, el cual es heterogéneo, la formación de contaminantes de la superficie durante la preparación cavitaria, el desarrollo de fuerzas externas que impiden el proceso de adhesión y sus mecanismos de compensación y el mecanismo de transmisión y distribución de las cargas aplicadas a través de la unión adherida. Además, el medio oral, sujeto a humedad, fuerzas físicas, cambios de temperatura y pH, componentes dietéticos, hábitos masticatorios, influyen considerablemente las interacciones adhesivas entre materiales y tejidos dentarios. ⁽¹⁵⁾

IV.B Indicaciones

Las técnicas adhesivas con resinas compuestas fueron inicialmente empleadas para reemplazar la estructura dentaria cariada y fracturada o para obturar defectos por erosión o abrasión en áreas cervicales. Las técnicas adhesivas modernas también permiten al material restaurador ser agregado al diente para la corrección de formas, posiciones, dimensiones o colores poco estéticos. ^(6, 14)

También son usadas para adherir restauraciones cerámicas anteriores y posteriores, tales como carillas, inlays y onlays, con cementos adhesivos de resina compuesta. Los materiales adhesivos son usados algunas veces como material para restauración dental. ^(6, 14)

La adhesión al esmalte fue seguida por la adhesión a la dentina. Los sistemas adhesivos llamados universales, todo propósito y multipropósito que significativamente se unen al esmalte, dentina, amalgama, metal y porcelana han agobiado al mercado odontológico, de manera que se vuelve difícil para el odontólogo general hacer una selección apropiada del producto para su uso diario en la práctica. ^(6, 14)

XVII. ADHESIÓN A ESMALTE

La estructura del esmalte dentario está representada por cristales de hidroxiapatita de naturaleza iónica. La hidroxiapatita está compuesta por iones de fosfato y calcio junto con grupos hidroxilo, lo cual permite considerarla un fosfato de calcio hidratado y por ende estabilizado, es decir insoluble en agua. Las uniones iónicas denotan un sólido con energía superficial elevada, situación favorable desde el punto de vista adhesivo. Asimismo, posee poca cantidad de agua en su composición en comparación con la dentina. ^(1, 6, 15)

El esmalte dental se encuentra recubierto por una película orgánica y se halla contaminada, además con iones incorporados del medio bucal (carbonatos, fluoruros, etc.). Todo ello interfiere la manifestación de la energía superficial del esmalte, lo cual obliga al odontólogo a realizar ciertas maniobras tendientes a preparar adecuadamente su superficie. ^(1, 6, 15)

La adhesión al esmalte es lograda a través del grabado ácido de este sustrato altamente mineralizado, el cual sustancialmente aumenta su área de superficie para el enlace. Esta técnica de unión al esmalte, conocida como la técnica de grabado ácido, fue invención de Bounocore en 1955. El demostró un aumento de 100 veces en la retención de pequeños botones de polimetilmetacrilato en dientes incisivos in vivo, cuando el esmalte fue grabado con ácido fosfórico al 85% por 2 minutos. ^(1, 6, 15)

El grabado del esmalte transforma la superficie lisa del esmalte en una superficie irregular con una alta energía superficial de casi 72 dinas/cm, dos veces más que el esmalte sin grabar. El agente de enlace es una resina acídica líquida sin relleno con baja viscosidad, el cual humecta al esmalte brindando una superficie de alta energía y es llevado dentro de las microporosidades mediante la atracción capilar. Los agentes adhesivos al esmalte están generalmente basados en BIS-GMA, fórmula desarrollada por Bowen en 1962 o UDMA. Ambos monómeros son viscosos e hidrófobos, y son frecuentemente diluidos con otros monómeros de capacidad hidrofílica de mayor y menor viscosidad, tales como TED-DMA y HEMA. La unión entre esmalte y el material restaurador es establecida por la polimerización de los monómeros dentro de las microporosidades y mediante copolimerización de los remanentes de enlaces dobles de carbono-carbono con la fase matriz de la resina compuesta, produciendo éstos enlaces químicos. Además, el potencial para la interacción química entre monómeros específicos y la superficie del esmalte grabada no puede ser excluido. ^(1, 6, 15)

El grabado ácido remueve casi 10 micras de la superficie del esmalte y crea una microcapa porosa de 5 a 50 um de profundidad. Se describen tres patrones de grabado del esmalte:

- Tipo I: en el cual hay predominancia de los núcleos de los prismas.
- Tipo II: hay predominio de la disolución de las periferias del prisma.
- Tipo III: en el cual no son evidentes ninguna estructura prismáticas.

Dos tipos de proyecciones de resinas han sido descritas: *macroproyecciones* que son formadas circularmente entre las periferias del prisma del esmalte, *microproyecciones* que están formadas en los núcleos de los prismas del esmalte, donde el monómero cura una multitud de criptas individuales de cristales de hidroxiapatita disueltos. Las microproyecciones probablemente contribuyen en la mayoría de la resistencia de enlace debido a su mayor cantidad y mayor área de superficie. ^(6, 17, 19)

El efecto del grabado ácido sobre el esmalte depende de diferentes parámetros:

1. Tipo de ácido usado.
2. Concentración del ácido.
3. Tiempo de grabado.
4. Forma del agente de grabado (gel, semigel o solución acuosa).
5. Forma en la cual el grabado es activado (frotado, agitación y/o aplicación repetida de ácido fresco).
6. Composición química y condición del esmalte.
7. Si el esmalte es instrumentado antes del grabado.
8. Si el esmalte pertenece a dientes primarios o permanentes.
9. Si el esmalte está estructurado por primas o es aprismático.
10. Si el esmalte está fluorizado, desmineralizado o pigmentado. ^(1, 6, 15)

Generalmente se prefiere el ácido en gel en vez de uno líquido porque su aplicación es más controlable.⁽¹²⁾

El uso de ácido fosfórico con una concentración entre 30 a 40%, un tiempo de grabado no menor de 15 segundos, y tiempo de lavado de 10 a 20 segundos, son recomendados para lograr una superficie más receptiva de esmalte para el enlace. ^(1, 6, 15)

La completa remoción del ácido y de los fosfatos de calcio disueltos y la preservación de un campo grabado limpio sin humedad y contaminación por saliva son cruciales para la longevidad de la unión

resina compuesta y esmalte. Por esta razón, el aislamiento con dique de goma se prefiere sobre el aislamiento con rollos de algodón. ^(1, 6, 15)

XVIII. ADHESIÓN A DENTINA

La dentina es un tejido mucho más complejo, en comparación con el esmalte, al encarar su análisis como sustrato adhesivo. Se puede decir que la dentina está compuesta por el 75% de materia orgánica, el 20% de materia inorgánica y el 5% de agua. ^(6, 17, 19)

El contenido inorgánico está representado por la hidroxiapatita, aunque en este tejido el tamaño de sus cristales es más pequeño que en el esmalte y su distribución es diferente.

La trama orgánica, representada fundamentalmente por las fibras colágenas, le otorga un rasgo distintivo respecto del esmalte. Los tubulillos dentinarios que alojan las prolongaciones odontoblásticas conectan la dentina con la pulpa. ^(1, 6, 15, 17, 19)

Es precisamente la pulpa dentaria la que produce tejido dentinario (dentinogénesis) en forma permanente, razón por la cual la dentina es un tejido dinámico sometido a cambios constantes en función del tiempo transcurrido y de estímulos de lo más diversos. En su estructura puede diferenciarse claramente una zona de mayor calcificación (dentina peritubular) y otra de menor mineralización denominada intertubular, donde predominan las mencionadas fibras colágenas. La cantidad y el diámetro de los conductos dentinarios, así como la proporción del componente orgánico, aumentan considerablemente desde el límite amelodentinario hacia apical de una pieza dentaria, con el consecuente aumento en la permeabilidad de la dentina. La **permeabilidad dentinaria** es un factor importante para considerar cuando la dentina deba abordarse con tratamientos adhesivos. En preparaciones profundas y por ende con un tejido dentinario de alta permeabilidad, deberá presumirse que la calidad de la unión adhesiva será menor. La dentina podrá observarse clínicamente de tres modos distintos respecto de su color superficial. Su tono podrá ser: blanquecino amarillento, amarillento más oscuro o bien amarronado. Estos tres matices se relacionan con el grado de mineralización de este tejido y consecuentemente con la permeabilidad dentinaria y la mayor o menor facilidad para el logro de la adhesión. Mientras que el matiz blanco amarillento constituye el tejido dentinario de mayor permeabilidad, el marrón (dentina esclerótica) caracterizará el de menor permeabilidad. Cuanto menor sea la permeabilidad dentinaria menor será la posibilidad de injuria o daño pulpar. Contrariamente a lo dicho, desde el punto de vista adhesivo, la situación de mayor calcificación será la más desfavorable, donde una dentina de aspecto amarillento (de mediana

mineralización) es la más beneficiosa. Debe evaluarse clínicamente, desde el diagnóstico, la calidad de la dentina sobre la que se trabajará. ^(1, 6, 15)

El contenido de agua es otro rasgo distintivo importante ya que si lo que se intenta es adherir una resina compuesta, éste es un material hidrofóbico. ^(1, 6, 15)

Al trabajar con elementos cortantes para la realización de una preparación cavitaria se genera el denominada barro dentinario o smear layer. Esta capa que enmascara superficialmente la dentina subyacente se compone de detritos de tejidos dentinarios y otros componentes del medio bucal y su espesor se estima entre 0.2-0.5 μm . Es conveniente considerar siempre la existencia de dicho barro dentinario al realizar algún tratamiento restaurador, con el fin de favorecer la interacción adhesiva del material a los tejidos dentarios. ^(1, 6, 15)

En el año de 1982 Nakabayashi propuso que para generar adhesión de las resinas compuestas a la dentina debía crearse la capa híbrida en la interfaz comprendida entre ambos componentes. ^(1, 6, 15)

La capa híbrida puede definirse como la zona de difusión o de interdifusión de componentes resinosos entre las fibras colágenas de la dentina superficial parcialmente desmineralizada, que da por resultado una adhesión de naturaleza micromecánica y eventualmente química si se dispusiera de grupos reactivos en la formulación del producto que logren interactuar con los componentes de la dentina. ^(1, 6, 15)

Para poder generar la capa híbrida, y sabiendo que el barro dentinario no constituye una superficie ideal para la adhesión, éste debe modificarse o eliminarse de modo de poder lograr la tan mencionada interacción adhesiva a la dentina subyacente. Para ello es necesaria la acción de un ácido que sea capaz de modificar o eliminar el barro dentinario. Habiendo efectuado dicha maniobra de acondicionar el sustrato (durante 10 a 15 segundos), éste se podrá infiltrar o impregnar por monómeros orgánicos hidrofílicos con capacidad de polimerizar en un sustrato húmedo como es la dentina para adherir una resina compuesta mediante la incorporación de monómeros hidrofílicos con capacidad de polimerizar un sustrato húmedo como es la dentina para adherir una resina compuesta mediante la incorporación de monómeros hidrofóbicos que copolimericen a los hidrofílicos mencionados a los similares que componen la matriz orgánica de las resinas compuestas. ^(1, 6, 15)

Cuando se analiza la interfaz adhesiva dentina-resina compuesta puede observarse 4 zonas claramente diferenciables, a saber:

- El tejido dental no afectado por el acondicionamiento ácido.
- La capa híbrida propiamente dicha.
- La capa de resina adhesiva
- La resina compuesta.

