



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

INFLUENCIA DE CARGA MASTICATORIA EN LA  
MAGNITUD DE MICROFILTRACIÓN EN  
RESTAURACIONES CON RESINA DE  
NANORELLENO.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

*C I R U J A N A   D E N T I S T A*

P R E S E N T A:

MARÍA NICOLÁS DE LA CRUZ

TUTOR: MTRO. JORGE MARIO PALMA CALERO

ASESOR: MTRO. JORGE GUERRERO IBARRA

MÉXICO, D.F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ÍNDICE

1. Introducción.....	5
2. Antecedentes.....	6
3. Resinas compuestas.....	9
4. Partícula de relleno.....	12
4.1 Macrorelleno.....	12
4.2 Microrelleno.....	13
4.3 Híbrido.....	13
4.4 Microhíbrido.....	13
4.5 Nanorelleno.....	14
5. Nanotecnología.....	14
5.1 Características de las nanopartículas.....	16
5.2 Desarrollo del relleno.....	17
6. Comportamiento clínico de las resinas compuestas.....	18
7. Microfiltración.....	22
8. Planteamiento del problema.....	26
9. Justificación.....	26
10. Objetivos.....	27
a) General	
b) Específicos	
11. Hipótesis.....	27
12. Muestra.....	28
a) Criterios de inclusión	
b) Criterios de exclusión	
13. Material y Equipo.....	29
14. Metodología.....	30

15. Tipo de estudio.....	40
a) Variable dependiente	
b) Variable independiente	
16. Resultados.....	41
17. Discusión de resultados.....	44
18. Conclusión.....	45
19. Bibliografía.....	46

A mis padres por confiar en mí, por darme su cariño incondicional. Y permitiendo que mi proyecto de vida se haya cumplido.

A mi hijo y esposo José Manuel, por todos los momentos buenos y malos compartidos, por compartir su amor y estar siempre conmigo. Los amo

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

A la FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Al laboratorio de materiales dentales de postgrado

Al Dr. Jorge Mario Palma Calero por compartir esta experiencia y brindarme su apoyo en todo momento, a pesar de todo el trabajo que tiene siempre estuvo conmigo

GRACIAS

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las obturaciones estéticas son demandadas por los pacientes en odontología restauradora, tanto para dientes anteriores como posteriores. Las resinas compuestas han sido el material elegido para restaurar dichas cavidades con aceptable estética, ya que en la actualidad nos ofrecen una amplia gama de colores que podemos utilizar para darle ciertas caracterizaciones al diente y así ofrecer un trabajo más estético. Sin embargo la microfiltración es un defecto que presentan las resinas compuestas debido a la micro fase restauración-diente. La contracción de polimerización y el coeficiente de expansión térmico de las resinas compuestas son factores que favorecen el fenómeno de microfiltración.

La nanotecnología en el campo odontológico, ha permitido a los fabricantes de Resinas compuestas modificar la partícula que refuerzan al polímero matriz para reducir propiedades no deseables en el aspecto clínico. La partícula de relleno se ha modificado hasta llegar a 25 nanómetros, que es el tamaño que hoy en día tiene el relleno de algunas resinas compuestas para restauraciones.

El presente trabajo pretende establecer el nivel de microfiltración en restauraciones con este tipo de material, y establecer la influencia que pueda tener la carga masticatoria en el fenómeno.

## ANTECEDENTES

En el Siglo XVIII: se reconoció la odontología como una disciplina individualizada y se establecieron sus diferentes ramas.

Los composites han sido uno de los materiales que más cambios han presentado durante su desarrollo y han pasado por varias etapas comenzando durante la primera mitad del siglo XX. Los únicos materiales que tenían color del diente y podían ser empleados como materiales de obturación estética eran los silicatos.<sup>1</sup>

A partir de los años 50, comienzan a utilizarse los plásticos basándose en metacrilato y dimetacrilato, con el objeto de buscar un material más resistente y así evitar la irritación pulpar producida por los cementos de silicato por la acidez tan alta de estos cementos.

Entre las resinas acrílicas no reforzadas basadas en metacrilato usamos 2 sistemas: un sistema peróxido-amina que empleaba una amina terciaria, la N-dimetil p-toluidina como activador, la cual tenía la desventaja de cambio de color a pesar del agregado de protectores de luz ultravioleta, y que la reacción era inhibida por compuestos fenólicos.

El otro sistema tipo peróxido-ácido sulfínico, usaba el ácido p-toluelsulfínico como activador en la reacción. Estos productos eran inestables en presencia de aire y agua, y esta última inhibía la polimerización.

En el año de 1938 Castan inventó las resinas epoxídicas, que son la base de los composites actuales. Leader presentó en Inglaterra en 1984 una técnica de aplicación gradual por capas que incluía una resina acrílica autopolimerizable.

Posteriormente se utilizaron como material de obturación las resinas acrílicas reforzadas con vidrio, sílice, alúmina, diamante y aleaciones de plata, donde el polvo-liquido contenía casi 40% de polvo fino de silicato y PF (Posterior Filling), contenía 30% de vidrio de aluminosilicato. Este tipo de carga, con un relleno de refuerzo insoluble fue un intento para reducir la expansión térmica del material restaurador, prevenir la microfiltración marginal y mejorar la resistencia de obturación de resina.

Mas adelante comienzan los nuevos compuestos con Boguen R. L. en 1965 quien mezcló polvo de silicato con resina epóxica (Epon 828), mezcla que utilizó como material restaurador, a comienzos de los años 1970 combinó polvo vítreo de sílice con un monómero viscoso Bis-GMA (A glicidil dimetacrilato) que fue la principal innovación de Bowen, está molécula orgánica polimérica tiene menores cambios dimensionales y con el agregado de partículas inorgánicas disminuye aun más el cambio dimensional aumentando su resistencia. Esta mezcla de material inorgánico y orgánico tratado con un silano órgano funcional para poder unirse con el orgánico, es lo que recibe el nombre de resina compuesta.<sup>2</sup>

Desde su aparición hasta la fecha la formulación de Bowen, ha sufrido muchos cambios todos ellos encaminados a darnos productos con mejores propiedades físicas, sobre todo en lo que se refiere a reducir el cambio volumétrico, que es actualmente el fenómeno más sensible de este tipo de material.

En 1955 Buonocore utilizó el ácido ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas.



Los primeros composites de curado químico exigían mezclar la pasta-base con el catalizador con los siguientes problemas: derivados de la proporción, espatulado y estabilidad de color.

A partir de 1970 aparecieron los materiales compuestos polimerizados mediante radiaciones electromagnéticas, se utilizó en los primeros momentos la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (365nm) sin embargo producía efectos iatrogénicos y poca profundidad de polimerización, fue sustituida por la luz visible (427-491nm) actualmente en uso y desarrollo. <sup>3</sup>

Actualmente existe una gran variedad de resinas compuestas con nuevos monómeros y para aplicación de diversos procedimientos clínicos.

