



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

T E S I N A

MICROFILTRACIÓN EN RESINA DE
NANORRELLENO.

Para obtener el Título de:

CIRUJANO DENTISTA

Presenta:

RODOLFO AGUIRRE RAMÍREZ.

DIRECTOR.

Mtro. Mario Palma Calero.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rodolfo Aguirre Ramírez'.



MÉXICO, D.F.

2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE.

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE TABLAS, GRÁFICAS Y FOTOGRAFÍAS.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INTRODUCCIÓN.....	V
ANTECEDENTES.....	1
COMPOSITES DE MACRORRELLENO.....	6
RESINAS DE MICRORRELLENO.....	7
RESINAS HÍBRIDAS.....	9
RESINAS CON NANORRELLENO.....	11
ADHESIÓN DENTINARIA.....	16
MICROFILTRACIÓN.....	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	24
OBJETIVO GENERAL.....	26
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	26
MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO.....	27
METODOLOGÍA.....	29
RESULTADOS.....	36
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: AGUIRRE ROMÍREZ
RODOLFO.

FECHA: 12 ABRIL - 2011

FIRMA: 

ÍNDICE TABLAS, GRÁFICAS Y FOTOGRAFÍAS.

TABLAS.

Tabla 1. Composición de los Composites.....	4
Tabla 2. Propiedades generales de las resinas.....	10
Tabla 3. Artículo publicado por la revista CRA.....	13
Tabla 4 A, 4B. Resultados obtenidos de la microfiltración en la resina Filtek Supreme con adhesivo.....	36, 38.
Tabla 5 A, 5B. Resultados obtenidos de la microfiltración en la resina Filtek Supreme sin adhesivo.....	37, 39.

GRÁFICAS.

Gráfica 1. Resina Filtek Supreme con adhesivo.....	38
Gráfica 2. Resina Filtek Supreme sin adhesivo.....	39
Gráfica 3. Resina Filtek Supreme VS, Z100.....	42

FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1. Realizando cavidades clase V.....	29
Fotografía 2. Material utilizado para obturar cavidades.....	30
Fotografía 3. Fotopolimerización de la resina.....	31
Fotografía 4. Termociclador, vista panorámica.....	32
Fotografía 5. Aplicación de barniz para uñas en la superficie del Diente.....	32
Fotografía 6. Especímenes sumergidos en azul de metileno al 1% En solución acuosa.....	33
Fotografía 7. Especímenes cortados y enumerados.....	34
Fotografía 8. Paralelizador.....	34
Fotografía 9. Microscopio óptico estereoscópico.....	35

Gracias a Dios:
Por darme la dicha de concluir
la licenciatura, y poder compartirla
con los seres que mas quiero en mi vida.

A mis padres:
El Sr. Rodolfo Aguirre Sánchez,
y la Sra. Yolanda Ramírez Eslava,
primero por haberme dado la vida,
por su apoyo, cariño y comprensión
durante todo este tiempo.
Muchas gracias.
Los AMO.

A mi esposa:
Arcelia Pineda F. (cocho) por
su cariño, motivación y por
darme la dicha de ser padre,
Te AMO.

A mis hijas:
mis dos princesas, Michelle y Joanny,
por ser la motivación mas grande en
mi vida, y darme las fuerzas necesarias
para concluir.

A mis hermanos:
Jesús y Gaby, por su cariño,
y porque son parte de esté logró.

A mis abuelitos:
Gaby, Amparo y Anselmo,
por sus palabras de motivación, cariño,
y por darme a los padres más
maravillosos.

Al Sr. Guillermo Pineda y
la Sra. Arcelia Flores, por
su apoyo y sus palabras de aliento.
GRACIAS.

A mis amigos y Familiares,
que saben que los llevó en
el corazón, va por ustedes.

A la U.N.A.M y a la Facultad de Odontología,
que me abrieron las puertas de la escuela
más maravillosa, dejándome todo lo que
ahora se, y tatuando el cariño azul y oro
en mi corazón.

A mis profesores:
Que a lo largo de la carrera
me brindaron sus conocimientos.

Al Dr. Mario Palma C. y
al Dr. Carlos Morales Z. Por
haber brindado su tiempo tan
valioso, en la elaboración de mi tesina.

*A TODOS USTEDES.
"GRACIAS".*

INTRODUCCIÓN.

La ciencia de los materiales dentales engloba el conocimiento y la apreciación de algunas consideraciones biológicas asociadas con la elección y el uso de materiales destinados a la cavidad bucal.

Las resinas compuestas o composites han sido utilizadas como material de restauración por la profesión dental cerca de cuatro décadas, por tener la capacidad de imitar la apariencia del diente en el color, translucidez y textura. La resina compuesta satisface esta demanda y se ha convertido en el material restaurador estético usado más frecuentemente en odontología, además, las resinas compuestas no contienen mercurio, no son conductoras térmicas, y se unen a la estructura dentaria con el uso de agentes adhesivos, de cualquier modo, existen problemas asociados con el uso de resinas compuestas, como la contracción que ocurre en la polimerización, sensibilidad postoperatoria, controversias acerca de la durabilidad a largo plazo, problemas con la resistencia al desgaste, y coeficiente de expansión térmico; y aunque los fabricantes de las resinas refieran que los problemas que presentan han sido resueltos, la práctica clínica indica lo contrario, por lo tanto las resinas de nueva aparición en el mercado con tecnología de vanguardia, como es el nanorrelleno, prometen resolver o minimizar dichos problemas.

ANTECEDENTES.

Mientras los cementos de silicato eran los materiales elegidos para restauraciones estéticas de dientes anteriores, las resinas acrílicas fueron desarrolladas y divulgadas como una mejor alternativa de tratamiento. Las resinas acrílicas restauradoras eran sólo compuestos resinosos de metil-metacrilato (MMA) de polimerización por activación química, similares a las resinas para dentadura protésica.

Las resinas acrílicas activadas químicamente compitieron, con cierto éxito, con los silicatos, una vez que presentaban una buena adaptación de color y podían ser pulidas. Pero por otro lado, poseían una alta tasa de contracción de polimerización (aproximadamente 8% en volumen) y poseían alto coeficiente de expansión térmica, ocasionando una adaptación marginal deficiente y como consecuencia, alta incidencia de caries recurrente.(1)

Ante esas desventajas, surgieron las resinas compuestas o composites, que utilizaron una resina epóxica y agregados de cuarzo fundido o partículas de porcelana.