Para generar adhesión de una resina compuesta a dentina se requiere la utilización de tres sustancias químicas: un ácido, monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos. Un ácido que logre acondicionar la dentina, monómeros hidrofílicos que van a impregnar dicho sustrato acondicionado y monómeros hidrofóbicos capaces de adherirse a la resina compuesta mediante la interacción ya mencionada. La adhesión de una resina compuesta a dentina persigue tres objetivos básicos: acondicionar, impregnar y adherir. ^(1, 6, 15)

Durante el proceso de desmineralización también cambia la energía libre superficial de la dentina. El alto contenido proteico expuesto después del acondicionamiento con agentes acídicos es responsable de la baja energía superficial libre de la dentina grabada (44.8 dinas/cm), lo cual la diferencia del esmalte grabado. ⁽¹⁵⁾

XIX. ADHESIVOS DENTALES

Para lograr una mejor adhesión se debe conocer estructuralmente al esmalte y dentina. Ambos tejidos son distintos, siendo la dentina mucho más hidrófila y compuesta por un 75% de componentes inorgánicos, un 20% de colágeno y un 5% de agua, en cambio el esmalte es menos hidrófilo y constituido por un 95% de material inorgánico, un 4% de agua y un 1% de material orgánico. ^(6, 15)

La odontología adhesiva comienza en 1955 con Michael Buonocore, el cual fue el primero en proponer los efectos que se producen sobre el esmalte al aplicar una solución ácida, que después se lava, se seca y con la cual se obtenía un patrón de grabado a la superficie del esmalte. Este ácido disuelve de forma selectiva los extremos finales de los prismas de esmalte en la superficie, obteniendo una superficie porosa e irregular, capaz de ser impregnada por una resina fluida, de baja viscosidad, que se integra a los poros e irregularidades creadas por la disolución de los prismas de esmalte. ^(6, 15)

A este hallazgo de Buonocore, se incorporó Bowen con la obtención de una resina capaz de adherirse al diente con el grabado ácido, BIS-GMA. ⁽⁵⁾

Luego en 1982 se introduce el término de Capa Híbrida (Nakabayashi) lo cual justifica la aplicación de la resina adhesiva entre la dentina, de forma que aquella se sitúa entre las redes de

colágeno y a su vez capaz de introducirse en los túbulos dentinarios parcialmente desmineralizado, para crear auténticos tarugos denominados tags. Esta unión de la resina en los tejidos duros una vez tratados con ácido, crea la **capa híbrida**, a nivel microscópico. ⁽⁵⁾

VII.A CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS DENTALES

Según la técnica de grabado:

1. Adhesivos de grabado ácido:

Requieren de una primera fase de acondicionamiento del tejido con ácido como el ortofosfórico al 37%, que logra una superficie porosa e irregular que permite la entrada de monómeros de resina, formando los “tags” de resina que brindan retención micro-mecánica. Además el grabado ácido remueve la capa de barro dentinario, lo que permite la interacción del adhesivo con la red colágena expuesta, garantizando la infiltración del adhesivo y sellado de los túbulos. ⁽⁵⁾

2. Adhesivos de autograbado:

En este sistema la primera fase de grabado ácido se ha unido al agente imprimante, por lo que se les llama primers de auto-grabado o “self-etching primers”. El adhesivo se aplica en un segundo paso, el agente de grabado ácido ha sido modificado y unido al primer/adhesivo por lo que se aplica todo en un solo paso. Estos imprimantes tienen monómeros ácidos que acondicionan, como ésteres de fosfato o ácidos carboxílicos, unidos a los componentes básicos del imprimante “HEMA”, lo que permite el acondicionamiento tanto en esmalte como en dentina sin necesidad de lavar con agua. A diferencia de los sistemas de grabado ácido, estos imprimantes de autograbado tienen la capacidad de traspasar a través de la capa de barro dentinario y desmineralizar la dentina superficial que subyace, así modifican esta capa y la incorporan para formar la capa híbrida, permitiendo una adecuada infiltración de los monómeros del adhesivo en la dentina. ⁽⁵⁾

Según número de pasos clínicos y presentación comercial:

1. Adhesivos de tres pasos “total etch system”:

Requiere primero de grabado ácido, luego de un agente imprimante y, por último, de la resina adhesiva. Poseen el inconveniente de que su técnica es muy sensible. Por el número de pasos de la técnica, se corre el riesgo de sobre secar o sobre humedecer la dentina durante el lavado y secado. ⁽⁵⁾

2. Adhesivo de dos pasos:

En estos sistemas se han unido dos procedimientos.

2.1 Por un lado el imprimante y el adhesivo están juntos en un recipiente, y aparte se dispensa el agente de grabado ácido “Total Etch-primers”. Estos tienen el inconveniente de que el ácido debe lavarse con agua y luego secar, pero cuidando que la dentina permanezca húmeda, luego de este acondicionamiento ácido, difícil de estandarizar clínicamente debido a la inestabilidad de la matriz desmineralizada. ⁽⁵⁾

2.2 Por otro lado al imprimante se le han unido monómeros con grupos ácidos capaces de ejercer la acción de grabado ácido y de esta forma acondicionar el tejido dentario para la adhesión “self-etching primers”. Estos sistemas tienen la ventaja de que se elimina la fase de lavado y la superficie de dentina queda adecuadamente preparada para recibir el agente adhesivo. Se presentan en dos recipientes, en uno de ellos se encuentran los agentes de acondicionamiento ácido e imprimación y en el otro, el adhesivo. ⁽⁵⁾

2.2.1 ADPER SINGLE BOND 2 ®

El Adhesivo Adper™ Single Bond 2, es un adhesivo de dos pasos cuya fórmula se basa en el clínicamente comprobado Adhesivo Adper™ Single Bond ®. Es un agente adhesivo dental de grabado total, activado por luz visible que incorpora un relleno de sílice de 5 nm de diámetro que representa un 10% de su peso. Single Bond 2 está indicado para restauraciones directas con materiales fotopolimerizables y para el tratamiento de sensibilidad cervical, también puede utilizarse para la adhesión de carillas y para la adhesión de amalgamas así como otras restauraciones indirectas si se usa en combinación con el cemento correspondiente. ⁽⁹⁾

Composición:

Está conformado por un nanorelleno de sílice, el cual integra partículas esféricas de sílice con diámetro de 5 nanómetros; este relleno representa 10% del peso total del adhesivo. Las partículas silanizadas se incorporan al adhesivo a través de un proceso que evita la aglomeración gracias a su minúsculo tamaño que permite mantenerlo en suspensión coloidal. Esto significa que el adhesivo nunca se tendrá que agitar antes de usarse. En contraste, las partículas de relleno más grandes que usualmente incorporan algunos adhesivos corren el riesgo de sedimentarse y separarse de la solución. Además contiene BIS-GMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, agua, un sistema fotoiniciador y un copolímero funcional de metacrilato de ácido poliacrílico y ácido polialkenóico. Se ha demostrado que la incorporación de ácido polialkenóico en el primer (acondicionador), ayuda a la resistencia contra el detrimento de la humedad en un ambiente con una humedad relativa. El sistema fotoiniciador patentado permite una fotopolimerización rápida en tan sólo 10 segundos. ^(5, 9)

3. Adhesivos de un solo paso: “Single step all-in-one adhesives”

Estos incluyen los 3 pasos en un solo recipiente, grabado ácido, imprimante y adhesivo. Pueden presentarse sin relleno o con partículas de vidrio ionómero que liberan fluoruros. Su ventaja principal consiste en la comodidad de su aplicación, además de eliminar el lavado de la superficie, solo requieren de un secado para distribuir uniformemente el producto antes de su foto polimerización. ^(5, 9)

XX. TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO

La técnica de grabado ácido originada por Buonocore en 1955, demostró que la retención de materiales, como la resina compuesta al esmalte podía mejorar notablemente mediante la aplicación por 30 segundos de ácido ortofosfórico al 85% al esmalte antes de colocar una resina compuesta. La investigación en esta área, avanzó durante la década de 1960, en el campo de la odontología restauradora, donde el objetivo principal es un sellado marginal entre la superficie del diente y el material de restauración, eliminando así la penetración de bacterias e incrementando la retención. ⁽¹³⁾

La eficacia de la técnica está relacionada con cierto número de parámetros que incluyen:

- Materiales usados para limpiar la superficie del diente antes del grabado.
- Eficacia del grabado en sí.

- Naturaleza química y física del esmalte dental.
- Área y superficie del esmalte a ser grabado.
- Propiedades de las resinas utilizadas para sellar y enlazar el material de restauración al diente.

La razón más común del fracaso de esta técnica es la contaminación de la superficie del esmalte con agua, saliva, sangre, aceite y otros agentes, antes de colocar el recubrimiento de resina. ⁽¹³⁾

XXI. MICROFILTRACIÓN

Es definida como un pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre las paredes cavitarias y el material restaurador aplicado. Este fenómeno puede traer consecuencias, tales como hipersensibilidad dentaria, irritación pulpar, permitir el paso de bacterias a través del margen de la restauración que pueden producir caries recurrentes y contribuir a la corrosión, disolución o decoloración de ciertos materiales dentales.⁽⁴⁾ Entre los métodos utilizados para la medición de la microfiltración tenemos la visualización directa por medio de microscopio de luz y, así como por técnicas de contorno de superficie, tales como:

- Técnica de presión de aire
- Técnica de penetración bacteriana del área entre el material de restauración y la pared cavitaria.
- Técnica de tinción (esta se ha utilizado en los últimos años)
- Técnica de radioisótopos como Na 22, Mn 55, I 131, S 35 y Ca 45 (la cual se dejó de utilizar en 1979) ⁽⁴⁾

XXII. CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas endurecen por un proceso de polimerización, por el cual a partir de una gran cantidad de pequeñas moléculas denominadas monómeros y a través de una serie de reacciones químicas, se forma una molécula grande o polímero. Las resinas compuestas, como todas las resinas utilizadas en odontología, polimerizan por adición, lo que significa que la estructura del monómero se repite determinada cantidad de veces en el polímero. ^(1, 6, 15, 19)

Estas unidades estructurales deberán ser activadas de alguna forma para que se desencadene el proceso de polimerización por medio de un agente denominado iniciador. Su finalidad es la formación

de radicales libres en los monómeros. El radical libre es un compuesto con un electrón impar que se transforma en altamente reactivo. ^(14, 19)

Al incorporar un iniciador a la molécula de BIS-GMA, a través de un activador, se rompe la doble ligadura C=C, apareándose el iniciador con una de ellas y dejando libre la otra, la cual puede reaccionar con más BIS-GMA, continuando este proceso hasta la completa polimerización. ^(15, 19)

Básicamente, la polimerización puede ser activada por medios químicos o físicos (luz ultravioleta, luz visible y calor). De modo que la estructura básica de la resina más un iniciador dará lugar siempre a la formación de radicales libres cuando es activado por energía o medios químicos. ^(15, 19)

RESINA + INICIADOR --- activación química --- RADICALES LIBRES.

RESINA + INICIADOR --- activación física --- RADICALES LIBRES.