Evolución de las resinas compuestas:

1941 Sistema iniciador peróxido-amina

1950 Resinas acrílicas

1962 Monómero de Bowen

1963 Primer compuesto de macrorelleno

1970 Sistema iniciado por luz UV para uso odontológico

1974 Introducción de los microrellenos

1977 Primer microrelleno para uso en dientes anteriores

1977 Primer compuesto curado por luz visible

1980 Primer híbrido

1982 Compuesto para incrustaciones

1983 Macrorellenos altamente cargados para uso odontológico

1984 Compuestos microrellenos radioopacos

1996 Resinas compuestas fluidas

1998 Resinas compuestas empacables. <sup>2</sup>

## **RESINAS COMPUESTAS**

Las resinas compuestas fueron introducidas en 1962 en el campo de la odontología conservadora estética, minimizando los defectos de las resinas acrílicas y los cementos de silicato, hasta entonces los únicos materiales estéticos disponibles. En 1955 Buonocore utilizó el ácido ortofosfórico para incrementar la retención de las resinas acrílicas en la superficie adamantina.

Ralph L. Bowen. Desarrolló en 1962 una molécula orgánica polimérica que tiene menores cambios dimensionales llamada bis-fenol A glicidil dimetacrilato (BIS-GMA) y que con el agregado de partículas inorgánicas reduce aún más el cambio dimensional aumentando su resistencia. Esta mezcla de material orgánico y material inorgánico tratado con un silano órgano funcional para poder unirse con el orgánico, es lo que recibe el nombre de resina compuesta.

Las fórmulas de resinas compuestas poseen 3 componentes fundamentales:

- . La matriz orgánica de resina
- . El refuerzo inorgánico
- . El puente de unión entre las fracciones orgánica-inorgánica. <sup>4</sup>

### **MATRIZ ORGÁNICA**

En la mayor parte de las resinas compuestas se utilizan monómeros aromáticos o diacrilatos alifáticos, el sistema BIS-GMA es el que se utiliza con mayor frecuencia, también se emplea el dimetacrilato de uretano (UDMA).

El bis fenol A glicidil dimetacrilato, es una molécula donde los grupos terminales son grupos metacrílicos.

El BIS-GMA y el UDMA, son los más frecuentemente utilizados. Además de estos componentes, la matriz resinosa posee monómeros diluyentes necesarios para disminuir la viscosidad de los monómeros (BIS-GMA y UDMA) que poseen alto peso molecular. Los monómeros diluyentes frecuentemente utilizados son dimetacrilatos, como el TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato) el cual posibilita la incorporación de alto contenido de carga además de facilitar un material final con mejores características.<sup>5</sup>

Las ventajas en el BIS-GMA sugieren un aumento de resistencia a los esfuerzos, estabilidad dimensional y de color, menor contracción de polimerización y menor volatilidad lo que disminuye la formación de porosidades y mejor textura superficial.

El dimetacrilato de uretano presenta baja contracción de polimerización y mayor viscosidad, este compuesto permite el aumento de resistencia por la gran flexibilidad y unión de uretano.<sup>6</sup>

Las ventajas en el uso de este tipo de monómeros son:

- . La contracción de polimerización es mucho menor que la experimentada por las resinas de metacrilato de metilo, ya que en la molécula híbrida, el grupo acrílico es sólo una pequeña parte de la gran molécula
- . No es volátil
- . La reacción exotérmica de polimerización es baja
- . El tamaño de la molécula y su poca movilidad disminuye en la posibilidad de penetración en los túbulos dentinales, siendo menos irritante

Este copolimero es mucho más resistente, y de mejores propiedades físicas que los correspondientes a las resinas acrílicas, siendo de naturaleza termoestable.

### **Sistema de polimerización**

Los sistemas iniciadores son a base de peróxido de benzoilo y un activador que puede ser una amina terciaria para autopolimerización, o un derivado del ácido sulfínico para-tolildieta-nolamina o diquetona para fotopolimerización.

### **EL REFUERZO**

La fase inorgánica adicionada a la matriz de polímero, permitirá en alta concentración aumentar las características de resistencia compresiva, tensional, aumento de la dureza y resistencia a la abrasión, disminución del coeficiente de expansión térmica, así como la de la contracción volumétrica de polimerización. El refuerzo inorgánico puede oscilar entre un 50% hasta un 84% en peso. Dentro de los materiales usados como refuerzo podemos mencionar: cuarzo fundido, vidrio de aluminio-silicato, vidrio de boro-silicato, silicatos de litio y aluminio, fluoruro de Calcio, vidrio de estroncio, vidrio de Zn, Zirconio.

Se usan diferentes tamaños de partículas, muy finas como las de micropartícula, nanorrelleno y otros tamaños grandes o híbridas. En el caso de que se requiera radioopacidad se adiciona vidrio de Bario F, o estroncio y lantano.

Para que una sustancia utilizada como refuerzo actúe como tal, es necesario que dicho refuerzo tenga unión química a la sustancia a la cual va a reforzar. Para facilitar la unión entre 2 fases completamente diferentes químicamente, la orgánica o de polímeros y el refuerzo inorgánico se utilizan los agentes de unión. Esta unión debe de ser fuerte, de lo contrario se producirá el desprendimiento de las partículas de vidrio y la penetración de humedad en la interfaz. El agente de unión más efectivo y de uso actual es el metacril-oxi-propil-trimetoxi-silano. Los dobles enlaces de esta molécula permiten fácil unión a los monómeros metacrílicos, mientras las fracciones reaccionan con el grupo inorgánico de refuerzo constituyéndose así en un verdadero puente de unión.

La des adaptación y pérdida de sellado entre el material restaurador y las paredes dentarias permite el fenómeno de percolación marginal con entrada constante de microorganismos, fluidos, restos alimenticios, etc. Es quizás el factor de mayor significado en el proceso de irritación y alteración de la normalidad dentino-pulpar. Estudios microbiológicos demuestran la presencia de anaerobios gram- positivos y gram- negativos, cocos, etc. Que fácilmente pueden ingresar a lo largo de los túbulos dentinarios hacia las capas profundas.

## **PARTICULA DE RELLENO**

### **MACRORELLENO**

Son las primeras resinas compuestas aparecidas en el comercio y se caracterizaron por una fase orgánica compuesta por BIS-GMA, y un refuerzo en forma de esferas y prismas de vidrio en un porcentaje del 70%, este refuerzo era de macropartícula de 8-10 micrómetros.

Ventajas: propiedades ópticas buenas, propiedades físico-mecánicas, posible radio-opacidad.

Desventajas: imposibilidad de pulimiento, rugosidad superficial, acumulación de placa y pigmentación.

## **MICRORELLENO**

La fase orgánica o de polímeros se aumenta al 50%-60%, el porcentaje de refuerzo de vidrio en forma proporcional. Es la generación de las resinas de micropartícula, el tamaño de partícula del material de refuerzo es de 0.04 micrómetros.

Ventajas: alto grado de pulimiento, buena estética, conserva tersura.

Desventajas: radiolúcidas, sensibles a la técnica, algunos problemas en propiedades ópticas y físicas.

## **HIBRIDOS**

En donde se involucran en la fase inorgánica diferentes tamaños de partículas micro y macro

Ventajas: buenas propiedades ópticas, buenas propiedades físicas, resistencia a la abrasión, cualidades de morfología-superficial

Desventajas: características de pulido y morfología superficial inferiores comparadas con las micropartículas. <sup>4</sup>

## **MICROHIBRIDOS**

Están constituidos por partículas de relleno que oscilan entre 0.04 hasta los 3 micrones, con un promedio de tamaño que oscila entre 0.4 y 0.8 micrones. Presenta muy buenas propiedades estéticas, una alta capacidad de pulido y buena resistencia a la abrasión.