Hacia 1956 Ray Bowen comenzó sus investigaciones reforzando resinas epóxicas con partículas de carga. El trabajo de Bowen alcanzó su éxito mayor cuando la molécula orgánica Bis-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) fue desarrollada, a través de la combinación de las ventajas de las resinas epóxicas y de los acrilatos. El Bis-GMA satisface plenamente las funciones

como matriz resinosa de una resina compuesta que revolucionó el campo de la restauración de dientes anteriores, sustituyendo rápidamente a los silicatos y resinas acrílicas.

La primera resina compuesta disponible comercialmente se denominaba Addent (3M) y fue lanzada en 1964, siendo constituida por una resina BIS-GMA en forma de polvo y líquido. En 1969 la resina Adaptic (Jhonson y Jhonson Dental Products) fue lanzada, siendo el primer sistema pasta / pasta comercialmente disponible.

Aunque estas resinas compuestas tuvieron algunas ventajas, incluyendo buenas propiedades mecánicas, baja contracción de polimerización y térmica, alta resistencia a la disolución y cualidades estéticas, sus propiedades no fueron las mismas que las de la sustancia dentaria, y presentaban filtración y pigmentación marginal, falta de acción antibacteriana, porosidad, dificultad para mostrar superficie lisa y desgaste superficial. (2)

Las resinas compuestas poseen cuatro componentes básicos:

- 1) una matriz resinosa (fase matriz),
- 2) iniciadores de polimerización físicos o químicos,
- 3) una fase dispersa de cargas y colorantes y
- 4) un agente de cobertura de las partículas de carga, conocido como silano.

1) La matriz de las resinas compuestas en la mayoría de las veces está constituida de monómeros que son diacrilatos alifáticos o aromáticos, siendo el Bis-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato) los mas 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, tales como TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato). (1)

2) En los agentes iniciadores, el más utilizado es el peróxido de benzoilo. Factores como la luz, calor y sustancias químicas pueden provocar la descomposición del peróxido de benzoilo para la formación de radicales libres que actúan como iniciadores de la polimerización. En los iniciadores fotoquímicos la reacción de polimerización puede ser iniciada por radiaciones electromagnéticas como la luz ultravioleta con longitud de onda de 360 nm (nanómetros) , o luz visible en la región de los 420 a 450 nm.(2)

3) Agentes de cobertura- el agente de cobertura es el material responsable de la unión de las partículas de carga a la matriz resinosa. Los agentes de cobertura son frecuentemente denominados silanos. Los órgano-silanos, por ser moléculas bipolares, también poseen grupos metacrilatos, los cuales

forman conexiones covalentes con la resina en el proceso de polimerización, ofreciendo una adecuada interfase resina/ partícula de carga.

4) Partículas de carga- Las partículas de carga ofrecen estabilidad dimensional a la inestable matriz resinosa con la finalidad de mejorar sus propiedades. Las partículas de carga normalmente utilizadas son partículas de cuarzo o vidrio, obtenidas de diversos tamaños a través de un proceso de molienda, siendo el cuarzo dos veces más duro y menos susceptible a la erosión que el vidrio. (1)

COMPOSICIÓN BASICA DE LAS RESINAS.

COMPONENTE	FUNCIÓN
Bis-GMA, UDMA	Matriz resinosa
Titanatos, zirconatos, órganosilanos	Agentes de cobertura
Amina terciaria	Iniciador
Peróxido de benzoilo	Iniciador
Cánforoquinona	Fotoiniciador
Hidroxitolueno butilado	Inhibidor
Óxido de aluminio, dióxido de titanio	Modificadores ópticos
Cuarzo, cristal de Ba, Sr y Zr, Sílica de tamaño coloidal, silicato de Zn.	Partículas de carga

Tabla 1. Composición de los composites.

Las partículas de relleno empleadas para los composites se fabrican deshaciendo grandes fragmentos de cuarzo o vidrio. Una segunda posibilidad consiste en la caída de partículas en un fluido o en una mezcla de gases encendida. Si las partículas se obtienen por molido, el proceso de obtención va de partículas mayores a menores. Por el contrario, en la "caída", a partir de un pequeño tamaño inicial, se obtienen partículas mayores.

El tamaño de partícula en un composite es importante, ya que influye en las propiedades del material, como la resistencia y las condiciones de la superficie. En general, cuando menores son las partículas de relleno, mayor es la superficie del relleno. Como el monómero de la matriz de resina se fija a la parte superficial del relleno, cada partícula de relleno está rodeada por una capa de resina. Si el grosor de esta capa de resina es constante e independiente del tamaño de la partícula, las partículas más pequeñas aumentan la cantidad de volumen de resina por gramo de relleno. Debido a la importancia de las partículas de relleno para las propiedades del composite, los composites dentales se dividen en tres clases:

- Composites de macrorrelleno.
- Composites de microrrelleno.
- Composites híbridos (una combinación de composite de macro y microrrelleno). (3)

COMPOSITES DE MACRORELLENO.

Composites de Macrorelleno- Fueron introducidas en la década del 60 para reemplazar a los silicatos y resinas acrílicas que presentaban grandes desventajas y pobres resultados clínicos.(2) Las resinas compuestas de macropartículas, son también así denominados debido al tamaño de las partículas, que variaban de 15 a 100 micrómetros en los productos mas antiguos, razón por la cual son también conocidas como resinas compuestas tradicionales o convencionales. Las partículas de carga mas frecuentemente utilizadas son cuarzo inorgánico o cristal de estroncio o bario que, a pesar de variar de tamaño de 5 a 12 micrómetros, puede presentarse esporádicamente con tamaños de hasta 100 micrómetros. Debido a las grandes dimensiones de las partículas de carga, los composites de macropartículas presentan deficiencias relacionadas con la rugosidad superficial que promueve, son difíciles de pulir, pues hay un desgaste preferencial de la matriz resinosa propiciando una prominencia de las grandes partículas de carga mas resistentes. La rugosidad también ocurre con facilidad, ya que una vez que una partícula se desprende, ocasiona formación de pequeñas cráteres, hechos que también influyen en la susceptibilidad a las manchas.(1)

RESINAS DE MICRORRELLENO.

En estas resinas de microrrelleno se utiliza sílice coloidal obtenido por la vaporación de óxido de silicio y su posterior condensación en partículas de forma esférica de 0.04 micrómetros de diámetro.