Los componentes de activación química en las resinas de autocurado polimerizan por medio de un sistema redox utilizándose el peróxido de benzoílo como iniciador y una amina terciaria, la N-N (2 hidroxietil) para-toloudina como activador. Estos componentes son muy utilizados actualmente en odontología y responden a las siguientes características:

- Siempre son biocompatibles.
- No requieren de aparatología costosa para su utilización (4 a 4.5 minutos) comparados con los 40 segundos de los lumínicos.
- Implica la mezcla de dos componentes, lo cual incorpora poros a la masa de la resina.
- Con el tiempo pueden sufrir cambios de color, ya sea por poseer capas parcialmente polimerizadas en la superficie del material de espesores mayores que los lumínicos o por la presencia de la amina.
- No puede controlarse el tiempo de trabajo por parte del operador.
- El peróxido de benzoílo hace que el material envejezca luego de un tiempo, siendo preferible conservarlo a bajas temperaturas.⁽¹⁸⁾

Con respecto, a la activación por la luz ultravioleta, podemos decir que la primera activación lumínica que se empleó en Operatoria dental fue la luz ultravioleta usada para los sellantes de fosas y fisuras, sin embargo, su utilización se extendió luego al campo de las restauraciones con resinas compuestas. ⁽¹⁸⁾

Las resinas polimerizadas por la luz ultravioleta, el iniciador es el éter-metil-benzoico y el activador la radiación UV, cuya longitud de onda oscila entre los 300 y 400 nanómetros, con una absorción específica del iniciador, cercana a los 365 nanómetros. ⁽¹⁹⁾

En 1981, surge la utilización de la luz visible, halógena o azul para la polimerización de las resinas. Este tipo de activación se ha constituido en el más utilizado de los sistemas activados por luz, en razón de aportar una serie de beneficios en relación con los activados por la luz UV. En este tipo de resinas actúa como iniciador una dicetona, la canforoquinona, que es activada por la luz visible con una longitud de onda de 470 nanómetros. ⁽¹⁹⁾

XXIII. CAPA INHIBIDA

Los radicales libres producidos durante la polimerización tienen la particularidad de mostrarse más reactivos con el oxígeno que con el monómero. Es así como el oxígeno se comporta como un inhibidor, impidiendo la polimerización radical y dando lugar a la formación de una capa parcialmente polimerizada en la parte más superficial de la resina que se halla en contacto con el oxígeno atmosférico. Esta capa inhibida varía de espesor (alrededor de 2.5 micrones) en las resinas polimerizables. ⁽¹⁹⁾

XXIV. ¿POR QUÉ UTILIZAR LA LUZ PARA ACTIVAR?

La luz se utiliza para la producción de trabajo por medio de energía, que es absorbida por el fotoiniciador y que desencadena la reacción química de adición. Cabe destacar que la longitud de onda emergente de la unidad de polimerización debe ser coincidente con las características del fotoiniciador incorporado en el material, el cual una vez activado produce un desdoblamiento de las dobles ligaduras y permite, mediante la energía aportada, pasar de un grupo de monómeros a un polímero estable. ⁽⁶⁾

Este proceso se denomina fotopolimerización y es el responsable del endurecimiento del material. La canforoquinona es el fotoiniciador utilizado comúnmente en la industria dental en la actualidad, que tiene la capacidad de reaccionar con longitudes de onda que se encuentran alrededor de los 470 nm (luz visible). ⁽⁶⁾

Los estudios de las unidades de curado con luz visible han observado que algunas no tienen la longitud de onda correcta, la cual reduce la habilidad de curado de la unidad.

La efectividad de la unidad de la luz depende de tres factores:

- 1) Longitud de onda de la luz emitida (460-480 nm.)
- 2) Intensidad de la luz.
- 3) Tiempo de curado.

En las unidades de luz halógena, a medida que la unidad de curado envejece, el bulbo y su reflector se degradan, reduciendo la potencia de la luz y la capacidad de curado. ⁽⁶⁾

Las lámparas de luz emitida por diodos (LED) son una fuente alternativa de luz para la polimerización de las resinas compuestas. ⁽⁶⁾

Las ventajas radican en que son más pequeñas, no necesitan filtros, su alta eficiencia desarrolla baja temperatura y tienen larga vida útil. ⁽⁶⁾

OBJETIVOS

General:

Determinar la presencia de microfiltración en las piezas dentales obturadas con Resina compuesta universal (Filtek Z350 XT®, 3M-ESPE) y en las piezas dentales obturadas con Resina compuesta bulk (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE).

Específicos:

- Medir la microfiltración en las piezas dentales que serán obturadas con Resina compuesta universal (Filtek Z350 XT®, 3M-ESPE) en comparación con las piezas dentales obturadas con Resina compuesta bulk (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE).
- Comparar cuál de los dos tipos de resinas compuestas presenta mayor microfiltración marginal.

HIPOTESIS

La utilización de Resina compuesta universal (Filtek Z350 XT®, 3M-ESPE) como material obturador en piezas dentales posteriores extraídas, produce una menor microfiltración marginal en comparación con las piezas obturadas con Resina compuesta bulk (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE).

VARIABLES E INDICADORES

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Resina Compuesta Universal(Filtek Z350 XT®, 3M-ESPE)	Resina Compuesta de nanopartículas fabricada por la casa comercial 3M-ESPE.	Cualitativa	Nominal (A)	De acuerdo a lo que el fabricante indique.
Resina Compuesta Bulk (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE).	Resina Compuesta fluida fabricada por la casa comercial 3M-ESPE.	Cualitativa	Nominal (B)	De acuerdo a lo que el fabricante indique.
Incremento de Resina Compuesta Universal	Cantidad de resina compuesta colocada en milímetros (1.5 mm) en cada uno de los incrementos utilizados para obturación de la cavidad.	Cuantitativa	Cardinal	Medición con la sonda periodontal de Williams. (en milímetros)
Incremento de Resina Compuesta Bulk	Cantidad de resina compuesta colocada en milímetros (4 mm) en cada uno de los incrementos utilizados para obturación de la cavidad.	Cuantitativa	Cardinal	Medición con la sonda periodontal de Williams. (en milímetros)

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Microfiltración Marginal	Pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre las paredes cavitarias y el material restaurador aplicado.	Cuantitativa	Cardinal	Medición con calibrador digital de Vernier. (en centésimas de milímetro)

METODOLOGÍA

MUESTRA

50 piezas dentales permanentes posteriores extraídas (terceras molares superiores o inferiores que fueron indicadas para exodoncia), libres de caries, sin restauraciones, ni facetas de desgaste.

PROCEDIMIENTO:

Se recolectaron 50 piezas dentales posteriores extraídas, libres de caries, restauraciones, ni facetas de desgaste. Se limpiaron con cepillo, agua y jabón antibacterial (Olimpo, NSCI) Posteriormente se procedió a sumergirlas en Glutaraldehído (Glutfar, Eufar) por 15 minutos, para después conservarlas en suero fisiológico.

Se realizaron cavidades clase II MO, en todas las piezas dejando los márgenes en el esmalte dental, empleando refrigeración para evitar daño a la estructura dentaria, por oclusal con una profundidad de 3 mm, una amplitud de 3 mm y extensión de 4 mm; la caja proximal mesial una profundidad de 1 a 1.5 mm, una amplitud en su pared cervical de 4 mm. y una extensión de 3 mm desde el ángulo axiopulpar. Las dimensiones cavitarias fueron corroboradas con una Sonda periodontal de Williams (Hu- Friedy PW).

Las piezas preparadas se dividieron en dos grupos, con el objetivo de obturarlas con dos materiales diferentes:

Se realizó la técnica de grabado total con ácido ortofosfórico al 35% (Scotch Bond Etchant, 3M-ESPE) aplicándolo durante 15 segundos en esmalte y 10 segundos en dentina. Seguidamente se lavó con abundante agua en spray durante 30 segundos para eliminar todo el ácido presente en la pieza dental. Las piezas se dejaron relativamente húmedas y se eliminó el exceso de agua restante con torundas de papel filtro. Seguidamente se aplicó una capa inicial de adhesivo (Adper Single Bond 2, 3M-ESPE) frotándola durante 20 segundos, luego adelgazándola con un suave chorro de aire. Posteriormente se aplicó una segunda capa de adhesivo (Adper Single Bond 2, 3M-ESPE) que se adelgazó de igual forma a la anterior. Posteriormente se fotopolimerizó con la lámpara Elipar S10 (3M-ESPE) durante 20 segundos, corroborando con un radiómetro (Kerr) que la lámpara se encontrará en cada exposición en el rango de 1200 mW/cm².

Grupo A piezas obturadas con Resina Compuesta Universal ® (Filtek Z350, 3M-ESPE):

Se inició colocando banda tofflemire No. 1 con ayuda del porta bandas tofflemire. Luego se procedió a obturar la caja mesial con un incremento oblicuo de 1.5 mm de grosor empezando desde la pared bucal hacia el centro del piso cervical sin tocar la pared lingual. Se colocó el siguiente incremento desde pared lingual hacia el centro del piso cervical. Después otro incremento de la pared bucal hacia el centro y así sucesivamente hasta llegar a la superficie oclusal, obturando a nivel del ángulo axio-pulpar. Cada incremento de resina se fotopolimerizó durante 20 segundos.

Seguidamente se obturó la preparación oclusal siguiendo la misma técnica, terminando la obturación a nivel del ángulo cavo-superficial ubicado en el esmalte dental. Fotopolimerizando por 20 segundos entre cada incremento.

Grupo B piezas obturadas con Resina Compuesta Bulk (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE):

Se inició colocando banda tofflemire No. 1 con ayuda del porta bandas tofflemire. Seguidamente se realizó la obturación de la caja proximal colocando un incremento de 4 mm; luego se procedió a obturar la caja oclusal con un segundo incremento de 3 mm. Cada incremento de resina se fotopolimerizó durante 20 segundos.

En ambos grupos al colocar el último incremento por oclusal, se aplicó sobre la superficie una capa de glicerina antes de realizar el proceso de fotopolimerización para evitar la formación de la capa inhibida en la superficie de la obturación. Para dar el acabado final se utilizaron gomas de silicona y cepillos para pulir resina impregnados con polvo de óxido de silicio a los cuales se le aplicó pasta para pulir resinas (Prisma Gloss, Dentsply) para darle así el brillo final a las restauraciones, posteriormente ser almacenaron en suero fisiológico.

Posterior a todas a las obturaciones, las piezas se secaron con gazas estériles y seguido a esto, se recubrieron con esmalte de uñas alrededor de la obturación a 1 mm del ángulo cavo-superficial, aplicando 4 capas en toda la pieza para evitar así la filtración del pigmento en otras áreas de la pieza dental.

Al encontrarse seco el esmalte de uñas colocado en todas las piezas, se sumergieron en tinción de azul de metileno al 10% y empleando una cámara al vacío del Laboratorio de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T-12, USAC; se colocaron a 37 grados Celsius por espacio de media hora (induciendo así mayor penetración de la tinción) se retiraron de la cámara y se dejaron reposando en la tinción por 24 horas más.