## **NANORELLENO**

Están compuestas con partículas de relleno que van de 25 nm. Estos sistemas poseen una buena resistencia al desgaste gracias al tipo de relleno. Este relleno nanométrico genera un pulido de alta duración y manteniendo las propiedades de resistencia mecánica.

## **NANOTECNOLOGIA**

La nanotecnología nos brinda la capacidad de diseñar materiales con características totalmente nuevas.

Un nanómetro es  $1/1,000,000,000$  (una billonésima parte) de un metro o  $1/1000$  (una milésima) de una micra. Esto es 10 veces el diámetro de un átomo de nitrógeno o  $1/80,000$  de un cabello humano. Con frecuencia, la nanotecnología se usa para describir investigaciones o productos en donde las dimensiones de los componentes críticos se encuentran en un rango de 0.1 a 100 nanómetros. La nanotecnología puede utilizarse para lograr que los productos sean más ligeros, más fuertes, más baratos y más exactos.

La nanotecnología está mejorando los productos que utilizamos cotidianamente.

En el campo odontológico la meta era usar la tecnología para crear una resina que ofreciera la retención de pulido de un microrelleno con la fuerza de una resina híbrida.

La nanotecnología ha desarrollado una nueva resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25nm y los nanoclústers de 75nm.

Los nanoclústers están formados por partículas de zirconia/silica o nanosilica de tamaño nanométrico, aglomeradas en racimos y con uniones holgadas, lo que se desprende durante la abrasión son las partículas primarias (de tamaño nanométrico) y no los nanoclústers. Esto aumenta la retención de pulido de la resina compuesta polimerizada, cuando se compara con las resinas híbridas convencionales. Los clústers son tratados con silano para lograr entrelazarlos con la resina.

La combinación de partículas nanométricas con la fórmula de nanoclústers reduce los espacios intersticiales entre las partículas de relleno. Esto permite una mayor carga de relleno, mejores propiedades físicas y una mejor retención de pulido.

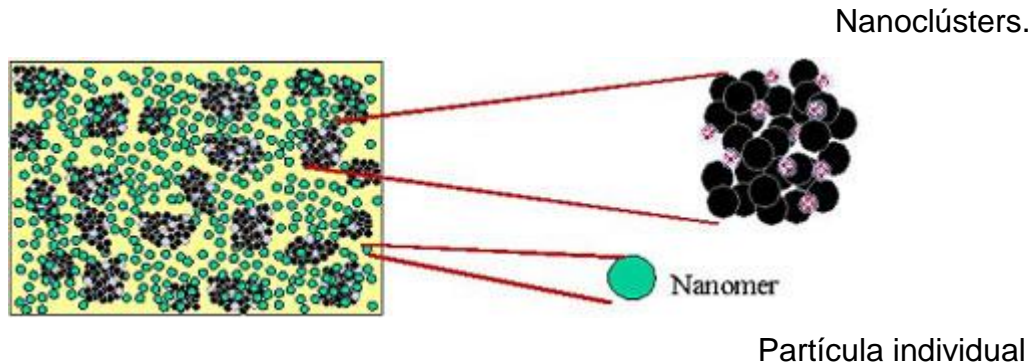
Esta generación de resina ha sido sometida a pruebas por grupos de investigación y ha demostrado poseer las cualidades mecánicas que un material debe de presentar para poder soportar las fuerzas masticatorias, resistencia compresiva, resistencia flexural, baja contracción de polimerización, resistencia a la fractura, alta capacidad de pulido, adecuado módulo de elasticidad, son algunas propiedades que han sido evaluadas superando las normas de control de calidad.

Al presentar un menor tamaño de partícula, se logra un mejor acabado de la resina, disminuyendo las posibilidades de biodegradación del material con el tiempo.

La combinación de partículas nanométricas con nanoclústers reduce los espacios intersticiales de las partículas de relleno, produce una menor contracción de polimerización, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspídea, además de disminuir la presencia de “microcracks” a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la



microfiltración marginal, penetración bacteriana, pigmentación y posible sensibilidad.<sup>7</sup>



## CARACTERÍSTICAS DE LAS NANOPARTICULAS

Por ser tan reducidas de tamaño no reflejan la luz. Se sabe que un cuerpo reflejará la luz (y tendrá color y opacidad) cuando tenga un tamaño mínimo similar a la mitad de la longitud de onda menor del espectro de luz visible (que es 400 nm), es decir que ese cuerpo deberá tener más de 200nm para reflejar la luz. Las nanopartículas son de tamaños menores por lo que las ondas de luz no rebotan en ellas. Es decir que se comportan como transparentes, la luz las atraviesan sin reflejarse en ellas.

Por esta razón es que se puede incorporar en la composición de los composites sin modificar la opacidad / translucidez de los mismos.

Otro aspecto es que las nanopartículas siendo sólidos tienen (en virtud de su tamaño) comportamientos atípicos comportándose como líquidos; una composición de un composite exclusiva de nanopartículas generará un líquido viscoso transparente. Cuanto más nanopartículas se incorporen, más líquido será ese material.

Por esta razón se podrán incorporar en un composite y no modificará la viscosidad, es decir no lo hará más viscoso si no que tal vez hasta la fluidifique.

Sien embargo estas características, de ser transparentes y comportarse como líquidos, las invalidan como material de relleno único: deben acompañarse de partículas más grandes, de tamaño promedio de 1 micrón. Estas partículas actuarán como soporte o andamiaje para las partículas nanométricas y por lo tanto otorgaran la viscosidad al material, regulan la consistencia, el color, la opacidad, y la radioopacidad. <sup>7</sup>

## **DESARROLLO DEL RELLENO**

La nanorresina contiene una exclusiva combinación de nanopartículas y nanoclústers. Las nanopartículas son partículas individuales no aglomeradas y no agregadas de 20 nm. Los rellenos de nanoclústers son aglomerados de partículas nanométricas con uniones holgadas. Los aglomerados actúan como una sola unidad permitiendo una alta carga de relleno y alta resistencia.

Dado que las partículas de relleno dispuestas en nanoclústers consisten en partículas de tamaño nanométrico en aglomeraciones con uniones holgadas, lo que se desgasta durante la abrasión son las partículas primarias (de tamaño nanométrico), y no los nanoclústers. Esto aumenta la retención de pulido de la resina compuesta polimerizada. La fórmula de la resina compuesta incluye ambos rellenos de nanopartículas y nanoclústers.

La combinación de partículas nanométricas con la fórmula de nanoclústers reduce los espacios intersticiales de las partículas de relleno. Esto permite

una mayor carga de relleno, mejores propiedades físicas y una mejor retención de pulido.<sup>8</sup>

## **COMPORTAMIENTO CLÍNICO DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

### **CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN**

La contracción de polimerización es un fenómeno anexo a la polimerización. Por lo tanto cualquier material que endurezca por esa vía presentara algún grado de variación dimensional.

La contracción que experimentan las resinas compuestas al polimerizar dependerá del tamaño y la cantidad de los monómeros, la puede incidir en una separación del material restaurador con las paredes cavitarias, generando una brecha por la cual se producirá la microfiltración marginal.