Con ellas se puede obtener una textura superficial muy fina, altamente reflectiva, debido a su diminuto tamaño de partícula menor que la longitud de onda de la luz.

En un intento por lograr un mayor porcentaje de relleno para mejorar las propiedades conservando sus características esféricas, los fabricantes obtienen un "prepolímero" elaborando un lingote de Bis-GMA y sílice coloidal polimerizándolo al calor, lo trituran a partículas de 20-100 micrones e incorporando estas partículas de relleno orgánico al Bis-GMA o al diacrilato de uretano adicional que a su vez puede contener mas partículas dispersas de sílice-coloidal.(2)

La característica sobresaliente de las resinas microfinas es ante todo el terminado demasiado suave de la superficie de la restauración. Como ya se mencionó, las superficies rugosas y los problemas que originan las manchas y la acumulación de placa, constituyen un problema importante en las resinas compuestas convencionales. Durante el terminado los instrumentos de cortado o el aparato abrasivo se topan constantemente con grandes partículas de relleno, las cuales son más duras y tienen mayor resistencia a la abrasión que las que rodean a la matriz de resina.

En consecuencia, el material de resina se gasta y el relleno se queda encima de la matriz o se arranca, lo cual ocasiona la superficie rugosa.

En las resinas de microrrelleno, las partículas son más pequeñas que las partículas abrasivas usadas para el terminado de las restauraciones. Así, el relleno de sílice se elimina de la cual esta incrustado.

Es evidente la mayor suavidad de la superficie terminada de la resina de microrrelleno en comparación con la de la resina compuesta convencional.

La contracción de polimerización quizá no difiera mucho de la de las resinas compuestas convencionales. Sin embargo, el coeficiente de expansión térmica es más elevado debido al alto contenido de resina. Por esto, el diferencial térmico entre el diente y el material es mayor que en las resinas compuestas convencionales, pero menor que en los materiales sin relleno.

La resistencia a la compresión de las resinas de microrrelleno se afecta de manera adversa porque es tan alto o más que las resinas compuestas convencionales. La resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad son mayores que en las resinas acrílicas sin relleno, pero menos que en las compuestas convencionales. A pesar de que el valor de absorción de agua varía según los productos, el incremento del contenido en resina, en comparación con las resinas compuestas convencionales, causa un aumento apreciable en la absorción de agua.(4)

RESINAS HÍBRIDAS.

Las resinas compuestas híbridas son composites que, como el propio nombre sugiere, poseen tanto micro como macropartículas de carga, con características de ambas. Algunas resinas de macropartículas convencionales también poseen macro y micropartículas de carga en su composición, ya que las micropartículas pueden ser utilizadas muy bien para el ajuste de viscosidad. Estas resinas sin embargo no eran denominadas híbridas ya que la cantidad de micropartículas añadidas era muy pequeña (+/- 5%). Las resinas compuestas híbridas consisten en su mayoría, de aproximadamente 10-20% en peso de micropartículas de sílica coloidal y 50-60 % de macropartículas de vidrio de metales pesados (0,6 a 1,0 micrómetros), totalizando un porcentual de carga entre 75 y 80 % en peso, siendo que las partículas pueden ser añadidas a la composición en su forma pura, en partículas prepolimerizadas o en aglomerados.

PROPIEDADES GENERALES DE LAS RESINAS COMPUESTAS.

MACRORRELLENO. MICRORRELLENO. HÍBRIDAS.

Contenido de carga por volumen.	65 +/- 5 %	40 +/- 15 %	40 +/- 15%
Contenido de carga por peso.	75 +/- 5%	50 +/- 15%	50 +/- 15%
Resistencia a la compresión.	250 +/- 50 Mpa	300 +/- 50 Mpa	300 +/- 50 Mpa
Resistencia a la Tracción.	60 +/- 5Mpa	40 +/- 10 Mpa	40 +/- 10 Mpa
Módulo de Elasticidad (E)	12 +/- 3 Gpa	5 +/- 2 Gpa	5 +/- 2 Gpa
Coefficiente de expansión térmica.(10 ⁻⁶ /O C)	30 +/- 5	55 +/- 5	55 +/- 5
Absorción de agua (mg/cm ²)	0,6 +/- 0.2	1,5 +/- 0,2	1,5 +/- 0,2
Dureza Knoop	55	27 +/- 3	27 +/- 3

Tabla 2. Propiedades generales de las resinas.

RESINAS CON NANORRELLENO.

La Nanotecnología, puede parecer una palabra extraña para algunos Cirujanos Dentistas, sin embargo debemos considerar que la nanotecnología esta involucrada con nuestra práctica hoy en día.(5)

La nanotecnología es importante, por los beneficios que puede aportar tanto a la odontología como a otras áreas médicas, biológicas, industriales etc. Con esta tecnología se logran partículas tan pequeñas como 1/1000 de un micrómetro, si pusiéramos tan solo 10 átomos de hidrógeno, lado por lado, sería la anchura del tamaño de un nanómetro, de otra forma dicho, equivale a la millonésima parte de la cabeza de un alfiler.

La casa comercial 3M ESPE desarrolló un composite a base de nanotecnología, un nanocomposite, según esta casa comercial, es un composite con partículas de relleno de tamaño manométrico con excelente dureza y estética, para uso en dientes anteriores y posteriores, por lo que se le considera un composite universal.

El nanocomposite es nombrado por la casa 3M ESPE, como Filtek Supreme, y fue creado uniendo dos tipos de relleno, nanopartículas y Nanoclusters.(6)

Las nanopartículas, son partículas de relleno de forma esférica, con tamaño de 20 a 75 nanómetros (0.02- 0.075 micrómetros).

Los nanoclusters, son aglomerados flojamente limitados de nanopartículas , si se pudieran observar, tienen forma como un racimo de uvas, con un tamaño de 5 a 75 nanómetros, en comparación con las resinas híbridas, el tamaño de los rellenos de estas últimas se encuentra entre 0.4 y 0.6 micrones. Desgraciadamente, cuando las resinas híbridas se desgastan o se pulen, pierden partículas de relleno, dando como resultado la formación de cráteres en la superficie. Con la resina Filtek Supreme, ambas nanopartículas y nanoclusters (relleno) están relacionados directamente con las propiedades de reducir la contracción de la resina, agregando fuerza al material restaurativo, las pruebas de retención de pulimento y la investigación de resistencia de uso, indica que el nanocluster, durante el pulimento, pierda solo pequeñas nanopartículas dejando una superficie tersa.(7)

En una investigación hecha por Clinical Research Associates, Inc. (CRA), comparando las propiedades de la resina de nanorrelleno Filtek Supreme de la casa comercial 3M ESPE, con otra resina de nanorrelleno de nombre SIMILE de la casa PENTRON CLINICAL, además de resinas de microrrelleno como , HELIOMOLAR, así como resinas híbridas como HERCULITE XRV & FILTEK Z250. Encontramos los siguientes datos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES.

