

Universidad Católica de Santa María

Escuela Profesional de Odontología

Facultad de Odontología



**MICRODUREZA SUPERFICIAL DE TRES RESINAS DENTALES,
RESINA BULK FILL, RESINA MICROHÍBRIDA Y RESINA
NANOHÍBRIDA, AREQUIPA, 2017**

Tesis presentada por la Bachiller
Sotomayor Zela Ximena Virginia
Para optar el Título Profesional de:
Cirujana Dentista

Asesor: Tejada Tejada Renán

**Arequipa – Perú
2018**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DR VICTOR NUÑEZ CHAVEZ

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 109

Vista la solicitud que presenta don (ña) **SOTOMAYOR ZELA XIMENA VIRGINIA** sobre el dictamen de la Tesis titulada "**MICRODUREZA SUPERFICIAL DE TRES RESINAS DENTALES, RESINA BULK FILL, RESINA CONDENSABLE Y RESINA NANOHÍBRIDA, LABORATORIOS UCSM, AREQUIPA 2017**" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR VICTOR NUÑEZ CHAVEZ
DRA MARIA EUGENIA GAMA
DRA MARIELA PEREA CORIMAYA

Arequipa, 13 de DICIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Dr. MARTIN LARRY ROSADO LINARES
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

SR. Decano

Habiendo revisado el Presente borrador de Tesis se indica lo siguiente:
Corregir: Carotela, Troncal, Troncal de la, Variable, Antecedentes,
Objetivo, Contenido de Inclusión, Prueba piloto, Discusión, Fuente, Pie de página,
Conclusiones, Recomendaciones. *Atte. Victor Nuñez Ch.*

SR. Decano

Luego de realizadas las correcciones indicadas y estando conforme se da "Dictamen Favourable" para que siguiendo el trámite correspondiente pueda proceder a la sustentación. *Atte. [Firma]*

Se conigna el título a: Microdureza Superficial de 3 resinas Dentales,
Resina Bulk fill, Resina Microhíbrida y Resina Nanohíbrida *Ced. 0933*

Arequipa, 2018 *April 13*

(5154) 382036

(5154) 252542

ucsm@ucsm.edu.pe

http://www.ucsm.edu.pe

0012782

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE SIN - UMACOLLO

DRA MARIA EUGENIA GAMA

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 109

Vista la solicitud que presenta don (ña) **SOTOMAYOR ZELA XIMENA VIRGINIA** sobre el dictamen de la Tesis titulada **"MICRODUREZA SUPERFICIAL DE TRES RESINAS DENTALES, RESINA BULK FILL, RESINA CONDENSABLE Y RESINA NANOHÍBRIDA, LABORATORIOS UCSM, AREQUIPA 2017"** y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR VICTOR NUÑEZ CHAVEZ
DRA MARIA EUGENIA GAMA
DRA MARIELA PEREA CORIMAYA

Arequipa, 13 de DICIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Dr. MARTIN LARRY POSADO LINARES
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

- 1° Es posible componer según 'constitución' y según 'relleno'
- 2° Bulk Fill a qué grupo corresponde?
- 3° Definir Micro Laminar
- 4° Colocar Superficies y Remover APB
- 5° Revisar Justificativos
- 6° Ortografía

Hechas las correcciones se debe proceder a la
Sustentación

Se cambio enunciado a Microdureza Superficial de
Tres Resinas dentales, Resina Bulk fill, Resina
Microhíbrida y Resina Nano híbrida.

Arequipa, 2018 22 Abril

Ma Eugenia

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
LW9. SAN JOSE SIN - UNACOLLE

DRA MARIELA PEREA CORIMAYA

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 109

Vista la solicitud que presenta don (ña) **SOTOMAYOR ZELA XIMENA VIRGINIA** sobre el dictamen de la Tesis titulada "**MICRODUREZA SUPERFICIAL DE TRES RESINAS DENTALES, RESINA BULK FILL, RESINA CONDENSABLE Y RESINA NANOHÍBRIDA, LABORATORIOS UCSM, AREQUIPA 2017**" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR VICTOR NUÑEZ CHAVEZ
DRA MARIA EUGENIA GAMA
DRA MARIELA PEREA CORIMAYA

Arequipa, 13 de DICIEMBRE del 2017

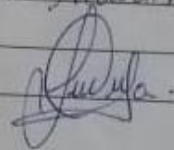
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Dr. MARTIN LARRY ROSADO DINARES
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Revisado el expediente de la Bachiller Ximena Virginia Sotomayor Zela cuyo Tesis titula: Microdureza Superficial de tres Resinas dentales Resina Bulk Fill, Resina Condensable y Resina Nanohibrida, laboratorios UCSM, Arequipa 2017 y habiendo realizado las correcciones pertinentes, puedo pasar para Sustentación.