Para minimizar lo más posible el efecto de la contracción de polimerización, se debe lograr una buena adhesión de la restauración a los tejidos dentarios, de manera que la interfase existente entre material restaurador y diente disminuya.

Por otro lado se ha demostrado que realizando una polimerización gradual, es decir, iniciando la fotoactivación de la resina compuesta con menor intensidad de luz, seguida por una fotoactivación final con mayor intensidad se logrará una mejoría en la adaptación marginal preservándose las propiedades mecánicas del material.

A partir de la iniciación se comienza a formar la cadena polimérica lineal y luego la cadena cruzada tridimensional con la consiguiente evolución de

calor y la contracción de la masa que polimeriza. Las resinas compuestas sufren inevitablemente una determinada contracción volumétrica al polimerizar. Una masa de resina compuesta colocada libremente sobre una superficie no reactiva, ni atractiva polimerizará libremente con un patrón de contracción centrípeto. Si la masa de resina se encuentra sobre una superficie atractiva energéticamente, polimerizará experimentando una contracción de polimerización hacia esa superficie. La situación se hace más compleja cuando el material se encuentra confinado dentro de paredes circundantes, como es el caso de una cavidad clase I

Davidson y colaboradores, describieron el factor de configuración geométrico conocido como factor C. Este valor está íntimamente relacionado con el patrón de contracción de una resina compuesta al polimerizar:

Factor C= número de superficies contactantes dividido por número de superficies libres.

El cálculo para la clase I =5 superficies para adherir/ 1 superficie libre.

Cuando la resina polimeriza en contacto con paredes laterales, si la unión es débil, la resultante de la contracción será el desprendimiento y la apertura lateral que permitirá la filtración a nivel marginal.

Si por el contrario la unión a las paredes es fuerte, se generará una tensión entre ellas, ocasionando muchas veces deflexión o microfracturas de la estructura dentaria. En ocasiones la generación de estas tensiones puede llegar a valores tan altos como 15 MPa, y puede ocasionar sensibilidad post-operatoria en el paciente. <sup>4</sup>

## **SORCION ACUOSA**

La sorción acuosa es un fenómeno en el que están presentes la adsorción y la absorción. Adsorción se refiere a un proceso de acción superficial, por el cual una sustancia penetra en las primeras capas con espesor molecular o de varios centenares de ángstroms, por medio de adosamiento sobre la superficie de un sólido o un líquido (la saliva en el esmalte). Absorción es un proceso por el cual una sustancia se difunde o penetra en el material sólido (la saliva en la base de acrílico de una prótesis total).

Cuando están presentes los fenómenos de adsorción y absorción pero no se sabe cual de ellos predomina se emplea el término sorción, ejemplo, en odontología las resinas acrílicas presentan sorción acuosa.

Para las resinas compuestas la presencia de sorción acuosa se traduce clínicamente en una expansión higroscópica, la cual podemos minimizar en la medida que el monómero de la resina compuesta sea de mayor peso molecular. Debe de existir una buena adhesión entre la fase matriz y la fase dispersa mediante el agente de unión, ya que si aquella se encuentra deteriorada, aumenta la sorción acuosa y por ende su expansión higroscópica.<sup>9,12</sup>

## **COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA**

Se define como el cambio de longitud por unidad de la longitud original de un material cuando su temperatura aumenta o disminuye 1°C.

La medida en la que cambia el volumen de un cuerpo al modificar su temperatura se conoce como coeficiente de expansión térmico.

La disminución de la temperatura hará que los materiales se contraigan y el aumento que se dilaten. Este es un factor muy importante en el comportamiento de los materiales dentales y tiene relación directa con la energía interna o de unión de la materia.

Para evitar efectos indeseables debidos a este fenómeno deberá considerarse tanto la temperatura ambiental como la de los alimentos que se consumen.

La restauración de un diente puede expandirse o contraerse más que el diente durante los cambios de temperatura, así que la restauración puede filtrar. Los materiales de restauración pueden cambiar de dimensiones 4.4 veces más que el esmalte del diente por cada grado de temperatura que cambia. Sin embargo, aunque las dimensiones de un patrón de cera pueden cambiar en forma notable cuando la temperatura se modifica 20°C, la relativa contracción de una restauración de amalgama de 10mm de ancho es sólo de 5µm cuando la temperatura desciende 20°C, ya que el esmalte dental se contrae cerca de 2.2µm. Por lo tanto, la diferencia neta es de 2.7µm, que es mucho más pequeña que el cambio dimensional de 220µm entre las cúspides que están sometidas a tensiones mecánicas durante la polimerización de las resinas de bases compuestas. Estas tensiones térmicas no pueden eliminarse por completo, pueden reducirse considerablemente si se seleccionan materiales cuyos coeficientes de expansión o contracción se igualen lo más posible al esmalte del diente (menos de 4%).<sup>4</sup>

## **MICROFILTRACIÓN**

Es la filtración de microorganismos y fluidos, a lo largo de la interfase de contacto entre un material restaurador o un cemento, y las paredes de una preparación cavitaria. Puede hallar camino a través de la dentina hasta el piso cavitario y acceder a la pulpa afectándola. <sup>9</sup>

## **MICROFILTRACIÓN MARGINAL**

Es un fenómeno que puede producirse a nivel del esmalte próximo al borde del material con que se obturó una cavidad operatoria. Determina la pérdida del sellado a ese nivel. El grabado ácido del esmalte adecua la pared de éste volviéndola más apta para recibir y retener resinas reforzadas disminuyendo el riesgo de microfiltración marginal.

Cuando la microfiltración se debe a diferente coeficiente de expansión térmica, la ingestión de alimentos calientes, hará que el material se expanda más que los tejidos dentarios reconstituyendo la unión; en este proceso, el fluido que había entrado tiende a salir. La entrada y salida de fluidos de la interfase por estos cambios de volumen se llama percolación.

10

La penetración de fluidos orales y bacterianos a través de los márgenes de la restauración ha sido uno de los mayores problemas. La microfiltración de fluidos salivales y bacterias entre las paredes cavitarias y la restauración están asociadas con sensibilidad posoperatoria, reincidencia de caries, irritación y necrosis pulpar. A pesar de que la microfiltración marginal no se puede eliminar por completo, sí puede ser controlada ya que es una causa de falla de restauraciones.

En 1976, Kidd definió la microfiltración como el paso de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre la pared cavitaria y el material restaurador colocado en ella. El fracaso del sellado marginal de una restauración puede contribuir a la pigmentación de la misma e incluso a la aparición de respuestas pulpares y sensibilidad postoperatoria. Por lo tanto al emplear cualquier material restaurador debemos conocer su capacidad de sellado marginal, ya que esto indicará su duración y pronóstico clínico. <sup>10</sup>

Brännstrom y colaboradores (1971-1974) propusieron que la infección causada por penetración de microorganismos por filtración marginal alrededor de la restauración, y especialmente debajo de ésta, es mayor amenaza para la pulpa que la toxicidad de los materiales de restauración.

Nordenvall y colaboradores (1979) predijeron que si se deja uno de los microorganismos en la capa de dentritos, pudieran desarrollarse más de 100 000 millones de organismos en las siguientes 24 horas si las condiciones fueran favorables.