	FILTEK SUPREME.	SIMILE.	HELIOMOLAR	HERCULITE XRV	FILTEK Z250.
TIPO DE RELLENO	NANORRELLENO	NANORRELLENO	MICRORRELLENO	HÍBRIDA	HÍBRIDA
USO RECOMENDADO	UNIVERSAL	UNIVERSAL	POSTERIOR	UNIVERSAL	UNIVERSAL
DISPONIBILIDAD DE COLORES	30	21	11	37	15
RELLENO POR VOLUMEN. %	TRANSLUCIDO 57.7 %. DENTINA, CUERPO, 59.5% ESMALTE	68%	46%	60%	60%
TAMAÑO DE PARTICULA.	5- 1,400nm	10-1,400nm	25/0,05 micrones.	0,6 micrones.	3.5 micrones
CONTRACCIÓN % (VOL).	2.3%	2.8 %	1.8%	2.4%	1.8%
DUREZA, BARCOL.	98	97	95	98	99
TIEMPO MINIMO DE CURADO.	4 seg	6 seg	7 seg	4 seg	2seg
MODULO FLEXURAL.	6,356 Mpa	6,732 Mpa	3,290MPa	7,393MPa	9,141Mpa
DUREZA FLEXURAL	103 Mpa	96 Mpa	75 MPa	124Mpa	137Mpa

Tabla 3. Artículo publicado por CRA.

En el cuadro anterior podemos observar la similitud entre las resinas de nanorrelleno, de las dos casas comerciales, teniendo mejor resultado la resina de la casa comercial 3M ESPE, tanto en la disponibilidad de colores (30), con una variedad: dentina, cuerpo y esmalte, contienen nanoclusters primarios, en el opacador nanoclusters y nanopartículas hechas con partículas individuales de tan solo 20 nanómetros. Su relleno, tiene la característica de poseer en su translúcido un porcentaje de 57.7% de mezcla de sílice en esferas y clustres de sílice, en su cuerpo, dentina y esmalte 59.5% de combinación de esferas de sílice y clusters de sílice / zirconia, (en comparación con la resina SIMILE que solo contiene relleno de sílice) su contracción también fue menor ya que sufrió un 2.3 (Filtek Supreme) vs un 2.8% (SIMILE). Sin embargo en propiedades físicas como contracción, dureza, tiempo de curado, dureza flexural, tuvo mejores resultados la resina Filtek Z250. (8)

Según la Dra. Sumita Mitra, investigadora de 3M ESPE, en un artículo publicado en mayo del 2002, de la casa comercial 3M ESPE, menciona la importancia de las resinas de nanorrelleno en la odontología estética, ya que cuando uno considera que la longitud de onda de la luz visible es de 400- 800 nanómetros, y nosotros estamos tratando con materiales de 1-100 nanómetros en tamaño, será posible crear los materiales dentales estéticos, indistinguibles de la estructura del diente natural por el ojo humano.

Desde luego el uso y abrasión del nanorrelleno es notablemente diferente de los rellenos tradicionales, por lo tanto el pulimento de estas resinas es una de sus mejores propiedades ya que la superficie es de una textura muy tersa, por lo que se espera que estos materiales retengan sus propiedades superiores, por encima de las resinas de uso convencional. (9)

ADHESIÓN DENTINARIA.

La palabra adhesión es derivada del latín adhaerere, la cual es un compuesto de ad, o para, y haerere, o pegarse. La podemos definir como la fuerza de atracción entre las moléculas de diversos cuerpos en contacto, o la unión de superficies por atracción interatómica o intermolecular y no necesariamente interviene un adhesivo, por ejemplo, una gota de agua, se adhiere a una superficie por la atracción interatómica, sin necesidad de un adhesivo.

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. El periodo de tiempo durante el cual la unión permanece efectiva es referida como durabilidad.(10)

Los sistemas de adhesión dentinaria consisten en emplear una estrategia clínica que cuando es aplicada sobre la dentina, crea en ella una serie de modificaciones que permiten uniones fuertes de esta a materiales restauradores de diferente índole, además logran bloquear, aunque no de manera absoluta, la comunicación existente gracias a la red de túbulos dentinarios, entre la pulpa y el medio exterior.

El esmalte es en su mayor parte inerte y está compuesto por hidroxiapatita y pequeñas cantidades de agua, mientras que la dentina es un tejido vivo,

que está compuesto por abundante materia orgánica y menor proporción de materia inorgánica, con una estructura física muy compleja que varía según la profundidad a la que nos encontremos y también según la edad del paciente.

Cerca de la unión amelo-dentinaria, solamente el 1% de la superficie contiene túbulos, en las proximidades de la pulpa el 22% de la superficie puede estar comprendido por túbulos. Además, estos túbulos se comunican con una pulpa muy vulnerable que reacciona adversamente con la agresión mecánica, térmica, biológica o química, además, la dentina esta saturada de oxígeno y agua, aunque su contenido varia según el tipo de dentina y la profundidad de la misma.

Los adhesivos dentinarios han sufrido cambios drásticos en su composición y en su manejo clínico a lo largo de la última década, tratando de adaptarse a los conocimientos cada vez mayores del comportamiento de la dentina y de los fluidos dentinarios. En torno a 1980, Fusayama, proponía grabar la dentina con objeto de crear microrretenciones como en el esmalte, sin tener en cuenta que la dentina es un subtrato básicamente orgánico y en el interior de los túbulos exista una presión de fluidos que hacen muy difícil la penetración de una sustancia hidrofóbica como las resinas que se utilizaban en aquel momento. Posteriormente, se diseñaron moléculas bifuncionales capaces de reaccionar químicamente con los componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina y simultáneamente copolimerizar con los

materiales de restauración. Pero el conocimiento posterior de que la capa de el "smear layer" formado durante la preparación de la cavidad, impediría un contacto íntimo entre la resina y la dentina imprescindible para una adhesión química.