Luego se sacaron de la tinción y se dejaron secar por 48 horas, para proceder a realizar los tres cortes de la siguiente manera:

- Primer corte: se realizó un corte sagital de mesial a distal, pasando por la mitad de la caja mesial obteniendo dos partes iguales.(figura 1.(1))
- Segundo corte: Se realizó un corte longitudinal de bucal a lingual, dividiendo la pieza dental en cuatro partes iguales. (figura 1.(2))
- Tercer corte: antes de proceder a realizar el corte se marcó con un lápiz 3 mm desde el ángulo cervical hacia coronal para luego realizar el corte transversal. (figura 1.(3))

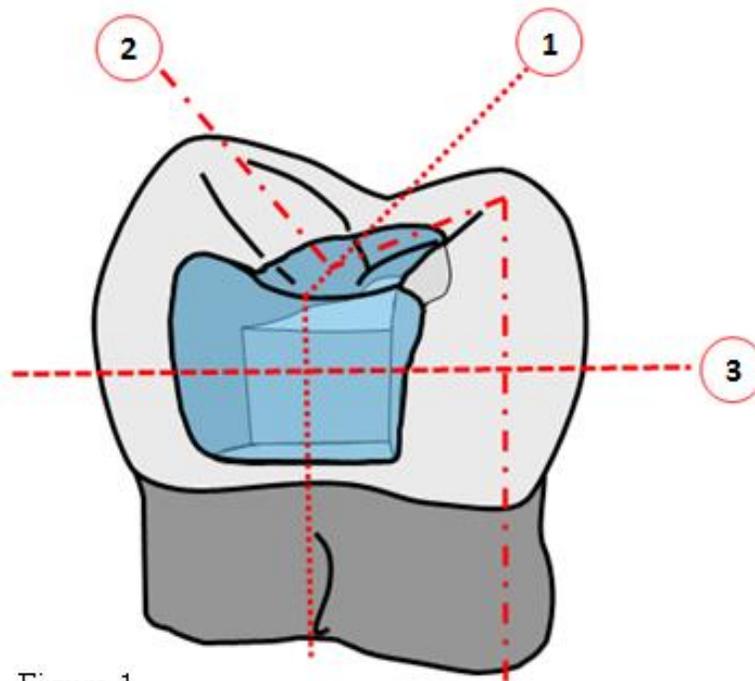


Figura 1

Los cortes fueron efectuados con un disco de diamante extrafino No. 947 DF-104.220 (Jota). Sujetando las piezas con una pinza Kelly curva para permitir una mejor manipulación.

Una vez realizados los cortes en las piezas se observaron en un estereoscopio (Marca Zeiss, ubicado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología, Universidad San Carlos de Guatemala) de 10 aumentos para determinar si existía filtración del azul de metileno en las restauraciones. Luego de ello se midió con un calibrador de Vernier digital (calibrado en centésimas de milímetro) la cantidad de colorante filtrado en cada porción en las que fueron divididos los especímenes. Midiéndolo del margen cavo-superficial a la parte interna del material restaurador.

Todo el procedimiento se registró en la ficha de control elaborada específicamente para este estudio. (Ver anexo)

El 80% de cada grupo de piezas obturadas con las distintas resinas compuestas, presentaron filtración marginal, lo que equivale a 20 piezas de cada grupo del estudio.

- **Análisis Estadístico**

Se calculó el promedio (media aritmética) de la microfiltración, en centésimas de milímetro, del grupo A (piezas obturadas con Resina compuesta universal (Filtek Z350XT®, 3M-ESPE)) y del grupo B (piezas obturadas con Resina compuesta bulk (Filtek Bulk Fill®, 3M-ESPE)). Utilizando conjuntamente las fórmulas de las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y las medidas de dispersión (varianza, desviación estándar y desviación cuartil) para el análisis estadístico del estudio. Así mismo presentar las conclusiones pertinentes del estudio.

RECURSOS MATERIALES-COSTOS

CANTIDAD	MATERIALES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
50	Piezas dentales	Ninguno, obtenidas en la clínica de exodoncia de la Facultad de Odontología, USAC	Q 0.00
2	Resina Compuesta Filtek Z350 XT 3M-ESPE	Donada por la casa comercial	
2	Resina Compuesta Filtek Bulk Fill 3M-ESPE	Donada por la casa comercial	
2	Ácido Grabador (Scotch bond etchant, 3M-ESPE)	Donado por la casa comercial	
1	Microaplicadores	Q. 35.00	Q. 35.00
1	Papel Filtro	Q. 20.00	Q 20.00
1	Adhesivo (Adper Single Bond 2, 3M-ESPE)	Donado por la casa comercial	
3	Bandas metálicas tofflemire No. 1	Q. 25.00	Q.75.00
1	Glicerina	Q 30.00	Q 30.00
5	Gomas de silicona	Q 18.00	Q 90.00
5	Cepillos para pulir resina impregnados con polvo de óxido de silicio	Q. 50.00 cada uno	Q 250.00
1	Pasta para pulir resinas (Prisma Gloss, Dentsply)	Q. 100.00	Q 100.00
3	Esmalte de uñas	Q 10.00	Q 30.00
3	Disco de diamante extrafino No. 947 DF-104.220 (Jota).	Q.60.00	Q.180.00
1	Sonda Periodontal	Propio de los estudiantes	
	Colorante Azul de Metileno(presentación de 250 ml)	Q 50.00	Q 50.00
	Cámara al vacío	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.	
	Radiómetro	Se utilizó el de IMFHOSA	
	Porta Bandas	Propio de los estudiantes	
	Lámpara de fotocurado	Propio de los estudiantes	
	Piezas de mano, de alta y baja velocidad	Propio de los estudiantes	
	Calibrador Vernier	Se utilizó de la disciplina de Anatomía Dental, Facultad de Odontología USAC	
	Estereoscopio	Facultad de Odontología USAC	
	Instalaciones	Laboratorio Multidisciplinario M3, Facultad de Odontología USAC	
		TOTAL	Q 570.00

RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA

- Laboratorio Multidisciplinario, Edificio M3 (Tercer Nivel), Facultad de Odontología, USAC.
- Laboratorio de Estadística, Edificio M4 (Tercer Nivel), Facultad de Odontología, USAC.
- Laboratorio de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T-12 (Primer Nivel), USAC
- Laboratorio de Microbiología, Edificio M1(Segundo Nivel), Facultad de Odontología, USAC.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Las mediciones obtenidas se ingresaron en un programa de análisis estadístico (KWIKSTAT 4.1) en el Laboratorio de Estadística (Edificio M4) de la Facultad de Odontología, USAC. El análisis de los datos obtenidos se muestra a continuación:

GRUPO A

Piezas obturadas con Resina Compuesta Universal (Filtek Z350 XT®, 3M-ESPE)

- **Corte Sagital**

Al medir y analizar los cuatro puntos de medición a nivel oclusal de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte sagital, la medición total (cuadro no. 1 y grafica no. 1) con una media de la microfiltración marginal es de 0.538 mm, con una desviación estándar de 0.642 mm. La mediana del grupo es de 0.300 mm y la desviación cuartil es de 0.625. El comportamiento de asimetría del primer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.11 y los límites de sesgo son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: Asimétrico positiva.

Cuadro No. 1

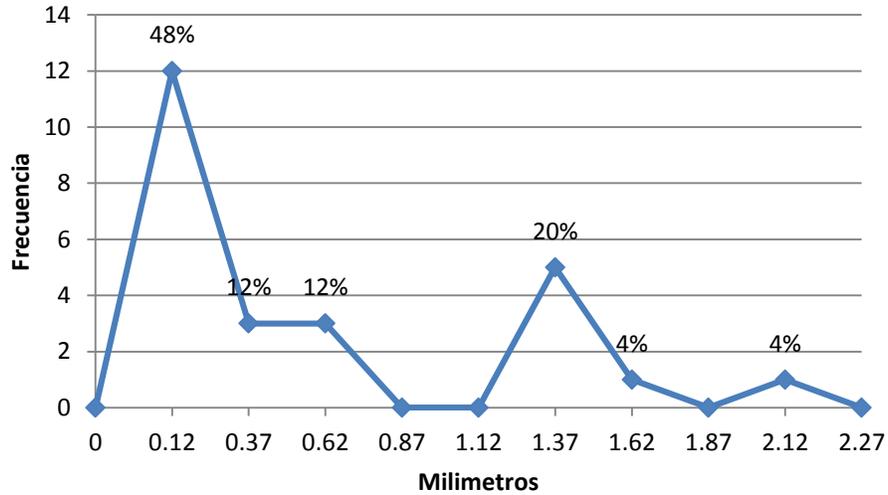
Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.24	2	12	0.48	4.00%
0.25 - 0.49	3	15	0.12	12.00%
0.50 - 0.74	12	18	0.12	12.00%
0.75 - 0.99	3	18	0.12	12.00%
1.00 - 1.24	3	18	0.12	12.00%
1.25 - 1.49	5	23	0.2	20.00%
1.50 - 1.74	1	18	0.04	4.00%
1.75 - 1.99	5	23	0.2	20.00%
2.00 - 2.24	1	24	0.04	4.00%
2.25 - 2.29	1	24	0.04	4.00%
Total	25	25	1.00	100.00%
Fa: Frecuencia Acumulada		Fr: Frecuencia Relativa		
Total		25	1.00	100.00%

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Grafica No. 1

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en su corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 1

- **Corte Sagital**

Al analizar el promedio de los cuatro puntos de medición a nivel oclusal de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte sagital, de cada una de las piezas restauradas, (Cuadro No. 2 y Gráfica no. 2) es de 0.135 mm con una desviación estándar 0.160 mm. La mediana del grupo es de 0.075 con una desviación cuartil de 0.156. El comportamiento de asimetría del primer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.125 y los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: asimétrico positivo.

Cuadro No. 2

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

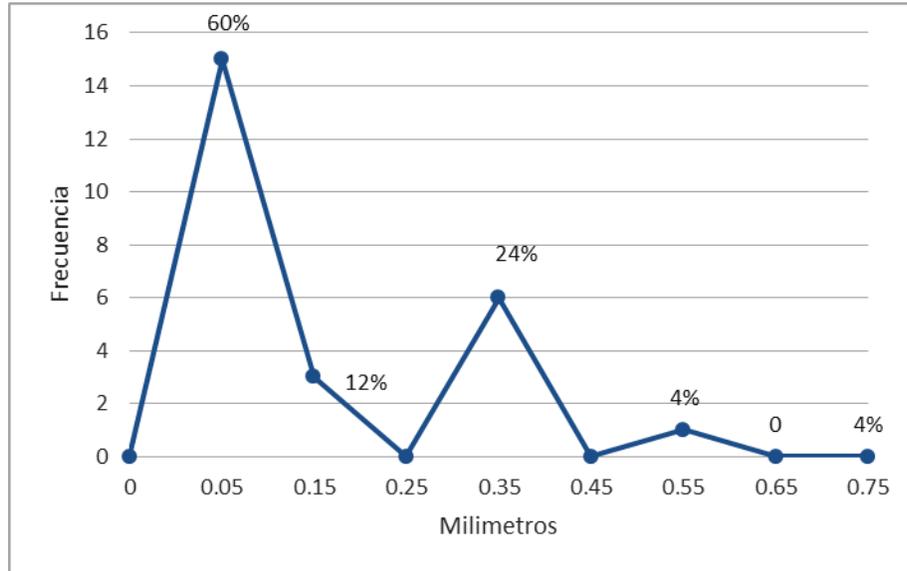
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.09	15	15	0.6	60.00%
0.10 - 0.19	3	18	0.12	12.00%
0.20 - 0.29	0	18		
0.30 - 0.39	6	24	0.24	24.00%
0.40 - 0.49		24		
0.50 - 0.59	1	25	0.04	4.00%
0.60 - 0.69				
0.70 - 0.79				
Total	25		1	100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 2

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 2

- **Corte Longitudinal**

Al medir y analizar los cuatro puntos de medición dos a nivel oclusal y dos a nivel cervical de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte longitudinal, la medición total (cuadro no. 3 y grafica no. 3) se obtuvo una media de la microfiltración de 0.678 mm, con una desviación estándar de 0.718 mm. La mediana del grupo es de 0.500 mm y su desviación cuartil es de 0.500. El comportamiento de asimetría del segundo corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 0.743 y los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Mostrando que el comportamiento del grupo es: Simétrico positivo.