Cuando ocurre desvitalización de la pulpa después de procedimientos de restauración, probablemente sea resultado de efectos combinados de las lesiones mecánicas inducidas durante el corte de los tejidos dentarios, la toxicidad de los materiales de restauración y la acción bacteriana.

La mayor parte de los materiales que se colocan de nuevo resultan algo tóxicos y bactericidas, pero pierden sus efectos antibacterianos con el paso del tiempo. En los primeros días, la amalgama y el cemento de silicato son tan antimicrobianos como el ZOE, pero los efectos antibacterianos del ZOE duran más tiempo.



Es totalmente dudoso que la filtración marginal se elimine por completo, pero puede controlarse. Cuando la filtración extensa se relaciona con defectos clínicos de restauración, puede ocurrir caries recurrente. Si la pulpa no está inflamada, no hay razón absoluta para que los procedimientos dentales causen la muerte de la misma. <sup>11</sup>

## **ESTUDIOS POR TINTES PARA MEDIR EL NIVEL DE MICROFILTRACIÓN**

En los estudios de microfiltración por tintes, se han utilizado colorantes como la hematoxilina, el verde brillante, el azul de metileno y la tinta china. La forma de evaluar la penetración de estos tintes, es a través del seccionamiento de especímenes o por clarificación.

El seccionamiento es un método que no permite el análisis tridimensional del espécimen, ya que al seccionarlo se altera la anatomía, por el contrario, los de clarificación sí la conservan.

Para la utilización de estos colorantes, se deben considerar algunos aspectos como; el tamaño molecular, el pH, la reactividad química, la tensión superficial, el efecto y la afinidad con los tejidos dentarios.

El tamaño molecular no debe ser muy pequeño ya que los resultados de penetración serán mayores de los que realmente penetran las bacterias. El pH no debe ser ácido, ya que se puede producir un efecto desmineralizante que ayuda a la penetración del tinte. La tensión superficial de ser muy baja, la penetración sería mayor y de ser muy alta, la penetración tardaría varios días.

El azul de metileno tiene un pH de 4.7, su tamaño molecular es pequeño, su molécula es muy volátil, se evapora a las 72 horas, su tensión superficial es muy baja y tiene un efecto desmineralizante sobre el tejido. En contraste con el azul de metileno, la tinta china es un colorante estable, de pH neutro, de molécula grande, y de tensión superficial alta; sin embargo debido a su gran tamaño molecular y su alta tensión superficial, su penetración dura alrededor de 15 días

Los estudios con radioisótopos se ven afectados por el tipo de isótopo, la distancia entre la fuente de radiación y la emulsión, y los diferentes tiempos de exposición. Los radioisótopos también son más pequeños que las bacterias y pueden distribuirse en forma diferente.

La técnica de filtración de fluidos permite evaluar la capacidad de un material para resistir la microfiltración, cuando se somete a cambios de presión. La medición del filtrado refleja la totalidad de la filtración acumulada en la interfase restauración - dentina y en consecuencia, aporta información con valor cuantitativo. Sin embargo en estos estudios sólo se tiene en cuenta el grado de penetración de los fluidos al someterlos a presión sin utilizar modelos de penetración de bacterias que se asemejen más a la realidad (Bates y col. 1996).

Los métodos electroquímicos imprimen movimiento a los modelos de penetración con tintes, sin embargo, se siguen viendo afectados por todos los aspectos anteriormente mencionados.<sup>12</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La microfiltración en restauraciones dentales es un fenómeno que ocurre debido a que los materiales tienen una contracción y expansión diferentes al de los tejidos dentarios, al ser sometidos a diferentes cambios de temperatura estando en el medio bucal; esto crea una interfase entre el material de obturación y la estructura dentaria por donde fluidos y microorganismos penetran provocando sensibilidad, reincidencia de caries y desalajo del material de restauración.

## **JUSTIFICACIÓN**

La nanotecnología en resinas compuestas brinda una amplia gama de materiales de restauración con nanorellenos; dichos materiales pueden ser colocados en cavidades operatorias tanto anteriores como posteriores. Siendo estos materiales de reciente aparición, se justifica verificar su comportamiento en cuanto al fenómeno de microfiltración

## **OBJETIVO GENERAL**

Comparar el nivel de microfiltración en resinas de nanorelleno sometidas a carga masticatoria y sin ella.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar obturaciones con resina de nanorelleno en zonas sin carga masticatoria y en zonas con dicha carga.
2. Someter el grupo designado para carga, a ciclos de carga masticatoria simulada.
3. Termociclar la totalidad de la muestra y posteriormente someterla al efecto de la tinción.
4. Determinar la presencia y magnitud de microfiltración.
5. Establecer la influencia de la carga en el fenómeno de microfiltración.

## **HIPÓTESIS**

La muestra sometida a carga masticatoria mostrará mayor magnitud de microfiltración

## **MUESTRA**

20 premolares y molares humanos extraídos por motivos de ortodoncia y periodoncia.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

1. Premolares y molares humanos extraídos recientemente.
2. Especímenes hidratados
3. Especímenes anatómicamente íntegros
4. Especímenes sin caries

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

1. Premolares y molares humanos extraídos no recientemente.
2. Especímenes deshidratados y contaminados
3. Especímenes con abrasión
4. Especímenes fracturados
5. Con caries

## **MATERIAL Y EQUIPO**

Pieza de mano de alta velocidad

Pieza de mano de baja velocidad

Lámpara de LED para fotopolimerización 3M ESPE Elipar™ Frelight 2

Resina de nanorelleno Filtek TM Z350 3M ESPE

Ácido fosfórico al 37%

Sistema adhesivo dental 3M Single Bond

Azul de metileno al 2%

Discos soft-flex 3M

Fresa de 12 cuchillas para terminado

Fresa de 24 cuchillas para terminado

1x4 espejo, pinzas de curación, explorador y escavador

Termocicladora

Maquina instron

Lentes de protección

Regla de plástico

Cortadora con disco de diamante

Microscopio de medición 1.14 E

Ambientador (Horno Felisa)

Paralelizador Leitz

Espátulas con puntas de teflón

Fresas de carburo de tungsteno de pera # 330

Pincel para sistema adhesivo

Esmalte de uñas

Acrílico auto curable (monómero y polímero)

Conformadores de muestra (anillos metálicos)

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio in Vitro sobre nivel de microfiltración en la interfase entre restauración y tejidos dentarios.

Se incluyeron 2 grupos de estudio:

1. Molares permanentes en los que se realizaron cavidades clase I, y se obturaron con resina de nanorelleno Filtek™ Z 350 (3M ESPE), este grupo se sometió a carga masticatoria simulada.

Grupo 2. Molares permanentes en los que se realizaron cavidades de clase V, que se obturaron con resina de nanorelleno Filtek™ Z 350 (3M ESPE).

Para el grupo 1.

Se colocaron los especímenes en los conformadores de muestras, los cuales tenían un diámetro de 3 cm. por 2 cm. de alto; en dichos anillos, se colocóacrílico auto curable y antes de que polimerizara, se sumergió la parte radicular de los especímenes, y se llevó el conjunto a un paralelizador para asegurar que el plano oclusal quedará paralelo a la horizontal (Fig. No 1,2).