Actualmente la evidencia de una unión química primaria está todavía en entredicho como se ha demostrado por estudios espectroscópicos, aunque de forma secundaria fuerzas de Van der Waals pudieran contribuir una parte a la adhesión cuando se da un contacto íntimo entre el adhesivo y la dentina acondicionada.

Actualmente se acepta que la adhesión a la dentina tiene un componente micromecánico, gracias a la formación de digitaciones de resina dentro de los túbulos dentinarios, esta unión se mejoraría gracias a la formación de una zona de interdifusión colágena-resina, denominada por Nakabayashi "capa híbrida". De esta manera, el insuficiente mojamiento de la superficie dentinaria y la pobre infiltración hacia los túbulos llenos de líquido que ocurría con los primeros adhesivos hidrofóbicos, ha evolucionado al uso de promotores de adhesión bifuncionales con propiedades tanto hidrofóbicas como hidrofílicas. (11)

La resina adhesiva, también llamada agente de enlace, es equivalente al agente de enlace-esmalte y consiste principalmente de monómeros hidrofílicos, tales como el bis-GMA y UDMA, y monómeros mas hidrofílicos, tales como el TEG-DMA como un regulador de la viscosidad y el HEMA

como un agente humectante. El principal rol de la resina adhesiva es la formación de la capa híbrida y la formación de extensiones de resina dentro de los túbulos dentinarios, llamadas proyecciones de resina o TAGS. Las resinas adhesivas pueden ser foto y/o autocurables. Para los agentes adhesivos fotocurables, se recomienda que la resina adhesiva sea polimerizada antes de la aplicación de la resina restauradora. En esta forma, la resina adhesiva no es desplazada y una luz de adecuada intensidad está disponible para curar suficientemente y estabilizar la unión diente-resina para contrarrestar la contracción de polimerización de la resina compuesta. La resistencia y durabilidad de las uniones adhesivas dependen de varios factores que afectan la adhesión al tejido dentario, pueden incluir las propiedades físicoquímicas del adherente y del adhesivo, las propiedades estructurales del adherente, el cual es heterogéneo, la formación de contaminantes de la superficie durante la preparación de la cavidad, el desarrollo de las 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 y hábitos masticatorios, influyen considerablemente las interacciones adhesivas entre materiales y tejidos dentarios.

Aunque la adhesión a la dentina todavía no es tan confiable como la retención al esmalte, los sistemas adhesivos dentinarios han mejorado progresivamente en los últimos años, este tema es de gran importancia ya que para usar resina como material de restauración, debemos colocar previamente un adhesivo.

En la actualidad los pacientes exigen un material restaurador estético que trate de imitar la apariencia del diente, en el color, translucidez, y textura, además debe tener características adecuadas de resistencia al desgaste, buena adaptación marginal y sellado, insolubilidad y biocompatibilidad. Hace tiempo que los materiales restauradores usados con mayor frecuencia en dientes anteriores, son las resinas compuestas (también llamadas resinas o composites), ya que son las que desempeñan mejor los requerimientos de estética, pero en la actualidad nos encontramos con resinas universales (para anteriores y posteriores), pero debemos considerar que las resinas compuestas tienen varias características indeseables, que deben ser superadas para lograr el éxito clínico a largo plazo.

MICROFILTRACIÓN.

La contracción volumétrica durante la polimerización puede ser tan grande como un 7%, y puede generar fuerzas de contracción de 4.0 hasta 7.0 Mpa, llevando a la fractura y agrietamiento los márgenes del esmalte. La contracción por polimerización tiende a originar la formación de una brecha entre la resina y las paredes de la preparación con las uniones más débiles (generalmente dentina o cemento). La formación de una brecha puede dar como resultado, microfiltración (entrada de un fluido en una interfase microscópica), sensibilidad y caries recurrente.

Las resinas tienen un coeficiente de expansión térmica que es dos a seis veces más alto que la estructura dentaria. Esto significa que la resina se expande y se contrae en un porcentaje mayor que la estructura dentaria en respuesta a los cambios de temperatura, tales como cuando se toma café caliente o un helado. Esta desigualdad contribuye a la pérdida de la adhesión y a una mayor microfiltración. Además, muchos de los problemas asociados con las restauraciones de resina en el sector posterior pueden ser relacionadas directa o indirectamente con la contracción por polimerización.

Durante la polimerización, la resina puede ser empujada fuera de los márgenes cavitarios menos retentivos, resultando en la formación de una brecha. Las fuerzas traccionales desarrolladas en los márgenes de esmalte

pueden resultar en degradación marginal a partir de la masticación. Las fuerzas de la contracción sobre las cúspides pueden manifestarse en deformación cuspeada, fracturas y grietas en el esmalte ocasionando microfiltración, que a su vez se manifiesta con caries secundaria (causa importante de la falla de las restauraciones de resina compuesta en el sector posterior). Se cree que la brecha marginal formada en el margen gingival como un resultado de la contracción por polimerización, permite el ingreso de bacterias cariogénicas. Se ha demostrado que la degradación marginal aumenta con el tiempo, por lo que el riesgo de caries secundaria también aumenta con el tiempo. Los estudios han mostrado que los niveles de estreptococos mutans, los organismos vinculados más estrechamente en la incidencia de la caries, son significativamente más altos en la placa adyacente interproximal a las restauraciones posteriores de resinas compuestas que en la placa adyacente a las restauraciones de amalgama. Además, los ácidos orgánicos provocados por los microorganismos presentes en la placa dentobacteriana, ablandan a los polímeros bis-GMA, lo cual en consecuencia podría tener un efecto adverso sobre el desgaste y la pigmentación de la superficie, así como en la microfiltración.(10)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad, muchos pacientes exigen restauraciones estéticas, y aunque las resinas compuestas han mejorado constantemente, tienen varias características indeseables que se tratan de superar para lograr el éxito clínico a largo plazo. Muchos de los problemas asociados con las restauraciones llevadas a cabo con resinas compuestas, son relacionadas directa o indirectamente con la contracción volumétrica durante la polimerización, y el coeficiente de expansión térmica que presentan, por ello, se forma un espacio microscópico entre la restauración y la cavidad, permitiendo la penetración de líquidos y residuos bucales entre la restauración y el diente, este fenómeno se denomina **microfiltración**, teniendo como consecuencia caries secundaria.