Cuadro No. 3

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

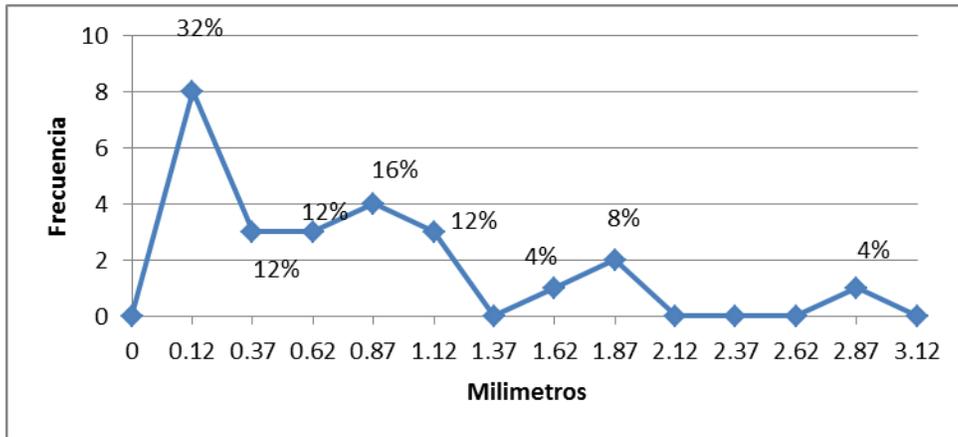
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fr	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.24	8	8	0.32	32.00%
0.25 - 0.49	3	11	0.12	12.00%
0.50 - 0.74	3	14	0.12	12.00%
0.75 - 0.99	4	18	0.16	16.00%
1.00 - 1.24	3	21	0.12	12.00%
1.25 - 1.49	0	21		
1.50 - 1.74	1	22	0.04	4.00%
1.75 - 1.99	2	24	0.08	8.00%
2.00 - 2.24		24		
2.25 - 2.49		24		
2.50 - 2.74		24		
2.75 - 2.99	1	25	0.04	4.00%
3.00 - 3.24				
Total	25			100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Grafica No. 3

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro
evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores
Restauradas con Resina Compuesta Universal, en su corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 3

- **Corte Longitudinal**

Al analizar los cuatro puntos (dos a nivel oclusal y dos a nivel cervical) de medición de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo el promedio de la medición de la microfiltración marginal del corte longitudinal, de cada una de las piezas restauradas, (Cuadro No. 4 y Gráfica no. 4) es de 0.170 mm con una desviación estándar 0.180 mm. La mediana del grupo es de 0.125 con una desviación cuartil de 0.125. El comportamiento de asimetría del segundo corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 0.75 y los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: Simétrico positivo.

Cuadro No. 4

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

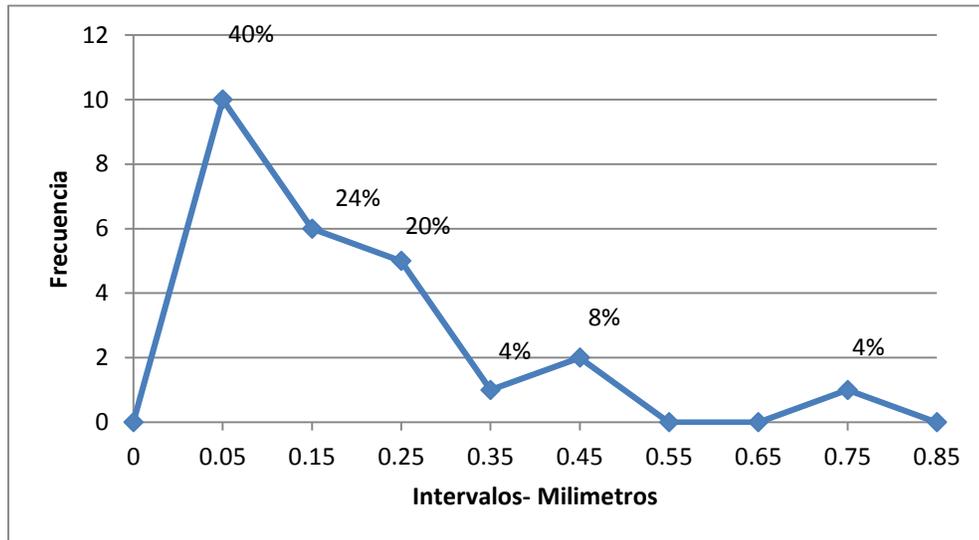
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.09	10	10	0.4	40.00%
0.10 - 0.19	6	16	0.24	24.00%
0.20 - 0.29	5	21	0.2	20.00%
0.30 - 0.39	1	22	0.04	4.00%
0.40 - 0.49	2	24	0.08	8.00%
0.50 - 0.59	0	24		
0.60 - 0.69		24		
0.70 - 0.79	1	25	0.04	4.00%
0.80 - 0.89		25		
Total	25			100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 4

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 4

- **Corte Transversal**

Al medir y analizar los cuatro puntos de medición a nivel cervical de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte transversal, la medición total (cuadro no. 5 y grafica no. 5) se obtuvo una media de la microfiltración de 0.798 mm, con una desviación estándar de 0.625 mm. La mediana del grupo es de 0.400 mm y su desviación cuartil es de 0.500. El comportamiento de asimetría del tercer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.254 y con los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Mostrando que el comportamiento del grupo es: Asimétrico positivo.

Cuadro No. 5

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

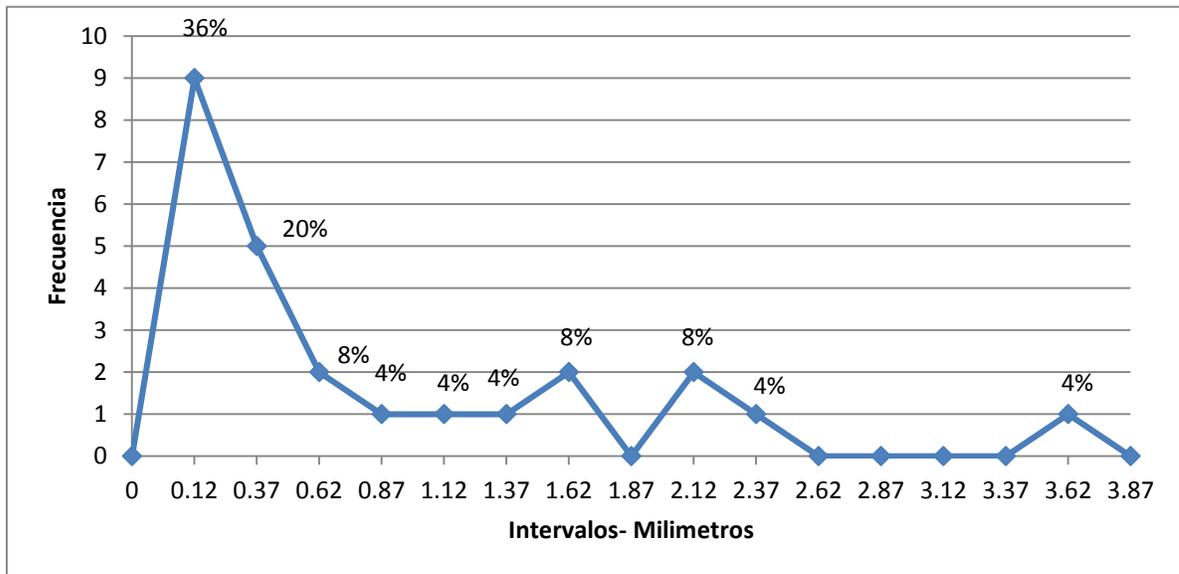
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.24	9	9	0.36	36.00%
0.25 - 0.49	5	14	0.2	20.00%
0.50 - 0.74	2	16	0.08	8.00%
0.75 - 0.99	1	17	0.04	4.00%
1.00 - 1.24	1	18	0.04	4.00%
1.25 - 1.49	1	19	0.04	4.00%
1.50 - 1.74	2	21	0.08	8.00%
1.75 - 1.99	0	21	0	
2.00 - 2.24	2	23	0.08	8.00%
2.25 - 2.49	1	24	0.04	4.00%
2.50 - 2.74		24		
2.75 - 2.99		24		
3.00 - 3.24		24		
3.25 - 3.49		24		
3.50 - 3.74	1	25	0.04	4.00%
3.75 - 3.99				
Total	25			100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 5

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 5

- **Corte Transversal**

Al analizar los cuatro puntos de medición a nivel cervical de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición del promedio de la microfiltración marginal del corte transversal, de cada una de las piezas restauradas, (Cuadro No. 6 y Gráfica no. 6) es de 0.208 mm con una desviación estándar 0.239 mm. La mediana del grupo es de 0.100 con una desviación cuartil de 0.179. El comportamiento de asimetría del tercer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.356 y con los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: Asimétrico positivo.

Cuadro No. 6

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

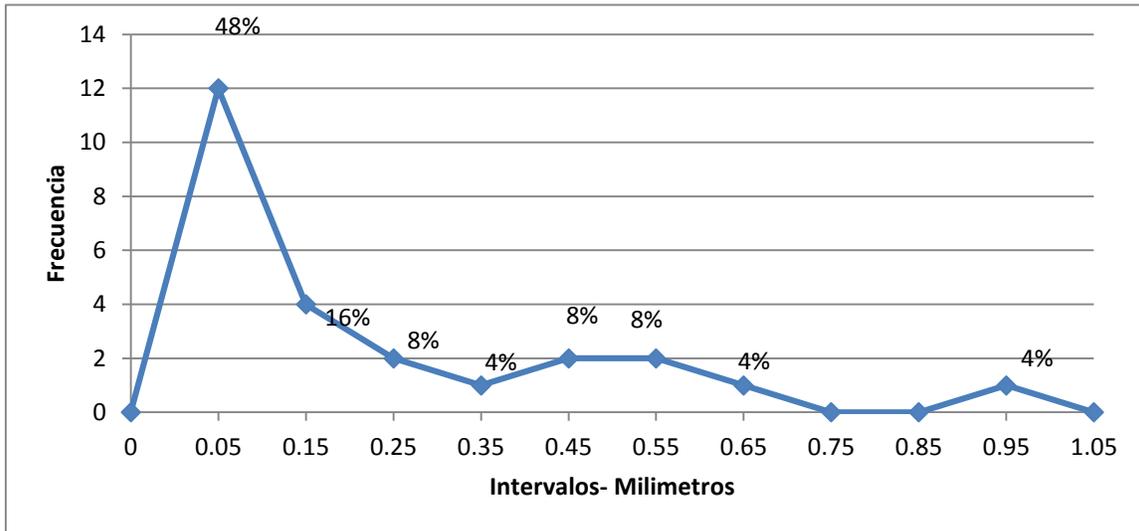
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm		Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0	0.09	12	12	0.48	48%
0.10	0.19	4	16	0.16	16%
0.20	0.29	2	18	0.08	8%
0.30	0.39	1	19	0.04	4%
0.40	0.49	2	21	0.08	8%
0.50	0.59	2	23	0.08	8%
0.60	0.69	1	24	0.04	4%
0.70	0.79				
0.80	0.89				
0.90	0.99	1	25	0.04	4%
1.00	1.09		25		
Total		25			100%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 6

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Universal, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 6

GRUPO B

Piezas obturadas con Resina Compuesta Bulk (Filtk Bulk Fill ®, 3M-ESPE)

- **Corte Sagital**

Al medir y analizar los cuatro puntos de medición a nivel oclusal de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte sagital, la medición total (cuadro no. 7 y grafica no.7) se obtuvo una media de la microfiltración de 0.538 mm, con una desviación estándar de 0.642 mm. La mediana del grupo es de 0.300 mm y su desviación cuartil es de 0.625. El comportamiento de asimetría del primer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.11 y con los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: asimétrico positivo.