Fig. No 1

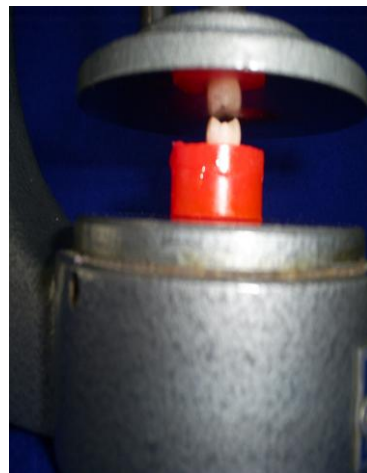


Fig.No 2

Se realizaron cavidades de clase I, utilizando fresas de carburo de tungsteno de pera (#330), con pieza de alta velocidad e irrigación de agua, se procuró que las cavidades tuvieran una profundidad y amplitud igual, tomando como referencia el área de trabajo de la fresa (Fig. No 3)



Fig. No 3

A continuación se realizó el grabado ácido de las cavidades con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos, se lavaron con agua corriente durante 10 segundos hasta eliminar el ácido, el exceso de agua en las cavidades fue eliminado con torundas de algodón absorbente. (Fig. No 4, 5)



Fig. No 4



Fig. No 5



Posteriormente se aplicaron con el sistema adhesivo 2 capas durante 15 segundos y se foto polimerizó durante 10 segundos con una lámpara de LED. (Fig. No 6,7)



Fig. No 6

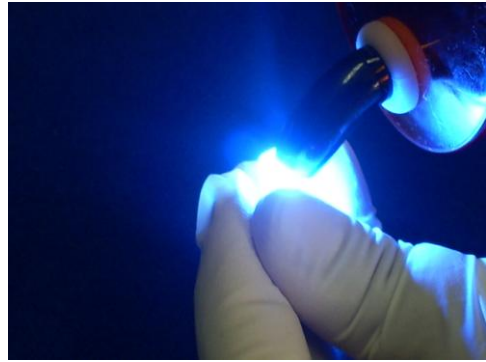


Fig. No 7

Las cavidades fueron obturadas con resina de nanorelleno (3M ESPE) con la técnica de capas incrementales utilizando presión moderada con espátulas con puntas de teflón, hasta obturar por completo la cavidad. El pulido de la restauración se hizo con piedra de Arkansas y fresas para terminado de resinas de 12 y 24 cuchillas. (Fig. No 8,9)

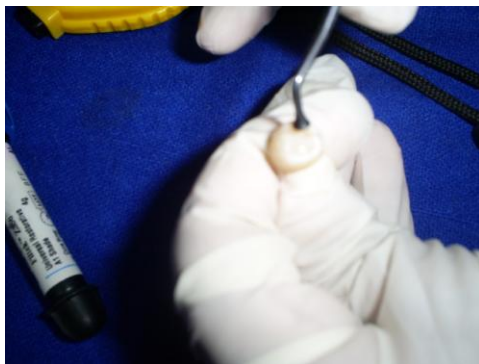


Fig. No 8

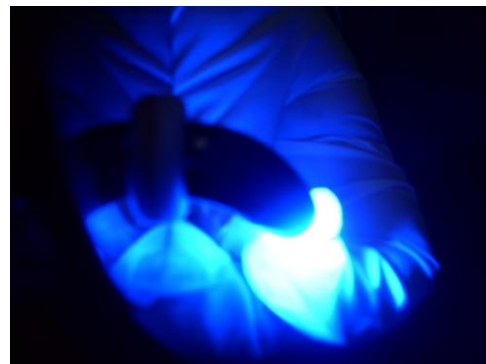


Fig. No 9

Después de la obturación, los especímenes fueron sumergidos en agua destilada y transportados a un ambientador donde se mantuvieron a una temperatura constante de 37°C durante 24 horas. (Fig. No 10)



Fig. No 10

Este grupo de especímenes con restauración en clase I, fue sometido a un proceso de cargas cíclicas de masticación simulada en la máquina instron que constó de 50 ciclos con una carga de 141 Kg. F (Fig. No 11,12)

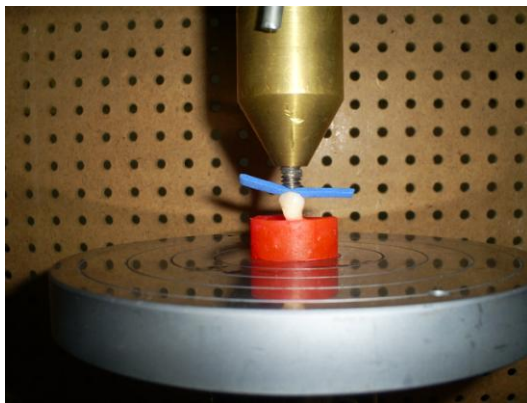


Fig. No 11

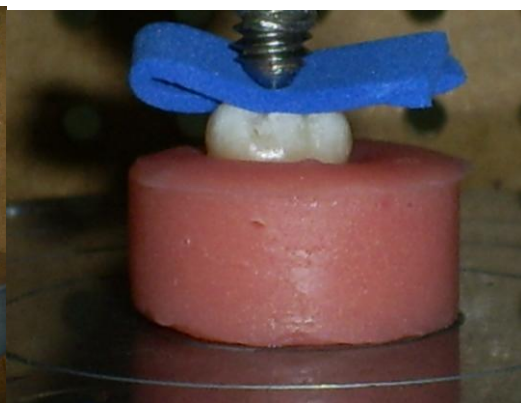


Fig. No 12

Posteriormente los especímenes fueron sometidos a un proceso de termociclado de 500 ciclos con temperaturas de 5°C y 55±2°C. (Fig. No 13,14)



Fig. No 13



Fig. No 14

Después del termociclado los especímenes se sellaron con dos capas de esmalte para uñas dejando un espacio de medio milímetro entre los márgenes de la restauración y el esmalte aplicado. Después de haber aplicado el esmalte, la parte coronal fue sumergida en una solución de azul de metileno al 2 %, durante 24 horas bajo una temperatura constante de 37°C. (Fig. No 15,16)

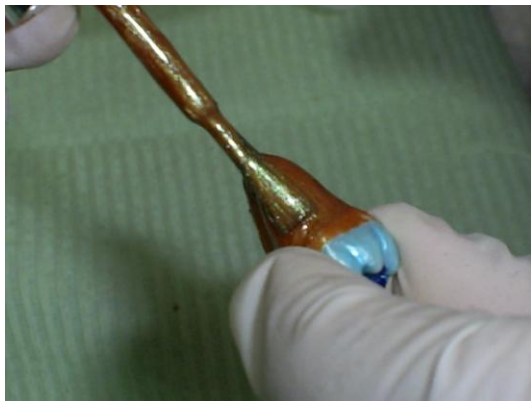


Fig. No 15

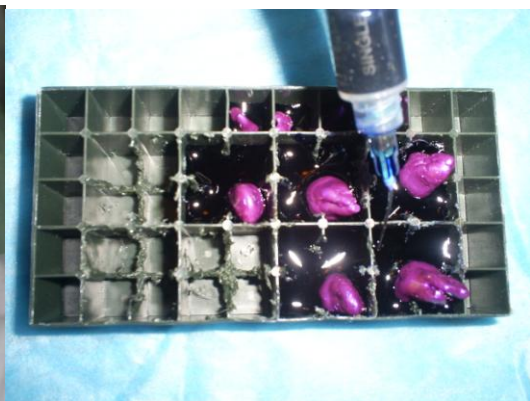


Fig. No 16

Posteriormente se realizó lavado con agua corriente para retirar el exceso de la tinción, y todos los especímenes fueron fijados con acrílico autocurable a una regla de plástico para facilitar su manipulación durante el corte en la recortadora. (Fig. No 17,18)