Las resinas con nanorrelleno, por el momento, por ser las más nuevas en el mercado, no poseen los estudios suficientes, entre ellos el de microfiltración.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

Con el propósito de reducir los problemas que presentan las resinas compuestas, 3M ESPE lanza al mercado una resina con tecnología de nanorrelleno, con nombre comercial Filtek Supreme, producto que utiliza dos materiales de relleno: nano partículas y nanoclusters, ambas partículas de relleno son combinadas directamente con la resina de baja contracción, y mejora las propiedades físicas de una resina híbrida. Según el fabricante se puede utilizar tanto en restauraciones de dientes anteriores como en dientes posteriores (restaurador universal), reconstrucción de muñones, férulas y restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas.

Con características como:

- Baja contracción a la polimerización. Menor estrés sobre el diente así como un menor potencial de sensibilidad post-operatoria para los pacientes.
- Resistencia al desgaste. Alta resistencia al desgaste permitiendo restauraciones con resultados más duraderos.
- Fuerza y duración mejorada. Provee fuerza y resistencia al desgaste aun en las restauraciones posteriores.
- Se pule fácilmente y retiene el pulido. Crea un pulido brillante y durable comparable con las mejores resinas de microrrelleno.

Si en verdad esta resina cumple con las características que indica el fabricante, podremos observar que los inconvenientes que presentan las resinas compuestas han sido reducidos, pero aun no se encuentra la información suficiente, ya que los estudios realizados a esta resina con nanorrelleno, han sido por la casa comercial 3M ESPE, que es el fabricante de la resina Filtek Supreme, y se requieren entonces, estudios independientes.

OBJETIVO GENERAL.

Determinar, y en su caso cuantificar, la existencia de microfiltración, en obturaciones con una resina de nanorelleno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar cavidades clase V, utilizando fresas de carburo de tungsteno en forma de pera, numero 331, en 15 dientes naturales de humanos, recientemente extraídos, libres de caries o caries oclusal incipiente, sin obturaciones, desinfectados y manteniéndolos hidratados en agua destilada.
- Obturar las cavidades con resina Filtek Supreme (nanorelleno). 5 dientes utilizando su sistema de adhesivo, y 10 sin colocar adhesivo.
- Colocar los dientes obturados en azul de metileno al 2% en solución acuosa durante 30 minutos.
- Verificar microscópicamente la presencia de microfiltración.

MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO.

- 15 dientes naturales de humano, extraídos recientemente, no cariados o con caries oclusal incipiente, manteniéndolos hidratados.
- Agua destilada.
- Cureta SM 13/14 de la marca Hu- Friedy.
- Pieza de alta velocidad, de la marca Kavo Extra Torque 605.
- 3 fresas de carburo de tungsteno en forma de pera SSW FG –331.
- 1 Vernier.
- Ácido grabador de la casa comercial Ivoclar vivadent con Lote F56392, y fecha de caducidad 2005-02.
- Adhesivo Single Bond de 3M Dental Products.
- 5 aplicadores de adhesivo.
- Resina Filtek Supreme color B1B, de la casa comercial 3M ESPE, con No de Catálogo,3910B1B, Lote No. 20031229, fecha de caducidad: JUN 2006, Reg. No 28D6C2002SSA.
- 1 Espátula para composites, marca American Eagle NYU AP.
- 15 bandas matriz de mylar.
- 1 Lámpara para fotopolimerizar, Visilux2 de 3M.
- Termociclador
- Hielo.

- Barniz para uñas.
- Azul de metileno al 1% en solución acuosa.
- 2 reglas plásticas de 30 cm.
- Acrílico de autopolimerización.
- Microtomo Guillings- Hamco. Thin Sectioning Machine Hamco Machine, INC, Rochester N,T. Patent –Pending.
- Paralelizador, marca Lertz Wetzlar Germany.
- Microscopio óptico estereoscópico, Carl Zeiss Germany.

METODOLOGÍA.

Se seleccionaron 15 dientes naturales de humano, recientemente extraídos, libres de caries o con caries oclusal incipiente, limpiados con una cureta 13/14 de Hu-Friedy, y colocados en suero fisiológico para mantenerlos hidratados. Se realizaron preparaciones clase V en caras vestibulares de todos los dientes, con pieza de alta velocidad de la marca Kavo Extra Torque 605, conectada a un módulo que cuenta con sistema flush para realizar las cavidades con su sistema de enfriamiento a base de agua. Las cavidades se realizaron con las siguientes medidas: 4 mm de ancho, 2.5 mm de alto y 2.5 mm de profundidad, realizadas con fresas de carburo de tungsteno en forma de pera, de número 331, utilizando 1 por cada 5 dientes, las cavidades fueron medidas con un vernier para verificar las dimensiones mencionadas.



Foto 1. Realizando cavidades clase V.

Se formaron dos grupos, un grupo de 5 dientes, al cual se le practicó grabado total por 15 segundos, enjuagado a chorro de agua y secado con jeringas para evitar retirar el agua en su totalidad. Posteriormente, con aplicadores, se colocó adhesivo Single Bond de 3M, que fue polimerizado con una lámpara para fotopolimerizar de la marca Visilux 2 de 3M durante 10 segundos, seguido de la colocación de la resina con nanorrelleno de nombre comercial Filtek Supreme de la casa 3M ESPE, la cual se colocó en la cavidad con una espátula para composites de la marca American Eagle, se colocó una banda matriz de mylar y se polimerizó por 20 segundos, ya que así lo indica el fabricante, con la punta de la lámpara a 1 mm de separación del material de restauración .



Foto 2 . Material utilizado para obturar las cavidades.



Foto 3. Fotopolimerización de la resina.

El otro grupo se formó con 10 dientes con las mismas características que el primer grupo, la única diferencia es que en este no se colocó ácido grabador, ni adhesivo, ya que el propósito del estudio fué verificar y/o cuantificar el grado de microfiltración.

Ya obturados los dientes, se colocaron a una temperatura de 37° C durante 24 hrs; Transcurrido este tiempo, la totalidad de las restauraciones fue termociclada 300 ciclos a temperatura de 65 +/- 5° C y 4° C, durando cada ciclo un minuto.



Foto 4. Termociclador vista panorámica.