Cuadro No. 7

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.24	12	12	0.48	48%
0.25 - 0.49		12		
0.50 - 0.74	3	15	0.12	12.00%
0.75 - 0.99	5	20	0.2	20.00%
1.00 - 1.24		20		
1.25 - 1.49	2	22	0.08	8.00%
1.50 - 1.74	1	23	0.04	4.00%
1.75 - 1.99		23		
2.00 - 2.24		23		
2.25 - 2.49		23		
2.50 - 2.74		23		
2.75 - 2.99	1	24	0.04	4.00%
3.00 - 3.24	1	25	0.04	4.00%
3.25 - 3.49		25		
Total	25			100.00%

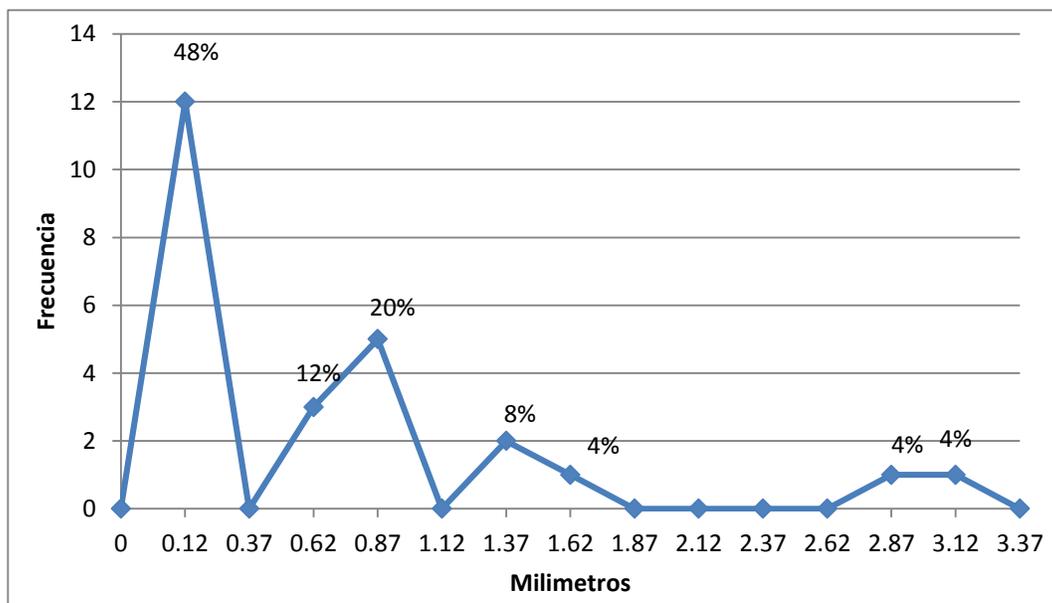
Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Grafica No. 7

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en su corte sagital.

Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 7

- **Corte Sagital**

Al analizar el promedio de los cuatro puntos de medición a nivel oclusal de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte sagital, de cada una de las piezas restauradas, (Cuadro No. 8 y Gráfica no. 8) es de 0.135 mm con una desviación estándar 0.160 mm. La mediana del grupo es de 0.075 con una desviación cuartil de 0.156. El comportamiento de asimetría del primer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.125 y con los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: asimétrico positivo.

Cuadro No. 8

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

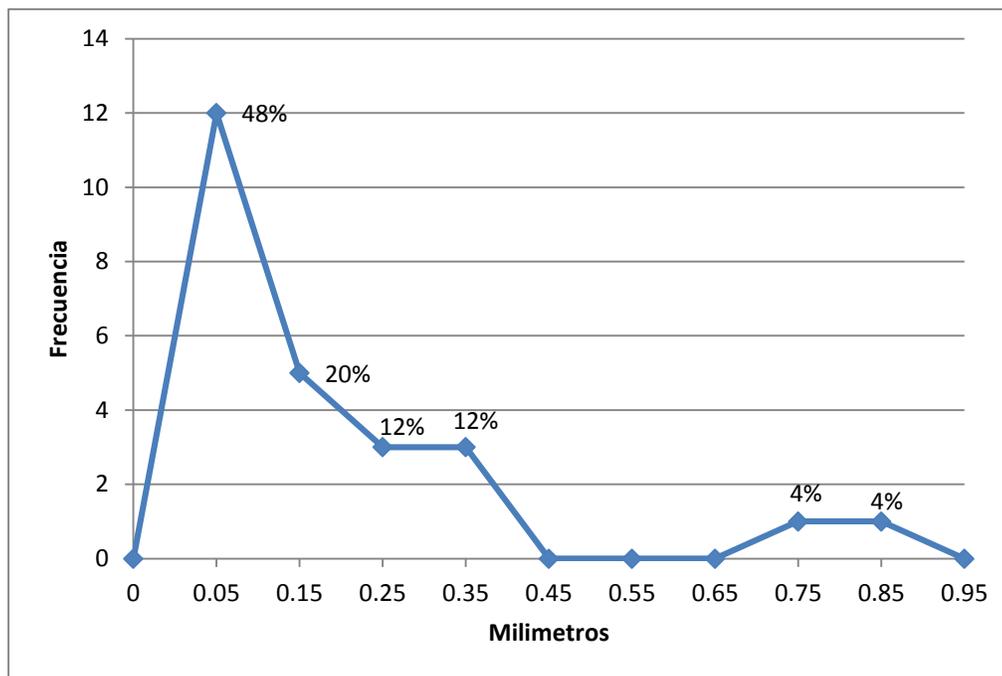
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.09	12	12	0.48	48.00%
0.10 - 0.19	5	17	0.2	20.00%
0.20 - 0.29	3	20	0.12	12.00%
0.30 - 0.39	3	23	0.12	12.00%
0.40 - 0.49				
0.50 - 0.59				
0.60 - 0.69				
0.70 - 0.79	1	24	0.04	4.00%
0.80 - 0.89	1	25	0.04	4.00%
0.90 - 0.99		25		
Total	25			100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 8

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte sagital.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 8

- **Corte Longitudinal**

Al medir y analizar los cuatro puntos de medición dos a nivel oclusal y dos a nivel cervical de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte longitudinal, la medición total (cuadro no. 9 y grafica no. 9) se obtuvo una media de la microfiltración de 0.678 mm, con una desviación estándar de 0.718 mm. La mediana del grupo es de 0.500 mm y su desviación cuartil es de 0.500. El comportamiento de asimetría del segundo corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 0.743 y con los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Mostrando que el comportamiento del grupo es: Simétrico positivo.

Cuadro No. 9

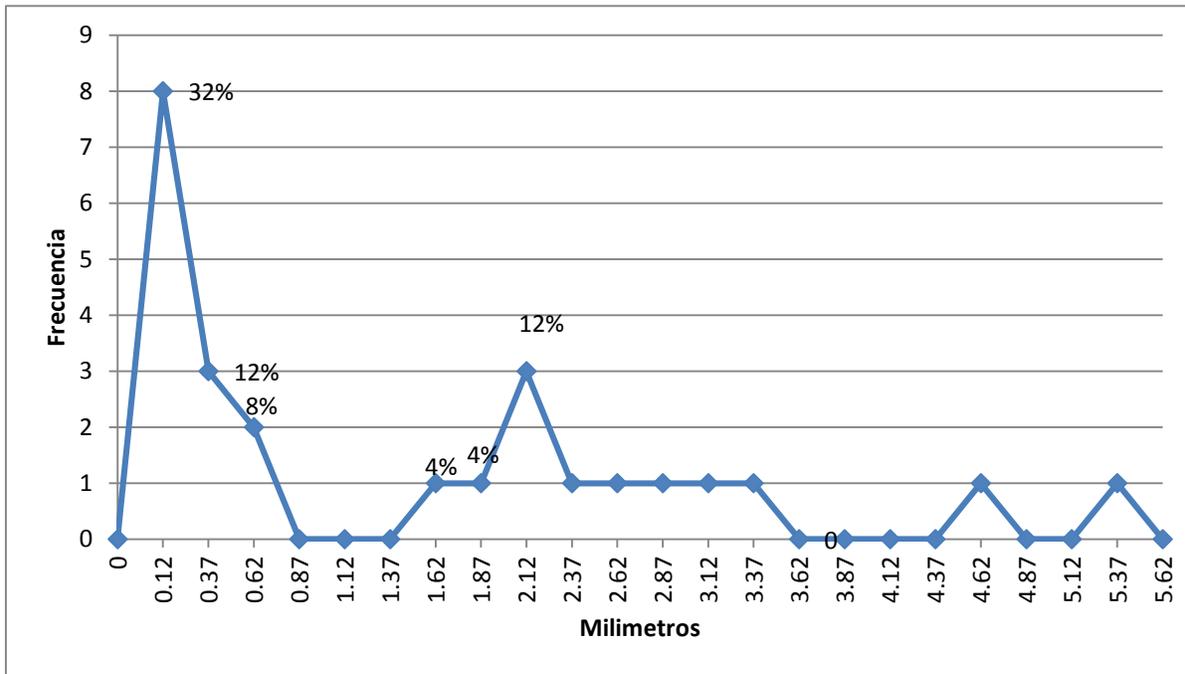
Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.24	0.12	8	0.32	32.00%
0.25 - 0.49	0.37	3	0.12	12.00%
0.50 - 0.74	0.62	2	0.08	8.00%
0.75 - 0.99	0.87			
1.00 - 1.24	1.12			
1.25 - 1.49	1.37			
1.50 - 1.74	1.62	1	0.04	4.00%
1.75 - 1.99	1.87	1	0.04	4.00%
2.00 - 2.24	2.12	3	0.12	12.00%
2.25 - 2.49	2.37	1	0.04	4.00%
2.50 - 2.74	2.62	1	0.04	4.00%
2.75 - 2.99	2.87	1	0.04	4.00%
3.00 - 3.24	3.12	1	0.04	4.00%
3.25 - 3.49	3.37	1	0.04	4.00%
3.50 - 3.74	3.62			
3.75 - 3.99	3.87			
4.00 - 4.24	4.12			
4.25 - 4.49	4.37			
4.50 - 4.74	4.62	1	0.04	4.00%
4.75 - 4.99	4.87			
5.00 - 5.24	5.12			
5.25 - 5.49	5.37	1	0.04	4.00%
5.50 - 5.74	5.62			
Total		25		100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa **Fuente:** Tabla de Recolección de Datos

Grafica No. 9

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en su corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 9

- **Corte Longitudinal**

Al analizar los cuatro puntos (dos a nivel oclusal y dos a nivel cervical) de medición de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo el promedio de la medición de la microfiltración marginal del corte longitudinal, de cada una de las piezas restauradas, (Cuadro No. 10 y Gráfica no. 10) es de 0.170 mm con una desviación estándar 0.180 mm. La mediana del grupo es de 0.125 con una desviación cuartil de 0.125. El comportamiento de asimetría del segundo corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 0.75 y con los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: Simétrico positivo.