Fig. No 17



Fig. No 18

Se realizó el corte longitudinal justo por el centro de la restauración en la recortadora con un disco de carburo de tungsteno, y posteriormente, mediante observación al microscopio se determinó el nivel de filtración de la tinción de azul de metileno al 2%. (Fig. No 19,20)

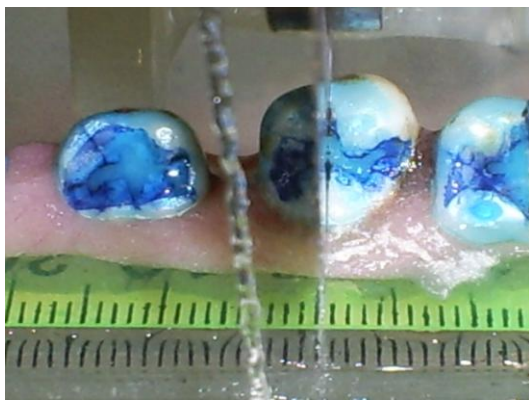


Fig. No 19

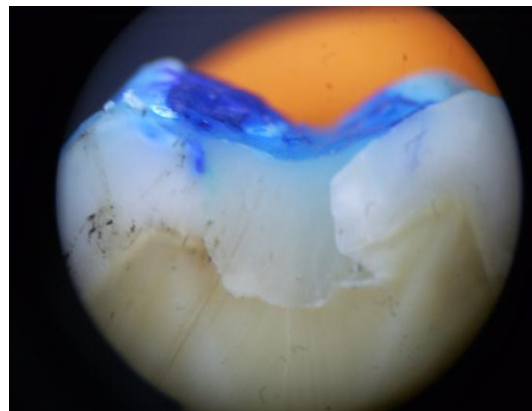


Fig. No 20

Para el grupo 2.

Se realizaron cavidades de clase V, utilizando fresas de carburo de tungsteno de pera (#330), con pieza de alta velocidad e irrigación de agua, se procuró que las cavidades tuvieran una profundidad y amplitud igual, tomando como referencia el área de trabajo de la fresa. (Fig. No 21)



Fig. No 21

A continuación se realizó el grabado ácido de las cavidades con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos, se lavaron con agua corriente durante 10 segundos hasta eliminar el ácido, el exceso de agua en las cavidades, fue eliminado con torundas de algodón absorbente. (Fig. No 23,24)



Fig. No 23



Fig. No 24

Posteriormente se aplicaron con el sistema adhesivo 2 capas durante 15 segundos y se foto polimerizó durante 10 segundos con una lámpara de LED. (Fig. No 25)



Fig. No 25

Las cavidades fueron obturadas con resina de nanorelleno (3M ESPE) con la técnica de capas incrementales utilizando presión moderada con espátulas con puntas de teflón, hasta obturar por completo la cavidad. El pulido de la restauración se hizo con piedra de Arkansas y discos soft-flex. (Fig. No 26).



Fig. No 26

Después de la obturación, los especímenes fueron sumergidos en agua destilada y transportados a un ambientador donde se mantuvieron a una temperatura constante de 37°C durante 24 horas.

Posteriormente los especímenes fueron sometidos a un proceso de termociclado de 500 ciclos permaneciendo con una temperatura de 5°C y 55±2°C.

Después del termociclado los especímenes se sellaron con dos capas de esmalte para uñas dejando un espacio de medio milímetro entre los márgenes de la restauración y el esmalte aplicado. Después de haber aplicado el esmalte, la parte coronal fue sumergida en una solución de azul de metileno al 2 %, durante 24 horas bajo una temperatura constante de 37°C. (Fig. No 27,28)



Fig. No 27



Fig. No 28

Posteriormente se realizó lavado con agua corriente para retirar el exceso de la tinción, y todos los especímenes fueron fijados con acrílico autocurable a una regla de plástico para facilitar su manipulación durante el corte en la recortadora. (Fig. No 29)



Fig. No 29

Se realizó el corte longitudinal justo por el centro de la restauración en la recortadora con un disco de carburo de tungsteno, y posteriormente, mediante observación al microscopio se determinó el nivel de filtración de la tinción de azul de metileno al 2%. (Fig. No 30)

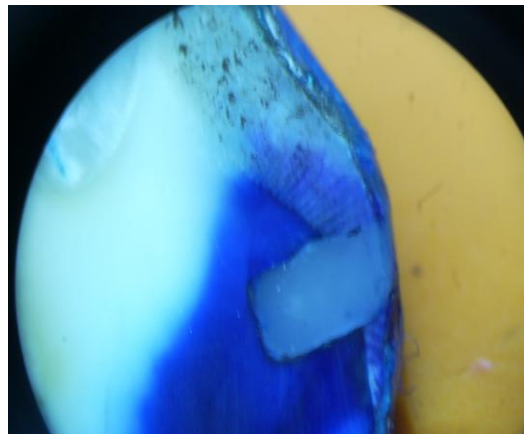


Fig. No 30



## **TIPO DE ESTUDIO**

Experimental

## **VARIABLE DEPENDIENTE**

Microfiltración

## **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Tipo de cavidades

Cargas de masticación simulada

## RESULTADOS

Las muestras fueron observadas a través del microscopio por 5 observadores quienes reportaron la presencia de microfiltración y su magnitud, para esto se tomó el siguiente parámetro:

0 = No hay filtración

1 = Filtración sólo en esmalte

2 = Filtración en esmalte y dentina

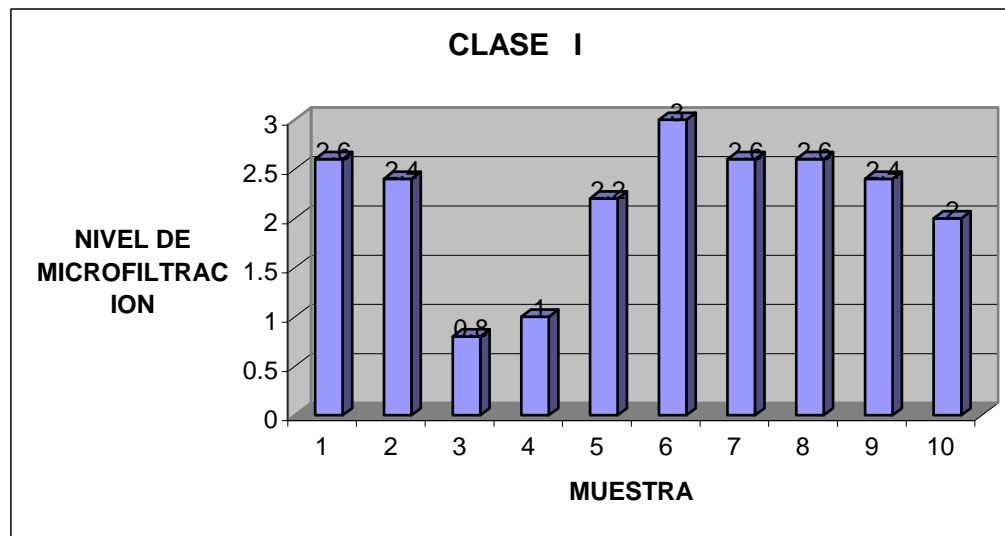
3 = Filtración en esmalte, dentina y pulpa

En el cuadro 1 se reportan los resultados de las muestras clase I observados al microscopio por los 5 observadores donde se señala el nivel de microfiltración y su grafica correspondiente.