Se utilizó barniz para uñas con el propósito de impermeabilizar toda la superficie del diente (barnizarlo) ajena a la restauración, y evitar que el colorante penetrara por otro lado que no fuera el de la restauración, se aplicaron 6 capas.

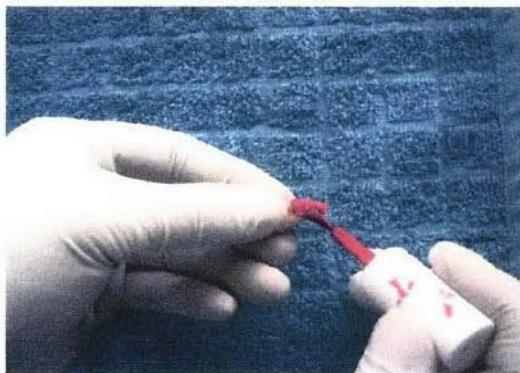


Foto 5. Aplicación del barniz para uñas en toda la superficie del diente.

Los especímenes se colocaron en azul de metileno al 1 % en solución acuosa, durante 30 minutos, se colocaron en pequeños recipientes, (para evitar introducir todo el diente y que el colorante penetre por otro lado) solo introduciendo la corona, donde se encuentra la restauración.



Foto 6. Especímenes en azul de metileno al 1% en solución acuosa.

- Se colocaron las muestras en unas reglas plásticas (previamente recortadas y adaptadas para ser colocadas en el microtomo), se fijaron con acrílico de autocurado, se realizó un corte longitudinal a través de la restauración con un microtomo Guilling-Hamco a cada uno de los dientes, para así obtener del primer grupo 10 especímenes, y del segundo grupo 20 especímenes, con un plumón indeleble se marcaron la muestras de la siguiente manera: el diente 1, una mitad era el espécimen 1 A, la otra mitad se enumeró con 1 B, y así sucesivamente.



Foto 7. Especímenes cortados y enumerados.

Los especímenes, se colocaron en un paralelizador (marca Lertz Wertzlar, Germany) a fin de que la superficie a observar, quedara paralela a la lente del microscopio.



Foto 8. Paralelizador.

Posteriormente se observaron al microscopio óptico estereoscópico (marca Carl Zeiss, Germany) de 20 aumentos,



Foto 9. Microscopio óptico estereoscópico.

Así los especímenes fueron valorados por 4 observadores para cuantificar el grado de microfiltración que existe en la interfase restauración- diente según la siguiente escala:

- Grado 0: No existe penetración del colorante.
- Grado 1: La penetración afecta solo esmalte.
- Grado 2: La penetración afecta esmalte y dentina superficial.
- Grado 3: La máxima penetración en dentina profunda.

RESULTADOS.

En las gráficas que a continuación se presentan, se muestran los resultados que se obtuvieron de la penetración del tinte por la interfase obturación- diente, a causa de los cambios de temperatura por el termociclador. Se puede observar que en el primer grupo, en el que se utilizó adhesivo, el grado de penetración que predominó fue el 1 (esmalte), mientras que en los especímenes en los que no se utilizó adhesivo, el grado de penetración que predominó fue el 2 (Dentina), en todos los especímenes hubo penetración del tinte, pero no se observó máxima penetración en dentina profunda en ninguna de las muestras.

RESULTADOS DE LA RESINA FILTEK SUPREME CON ADHESIVO.

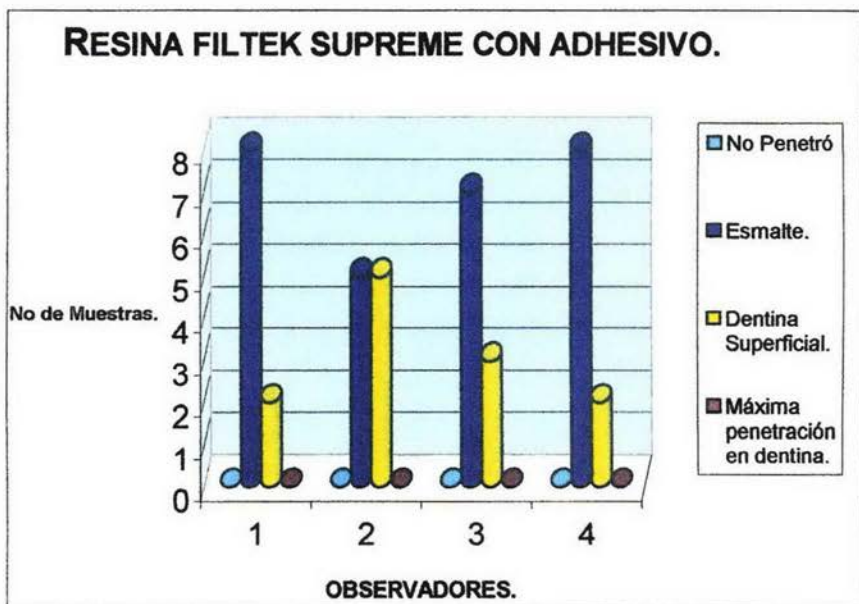
ESPECÍMEN.	OBSERVADO R 1.	OBSERVADO R 2.	OBSERVADO R 3.	OBSERVADO R 4.
1.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 1	GRADO 1
1.B	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 1
2.A	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
2.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 1	GRADO 1
3.A	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1
3.B	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1
4.A	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 1
4.B	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1
5.A	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 1	GRADO 2
5.B	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1	GRADO 1

Tabla 4 A. Filtek Supreme con adhesivo.

RESULTADOS DE LA RESINA FILTEK SUPREME SIN ADHESIVO.

ESPECIMEN.	OBSERVADOR 1.	OBSERVADOR 2.	OBSERVADOR 3.	OBSERVADOR 4.
6.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
6.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
7.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
7.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
8.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
8.B	***	***	***	***
9.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
9.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
10.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
10.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
11.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
11.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
12.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
12.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
13.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
13.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
14.A	***	***	***	***
14.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
15.A	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2
15.B	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2	GRADO 2

Tabla 5 A. Resina Filtek Supreme sin adhesivo.