Cuadro No. 10

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

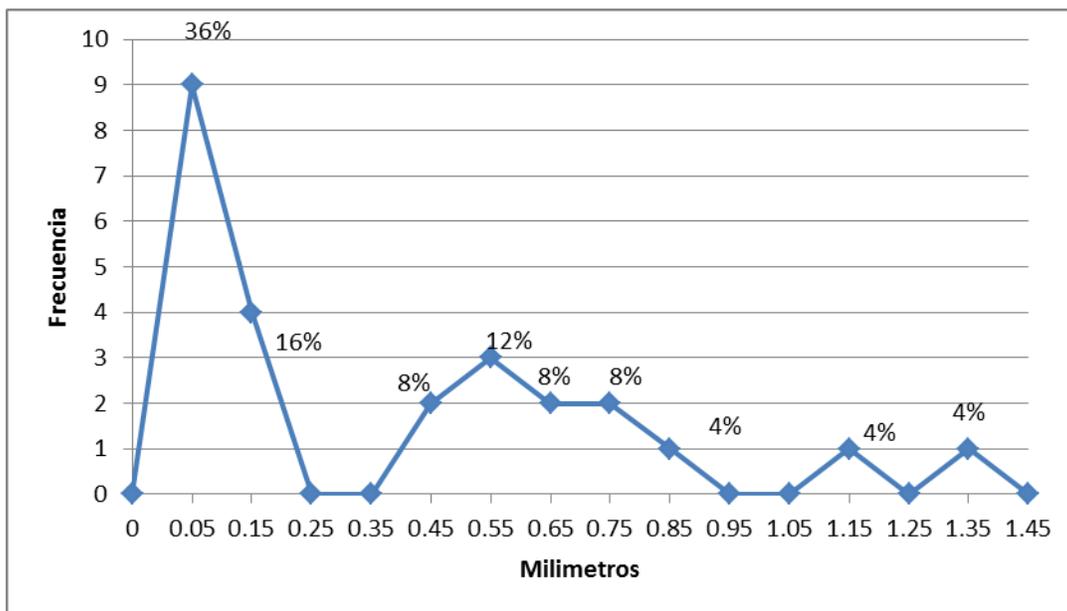
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.09	9	9	0.36	36.00%
0.10 - 0.19	4	13	0.16	16.00%
0.20 - 0.29		13		
0.30 - 0.39		13		
0.40 - 0.49	2	15	0.08	8.00%
0.50 - 0.59	3	18	0.12	12.00%
0.60 - 0.69	2	20	0.08	8.00%
0.70 - 0.79	2	22	0.08	8.00%
0.80 - 0.89	1	23	0.04	4.00%
0.90 - 0.99		23		
1.00 - 1.09		23		
1.10 - 1.19	1	24	0.04	4.00%
1.20 - 1.29		24		
1.30 - 1.39	1	25	0.04	4.00%
1.40 - 1.49		25		
Total	25			100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 10

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte longitudinal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 10

- **Corte Transversal**

Al medir y analizar los cuatro puntos de medición a nivel cervical de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición de la microfiltración marginal del corte transversal, la medición total (cuadro no. 5 y grafica no. 5) se obtuvo una media de la microfiltración de 0.798 mm, con una desviación estándar de 0.625 mm. La mediana del grupo es de 0.400 mm y su desviación cuartil es de 0.500. El comportamiento de asimetría del tercer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.254 y los límites de sesgo son de ± 0.98 (sesgo). Mostrando que el comportamiento del grupo es: Asimétrico positivo.

Cuadro No. 11

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

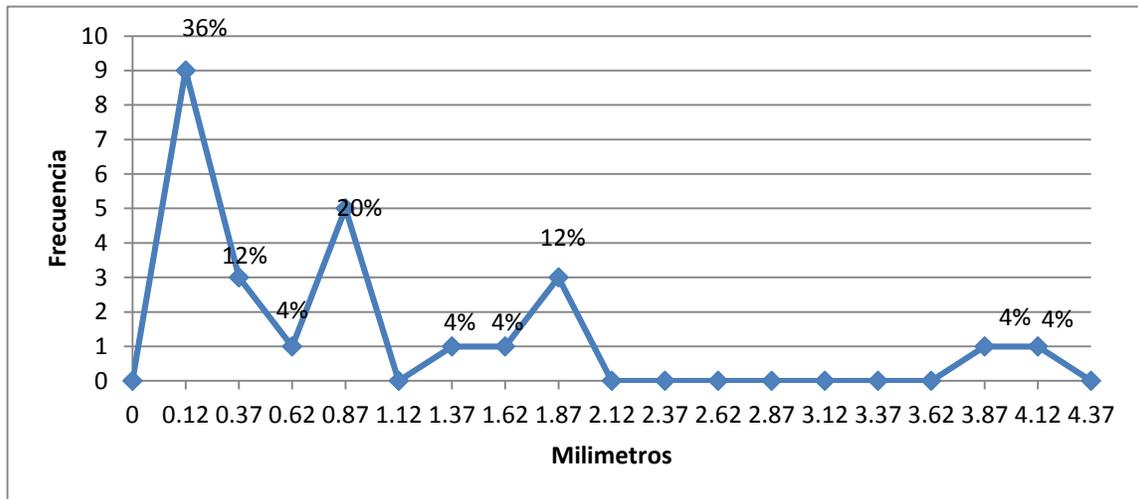
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.24	9	9	0.36	36.00%
0.25 - 0.49	3	12	0.12	12.00%
0.50 - 0.74	1	13	0.04	4.00%
0.75 - 0.99	5	18	0.2	20.00%
1.00 - 1.24		18		
1.25 - 1.49	1	19	0.04	4.00%
1.50 - 1.74	1	20	0.04	4.00%
1.75 - 1.99	3	23	0.12	12.00%
2.00 - 2.24		23		
2.25 - 2.49		23		
2.50 - 2.74		23		
2.75 - 2.99		23		
3.00 - 3.24		23		
3.25 - 3.49		23		
3.50 - 3.74		23		
3.75 - 3.99	1	24		4.00%
4.00 - 4.24	1	25		4%
4.25 - 4.49		25		
Total	25			100.00%

Fa: Frecuencia Acumulada **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 11

Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 11

- **Corte Transversal**

Al analizar los cuatro puntos de medición a nivel cervical de ambas caras de la pieza dental en la parte distal entre el material restaurador y la estructura dentaria se obtuvo la medición del promedio de la microfiltración marginal del corte transversal, de cada una de las piezas restauradas, (Cuadro No. 12 y Gráfica no. 12) es de 0.208 mm con una desviación estándar 0.239 mm. La mediana del grupo es de 0.100 con una desviación cuartil de 0.179. El comportamiento de asimetría del tercer corte por medio del cálculo del sesgo con ayuda de la Asimetría de Pearson (Asmd) es de 1.356 y los límites de sesgo que son de ± 0.98 (sesgo). Se muestra que el comportamiento del grupo es: Asimétrico positivo.

Cuadro No. 12

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015

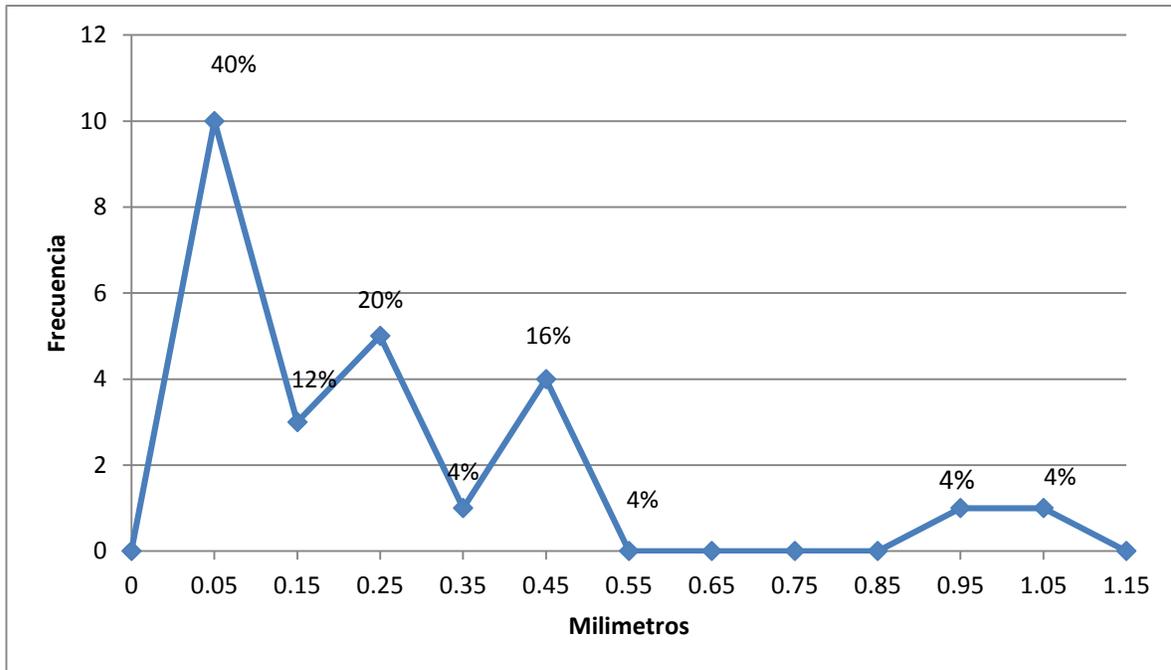
Microfiltración Marginal en Centésimas de mm	Frecuencia	Fa	Fr	Porcentaje
0.00 - 0.09	10	10	0.4	40%
0.10 - 0.19	3	13	0.12	12%
0.20 - 0.29	5	18	0.2	20%
0.30 - 0.39	1	19	0.04	4%
0.40 - 0.49	4	23	0.16	16%
0.50 - 0.59		23		
0.60 - 0.69		23		
0.70 - 0.79		23		
0.80 - 0.89		23		
0.90 - 0.99	1	24	0.04	4%
1.00 - 1.09	1	25	0.04	4%
1.10 - 1.19		25		
Total	25			100%

Fa: Frecuencia Acumulada. **Fr:** Frecuencia Relativa

Fuente: Tabla de Recolección de Datos

Gráfica No. 12

Promedio de la Microfiltración Marginal en centésimas de milímetro evaluadas con Azul de Metileno al 10% de Piezas Posteriores Restauradas con Resina Compuesta Bulk, en el corte transversal.
Facultad de Odontología, USAC. Febrero del 2,015



Fuente: Datos del Cuadro No. 12

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos demuestran que no existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la microfiltración marginal de las piezas restauradas con Resina compuesta universal (Grupo A) y la Resina compuesta bulk (Grupo B), utilizando un nivel de significación de Probabilidad ($P\alpha$) 0.05.