CLASE I										
MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OBSERVADOR 1	2	3	1	1	2	3	3	2	2	1
OBSERVADOR 2	3	2	0	1	3	3	2	2	2	3
OBSERVADOR 3	3	2	1	1	2	3	2	3	3	3
OBSERVADOR 4	2	2	1	1	2	3	3	3	2	3
OBSERVADOR 5	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3
TOTAL	13	12	4	5	11	15	13	13	12	10
PROMEDIO	2.6	2.4	0.8	1.0	2.2	3.0	2.6	2.6	2.4	2.0

Promedio general

$$21.6 / 10 = 2.16$$

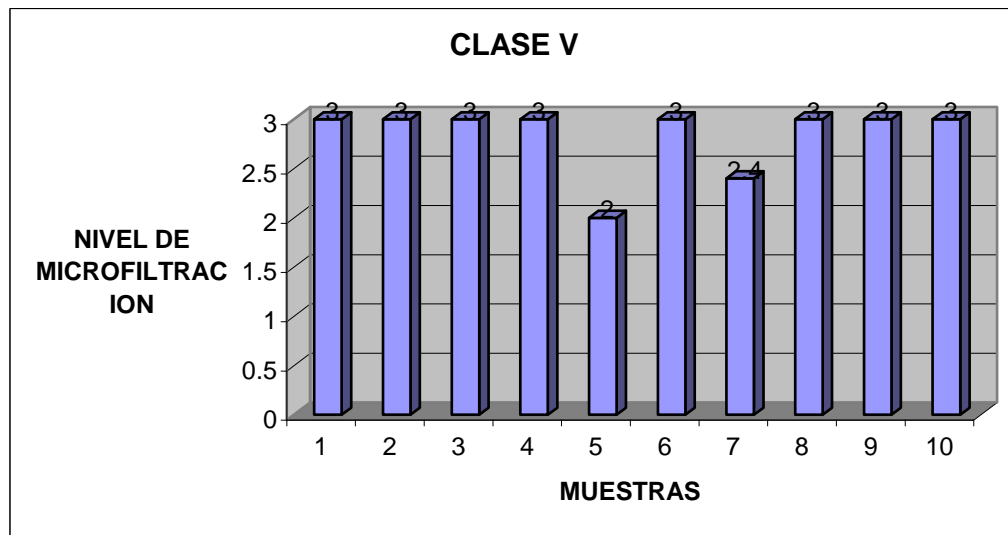


En el cuadro 2 se reportan los resultados de las muestras clase V observados al microscopio por los 5 observadores donde se señala el nivel de microfiltración y su grafica correspondiente.

CLASE V										
MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OBSERVADOR 1	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
OBSERVADOR 2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
OBSERVADOR 3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
OBSERVADOR 4	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
OBSERVADOR 5	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
TOTAL	15	15	15	15	10	15	12	15	15	15
PROMEDIO	3	3	3	3	2	3	2.4	3	3	3

Promedio general

$$28.4/10 = 2.84$$



## DISCUSIÓN

La microfiltración es un fenómeno común en las restauraciones con resina compuesta, dicho fenómeno está relacionado con la contracción de polimerización y con el alto nivel de CETL que muestran todos estos materiales. El problema ha sido motivo de muchas investigaciones y preocupación para fabricantes.

Sin embargo en este presente estudio no se consiguió garantizar un sellado marginal completo en la interfase restauración y tejidos dentarios, ya que el mayor porcentaje de las muestras presentaron microfiltración de moderada a severa. En algunos estudios no han encontrado mejoras significativas en las propiedades físicas de los composites; Cobb, Kelsey y Choi en sus respectivos trabajos encuentran que los composites tienen propiedades mecánicas comparables y en algunos casos inferiores a los composites híbridos convencionales.

Por lo tanto en este trabajo nuestra hipótesis no tuvo relación con nuestros resultados, ya que en cavidades clase I restaurados con esta resina de nanorrelleno se obtuvo menor microfiltración, que en cavidades clase V, donde se obtuvo mayor microfiltración.

## **CONCLUSIÓN**

Bajo la metodología en la cual se llevó a cabo esta investigación, las muestras con cavidades clase I obturadas con resina de nanorelleno y que fueron sometidas a carga de masticación simulada tuvieron menor nivel de microfiltración en comparación con las cavidades clase V obturadas con resina de nanorelleno que no se sometió a cargas de masticación simulada tuvo mayor nivel de microfiltración.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Odontología estética, Ashheim Dale, segunda edición, editorial Harcout mosby
2. Biomateriales dentales. José Luis Cova Natera
3. Hofmann N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-actived composite shirinkage strain kinetics, temperatura rise, and harenes. Eur J oral sci 2002;110:471-9
4. Biomateriales odontológicos de uso clínico, Humberto José Guzmán Báez, tercera edición 2003, ediciones ECOE.
5. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores, Marcelo C. Chain, Luis Narciso Baratieri, editorial artes medicas latinoamericanas.
6. Odontología restauradora y estética. Adair Luis Stefalleno B, editorial amolda. México DF 2005.
7. Ernst, C-P and B. willershausen. Determination of polymerization stress of conventional and new clustered microfill- composites in comparison with hybrid composites J.dent res 81, 2003, 921
8. <http://www.3M.com>
9. Diccionario de odontología, Marcelo Friedenthal, segunda edición, editorial panamericana
10. Evaluation Of. compoglass micro leakage in primary molars, De Nova- Garcia M. Joaquin, 2001
11. Ciencia de los materiales dentales, de Phillips, décima edición, editorial Mc Graw Hill interamericana.
12. Micro filtración bacteriana, citotoxicidad y respuesta del peri ápice al MTA, IRM, super EBA y amalgama, Javier Caviedes Bucheli. 2004.
13. Materiales dentales, Conocimientos básicos aplicados, Federico Humberto Barceló Santana, Jorge Mario Palma Calero, 2003
14. <http://www.universoodontologico>. 550m.com/escencias/mar 06. htm

15. Cobb DS, MacGregor KM, Vargas MA, Denehy GE. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites: a comparison. *J Am Dent Assoc* 2000;13 (11): 1610-5.
16. Kelsey WP, Latta MA, Shaddy RS, Stanislav CM. Physical properties of three packable resin composite restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25:331-5
17. Choi KK, Ferracane JL, Hilton TJ, Charlton D. Properties of packable dental composite. *J Esthet Dent* 2000; 12: 216-26