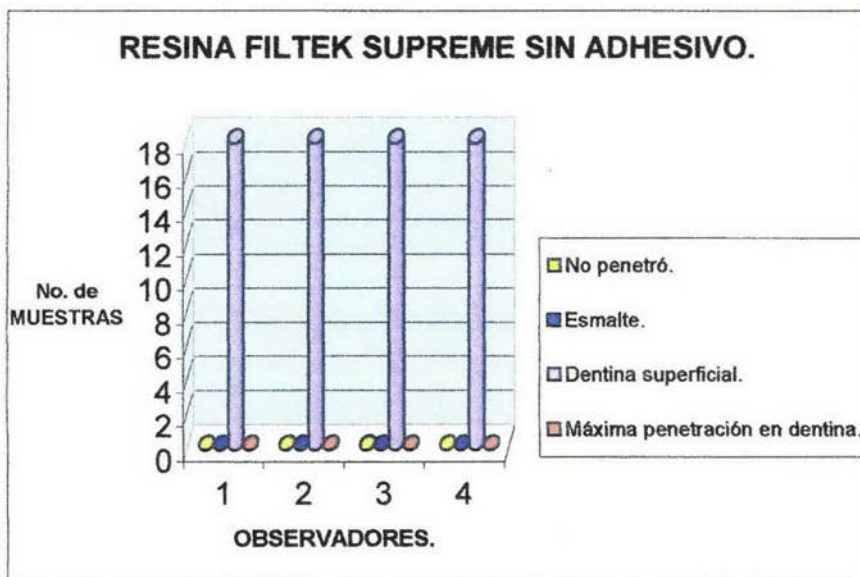


Grafica 1.

Resultados que se obtuvieron de la penetración del tinte en la interfase obturación- diente, con sistema adhesivo.

OBSERVADORES	NO PENETRÓ	ESMALTE	DENTINA SUPERFICIAL	MÁXIMA PENETRACIÓN EN DENTINA
1	0	8	2	0
2	0	5	5	0
3.	0	7	3	0
4.	0	8	2	0

Tabla 4 B. Resultados Filtek Supreme con adhesivo.



Grafica 2.

Resultados que se obtuvieron de la penetración del tinte en la interfase obturación- diente, sin sistema adhesivo.

OBSERVADORES	NO PENETRÓ	ESMALTE	DENTINA SUPERFIAL.	MÁXIMA PENETRACIÓN EN DENTINA
1.	0	0	18	0
2.	0	0	18	0
3.	0	0	18	0
4.	0	0	18	0

Tabla 5 B. Filtek Supreme sin adhesivo.

Podemos observar que todos los especímenes tuvieron penetración de tinte por la interfase obturación-diente, sin sistema adhesivo, en grado 2 (dentina).

Cabe mencionar que los especímenes 8 B y 14 A, fueron desechados, ya que la restauración se desalojó de la cavidad cuando eran cortados por el microtomo, por tal razón los valores se repiten como máximo 18 veces, siendo el 100%.

COMENTARIOS Y DISCUSIÓN.

Estos resultados fueron comparados con un artículo publicado en la revista Dentista Paciente, edición especial estética dental, por el C.D.M.O. Morales Zavala Carlos, D.C.O. Barceló Santana Federico, C.D. Rivera Martínez Gumersindo. Con título "Microfiltración in Vitro en materiales de obturación", donde ellos utilizaron tres materiales restaurativos dentales; una resina compuesta fotopolimerizable Z100 de 3M, ionómero de Vidrio Fuji tipo II de GC, y un compómero Dyract de Dentsply, no se utilizaron sistemas adhesivos, el termociclado fue por 500 ciclos, y se sumergieron en azul de metileno al 1% por 30 minutos.

Cabe mencionar que el estudio realizado a la microfiltración en resinas con nanorrelleno, los procedimientos realizados fueron similares a los del estudio "Microfiltración in Vitro en materiales de obturación", sólo que los resultados que tomamos en cuenta son los de la resina compuesta Z100 de 3M, para confrontarlos con los obtenidos por nuestro estudio, encontrando que el valor que mas se repite en ambos estudios es el grado 2 (penetración en dentina) sin la utilización de sistemas de adhesión, y tomando el mismo grado o valor para ambos estudios.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS, SOBRE ESTUDIOS REALIZADOS EN MICROFILTRACIÓN, UNO A FILTEK SUPREME Y OTRO A Z100, AMBAS DE 3M. POR DOS ESTUDIOS INDEPENDIENTES.



Grafica 3. Resina Filtek Supreme vs Z100.

CONCLUSIONES.

La observación de los especímenes al microscopio reveló que en los dos grupos se dió la microfiltración en la interfase obturación- diente. Con mayor penetración del tinte en el grupo que no utilizó sistema de adhesión, donde la penetración se marcó como grado 2, (penetración del tinte en dentina).

BIBLIOGRAFÍA.

1. Jpsff Schmidseeder, Atlas de Odontología Estética, Edición original, Barcelona España 1999, pp. 11-19.
2. Céspedes Abel Darío, Resina Compuestas, Universidad de Antioquia, Facultad de Odontología, Medellín – 2000. pp. 17-24.
3. Dr. Ralph W, Phillips. La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner, Octava Edición. Interamericana. México. 1990 p. 92,94.
4. Chain C. Marcelo, Restauraciones Estéticas con Resina Compuesta en dientes posteriores. 1ª. Edición, Sao Paulo 2001.
5. Duke Steven, Has dentistry Moved Into the Nanotechnology Era, Central Texas Veterans Administration Health Care System, May 2003. Vol.24, No.5
6. 3M ESPE. Nanotechnology Series, October 2002,
7. Nicholas Davis, DDS. A Nanotechnology Composite, Cosmetic Practice, Newport Beach, California, Compendium, September 2003. Vol.24, No 9.
8. Clinical Research Associates, Inc. Nanofill Composites- What can clinicians expect, Provo Utah, January 2003, pages 1-2, Volume 27.
9. Mitra Sumita B, Holmes Brian N, An Application of nanotechnology in advanced dental materials, Advances in Dental Products, october 2003, volume 134, p. 1382-1390.
10. Schwartz Richard S. Fundamentos en Odontología Operatoria, 1ª Edición, Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A. Caracas Venezuela. 1999. pp. 141-145, 187-192, 207-215.
11. 3M ESPE América Latina, Filtek Supreme Restaurador Universal, Science School of Dentistry, 2004.
12. Farra John W, Arbor ann, The Dental Advisor, Filtek Supreme, Houston, Texas 2003, volume 20.
13. Morales Zavala Carlos, Barceló Santana Federico. Microfiltración in Vitro en materiales de obturación. Dentista Paciente, Ed. especial Estética Dental. Pp. 31-42.