Al analizar el primer corte: Corte Sagital. En este corte los cuatro puntos de medición son a nivel oclusal. El Grupo A (piezas restaurados con Resina compuesta universal) muestra una media de 0.538 y una desviación estándar de 0.642 comparada con el Grupo B (piezas restauradas con Resina compuesta bulk) que muestra una media 0.668 y una desviación estándar de 0.857. El nivel de significación de Probabilidad ($P\alpha$) 0.05, no hay diferencia en el corte sagital teniendo una probabilidad de 0.546.

En el corte longitudinal donde los cuatro puntos de medición fueron tomados en diferentes áreas; dos a nivel oclusal y dos a nivel cervical (caja proximal M). El grupo A, arrojó una media de 0.678 y una desviación estándar de 0.718 y el Grupo B una media de 1.466 y una desviación estándar de 1.563.

Los resultados nos muestran que existe una mayor cantidad de microfiltración del azul de metileno a nivel cervical de las piezas restauradas con Resina compuesta bulk, con un nivel de significación de Probabilidad ($P\alpha$) 0.05, indicándonos que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos; presentando una probabilidad de 0.028.

En el corte transversal, donde los cuatro puntos de medición son a nivel de la caja proximal. El Grupo A arrojó una media 0.798 mm y una desviación estándar de 0.952 mm comparada con el Grupo B que muestra una media de 0.922 y una desviación estándar de 1.132 mm. A nivel de significación Probabilidad ($P\alpha$) 0.05 no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones ambos grupos, obteniendo una probabilidad de 0.677.

Al comparar los datos obtenidos se encuentra que únicamente en el corte longitudinal presenta una mayor microfiltración comparada con el corte sagital y transversal, esta diferencia de valores puede ser el resultado de un factor interferente dado en el momento de la ejecución del trabajo de investigación (manipulación inadecuada del material, mala técnica de grabado o adhesión, etc.). Esta

diferencia obtenida no es relevante estadísticamente, debido a que los demás puntos de medición no presentaron estas diferencias. No obstante es imposible determinar la razón exacta que llevó a la obtención de estos valores extremos en el corte longitudinal.

CONCLUSIONES

1. El 80% de las piezas restauradas con Resina compuesta universal presentaron microfiltración marginal.
2. El 80% de las piezas restauradas con Resina compuesta bulk presentaron microfiltración marginal.
3. No existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la microfiltración marginal encontrada en las piezas restauradas con Resina compuesta universal y la Resina compuesta bulk.
4. El área cervical en ambos grupos de estudio evidenció mayor microfiltración marginal.
5. En el corte longitudinal, la medición de la microfiltración marginal a nivel cervical (caja proximal M) en las piezas dentales restauradas con Resina compuesta bulk presentó mayor microfiltración marginal en comparación con las piezas dentales restauradas con Resina compuesta universal, siendo esta diferencia no significativa estadísticamente.
6. La diferencia del grado de microfiltración marginal encontrada a nivel cervical de ambos grupos de este estudio no es un dato relevante estadísticamente; sin embargo puede servir para futuras investigaciones como punto de partida para el análisis específico del grado de microfiltración a este nivel de las restauraciones.
7. Los datos extremos que arrojaron las mediciones a nivel cervical de las piezas (analizados en el corte longitudinal) se deben a un factor interferente al momento de la ejecución de este estudio el cual no se puede determinar con exactitud. (manipulación inadecuada del material, mala técnica de grabado o adhesión, etc.).
8. Debido a los resultados obtenidos en los grados de microfiltración en los grupos de estudio de esta investigación, se puede concluir que ambos materiales de restauración (Resina compuesta universal y bulk) son ideales para la obturación de piezas dentales posteriores. Con la única

diferencia que la Resina compuesta bulk permite minimizar el tiempo de obturación de las cavidades.

9. Con base a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis planteada al inicio de la investigación, lo cual se demostró con los datos alcanzados por medio del análisis estadístico.

RECOMENDACIONES

- 1.** Realizar un estudio clínico, para evaluar estos materiales de una forma más precisa y determinar con mayor exactitud las características de cada material restaurador a utilizar.
- 2.** Elaborar un estudio comparativo utilizando diferentes marcas comerciales de Resina compuesta universal y Resina compuesta bulk, permitiendo determinar la calidad de los productos que se encuentran en el medio odontológico.
- 3.** Realizar un estudio comparativo, donde las piezas a restaurar se realice únicamente el corte longitudinal para determinar si esta área evidencia una mayor microfiltración marginal, obteniendo así conclusiones más pertinentes tanto para el material restaurador que se esté utilizando y la técnica a ejecutar para su obturación.
- 4.** Realizar un estudio comparativo in vivo, donde se utilicen ambas resinas compuestas (universal y bulk) colocadas en piezas dentales que serán próximas a ser extraídas (por ortodoncia o terceras molares).

LIMITACIONES

- 1.** La poca literatura formal publicada acerca de la Resina bulk hasta el momento; por ser un material nuevo dificulta la consulta bibliográfica para la realización de estudios de investigación en la rama de Operatoria Dental.
- 2.** Falta de estudios a largo plazo de las Resinas compuestas bulk (obturación en bloque), ya que estos materiales dentales son de reciente implementación en el ámbito odontológico.
- 3.** Falta de recursos de laboratorio que permitan realizar investigaciones más amplias y de alto nivel en el ámbito científico.

ANEXOS

PIEZAS OBTURADAS CON RESINA COMPUESTA UNIVERSAL

	CORTE SAGITAL				CORTE LONGITUDINAL				CORTE TRANSVERSAL						
	1	2	3	4	Total	Promedio	1	2	3	4	Total	Promedio	TOTAL	Promedio	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
TOTALES															
Promedio															

* Datos expresados en milímetros

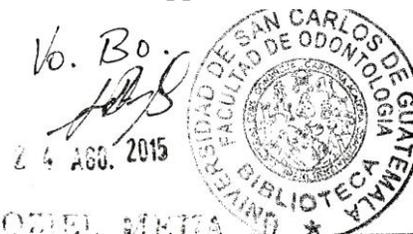
PIEZAS OBTURADAS CON RESINA COMPUESTA BULK

	CORTE SAGITAL				CORTE LONGITUDINAL				CORTE TRANSVERSAL										
	1	2	3	4	Total	Promedio	1	2	3	4	Total	Promedio	1	2	3	4	Total	Promedio	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
TOTALES																			
Promedio																			

*Datos expresados en milímetros

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barroncos Mooney, J. (2002). **Operatoria dental**. 3 ed. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana. pp. 567-574, 672-675, 676-684.
2. Baum, L.; Phillips R. and Lund, M. (1995). **Textbook of operative dentistry**. Estados Unidos: W.B. Saunders Company. pp. 220-232 y 261-263.
3. _____ (1996). **Tratado de operatoria dental**. 3 ed. Estados Unidos: McGraw Hill Interamericana. pp. 204-208 y 222-235.
4. Ciani B., K. (2002). **Comparación microscópica de la microfiltración en dos tipos diferentes de compositas utilizadas en preparaciones clase II en primeras premolares extraídas, utilizando una solución básica de fucsina**. Tesis (Lic. Cirujana Dentista). Guatemala, Guatemala: Universidad Francisco Marroquín. Facultad de Odontología pp.5.
5. Emparanza, J. y Esteves, F. (2013). **Resistencia a la tracción de adhesivos de 2 pasos vs adhesivos autograbantes. Estudio In Vitro**. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Santiago, Chile: Universidad Mayor. Facultad de Odontología. pp. 3-5.
6. Lanata, E. et. al. (2003). **Operatoria dental: estética y adhesión**. Buenos Aires, Argentina: Grupo Guía. pp. 90-116, 165-172 y 221-225.
7. Mount, G. y Hume, W.R. (1999). **Conservación y restauración de la estructura dental**. España: Mosby. Harcourt Brace. pp. 94.
8. Nelson, G. et. al. (1980), **A Three year clinical evaluation of composite resin and high copper amalgam in posterior primary teeth**. *Journal of dentistry for children*. 47(6): 414-418.
9. 3M ESPE (2004). **Perfil técnico del producto. Adper Single Bond 2**. St. Paul. MN. EUA: 3M. pp. 3-16.
10. _____ (2010). **Perfil técnico del producto. Filtek Z350 XT**. Bogotá, Colombia: 3M. pp. 2.



11. _____ (2013). **Perfil técnico del producto. Filtek Bulk Fill.** Bogotá, Colombia: 3M. pp. 5-10.

12. Puckett, A. and Fitchie J. et. al. (1992). **The effects of incremental versus bulk fill techniquez on the microleakage of composite resin using a glass ionomer liner.** Operative Dentistry. Vol 17 (5): pp. 186-191.

13. Reisbick, M.H. (1982). **Materiales dentales en odontología clínica.** D.F, México: El Manual Moderno. pp. 38-69 y 74-77.

14. Roberson, T. M. et. al. (2002). **Art and science of operative dentistry.** 4 ed. St. Louis. Missouri. EUA: Mosby. pp. 190-207 y 238-299.

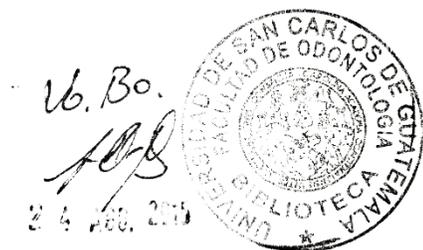
15. Schwartz, R. S. y Summit, J. B. (1999). **Fundamentos en odontología operatoria: un logro contemporáneo.** Venezuela: AMOLCA. pp. 141-143 y 210-215.

16. Silva e Souza, M. H. et. al. (2000). **Odontología Estética. Fundamento y aplicaciones Clínicas.** Sao Pablo, Brasil: Livraria Santos Editora. pp. 20.

17. Sturdevant, C.; Barton, R. and Sock Well, C. (2002). **Art and Science of operative dentistry.** United State of America: Mosby. Elsevier. pp. 196-213 y 497-505.

18. Tonn, E.; Ryge, G. and Cambers, D. (1980). **A two year clinical study of a carvable composite resin used as Class II restorations in primary molars.** Journal of dentistry for children. 47(6): 405-413.

19. Uribe Echeverría, J. (1990). **Operatoria dental: Ciencia y práctica.** Madrid: Ediciones Avances Medico-Dentales. pp. 207-225.



El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad del autor. Así mismo, manifiesta no tener ningún interés comercial ni económico con los fabricantes de los productos utilizados en este estudio.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'C' followed by 'arlos' and 'Martínez' in a cursive script. The signature is positioned above a horizontal line.

Br. Carlos Eduardo López Martínez

FIRMAS DE TESIS DE GRADO

Carlos Eduardo López Martínez
SUSTENTANTE

Dr. Herman Horacio Mejía Alarcón
Cirujano Dentista
ASESOR

Dr. Linton Roberto Grajeda Salazar
Cirujano Dentista
ASESOR

Dra. Elena María Vásquez Pinto de Quiñonez
Cirujana Dentista
REVISORA
Comisión de Tesis



Dr. Víctor Ernesto Villagrán Colón
Cirujano Dentista
REVISOR
Comisión de Tesis

IMPRÍMASE:

Vo. Bó.

Dr. Julio Rolando Pineda Córdón
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