Se Cambio el enunciado a: Microdureza Superficial de Tres Resinas dentales, Resina Bulk fill, Resina Nanohibrida y Resina Nanohibrida



Arequipa, 2018, 24 de Abril

Dedico esta tesis a mis padres y a mi familia por apoyarme incondicionalmente, por sus consejos, su comprensión, por formarme con valores y principios y enseñarme a seguir adelante frente a las adversidades.



A Dios.

Por protegerme, por brindarme salud y permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por haberme llenado de triunfos y por enseñarme con cada obstáculo en el camino a valorar cada día y por su infinita bondad y amor.

A mi madre Ruth.

Por haberme apoyado en todo momento, motivarme constantemente, enseñarme a superarme a mí mismo y sobre todo por su amor incondicional.

A mi padre José.

Por ser mi ejemplo de humildad, perseverancia y constancia, por empujarme a seguir adelante ante cualquier obstáculo y sobre todo por su amor incondicional.

A mis profesores.

Por compartir sus conocimientos, por su apoyo y paciencia.

¡Gracias a ustedes!

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe gran demanda funcional y estética en la consulta odontológica, es por ello las resinas compuestas se han convertido en uno de los materiales dentales más utilizados, gracias a sus propiedades ópticas, resistencia a la abrasión, desgaste, fácil manipulación, buena adaptación marginal y gran capacidad estética.

Debido a esta gran demanda los fabricantes de materiales de restauración han mejorado las propiedades de sus productos con el paso de los años, y han demostrado que la presencia del material de relleno hace que las resinas sean resistentes a las cargas y a la abrasión, es decir, a mayor cantidad de material de relleno de una resina, mejores serán sus propiedades.

Recientemente, han aparecido en el mercado nuevas resinas con un porcentaje de nano-partículas en su composición que ofrecen, además de buenas propiedades físicas y de un mejor acabado estético en su superficie, una mejor consistencia para su manipulación y menor contracción.

Pero a pesar de los cambios constantes en las resinas siguen presentando problemas asociados a su uso, tal es el caso de la contracción que ocurre en la polimerización, la sensibilidad postoperatoria, controversias acerca de la durabilidad a largo plazo, y problemas con la resistencia al desgaste.

Por los antecedentes expuestos anteriormente, el propósito de este trabajo fue determinar y comparar la microdureza superficial de las resinas bulk fill, resina microhíbridas y resina nanohíbrida mediante pruebas de dureza aplicadas a cada material.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objeto determinar la microdureza superficial en bloques de resinas indicadas para piezas posteriores. Se trata de una investigación experimental, prospectiva y transversal de laboratorio y de nivel comparativo.

Para la muestra se elaboraron bloques cilíndricos de 6 mm de diámetro y 3 mm de altura, elaborados con resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill), resina microhíbrida (Filtek P60) y resina nanohíbrida (Filtek Z350), con tales objetos se conformó un total de 45 muestras las cuales fueron divididas en 3 grupos de 15 muestras cada uno, estos fueron mantenidos al 100% de humedad relativa por 48 horas. Posteriormente, los cilindros fueron llevados al a los laboratorios de Ingeniera Mecánica de la Universidad Nacional de San Agustín donde fueron sometidos a carga 15T para realizar el test de microdureza superficial de Rockwell, utilizando un medidor de microdureza superficial con el durómetro Indentec, datos que posteriormente fueron convertidos a microdureza superficial de Vickers. Se realizaron 3 punciones con una carga de 15T tanto en la superficie externa superior como en la base de cada cilindro. Se utilizó la prueba estadística de comparación de ANOVA

Se concluyó que la Microdureza superficial de las resinas bulk fill (Filtek™ Bulk Fill) con un promedio de 104.69HV, la resina microhíbrida (Filtek P60) con un promedio de 137.38 HV y resina nanohíbrida (Filtek Z350) con un promedio de 149.11 HV. Los resultados obtenidos demuestran que la resina nanohíbrida (Filtek Z350) posee mejor microdureza superficial que la resina (Filtek™ Bulk Fill) y que la resina microhíbrida (Filtek P60).

Las cifras alcanzadas fueron sometidas a análisis estadístico mediante el test de Tukey, los cuales demostraron que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos.

Palabras Clave: Microdureza superficial, resinas microhíbridadas, resinas bulk fill resinas nanohíbridadas.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to determine the surface microhardness in blocks of resins indicated for later pieces. It is an experimental, prospective and transversal research of laboratory and comparative level.

For the sample, cylindrical blocks of 6 mm in diameter and 3 mm in height were elaborated, made with bulk fill resin (Filtek TM Bulk Fill), microhybrid resin (Filtek P60) and nanohybrid resin (Filtek Z350), with these objects a total of 45 samples which were divided into 3 groups of 15 samples each, these were maintained at 100% relative humidity for 48 hours. Afterwards, the cylinders were taken to the Mechanical Engineering laboratories of the National University of San Agustín where they were subjected to a 15T load to perform the Rockwell surface microhardness test, using a surface microhardness meter with the Indentec durometer, data that subsequently were converted to Vickers' surface microhardness. Three punctures were performed with a load of 15T on both the upper external surface and the base of each cylinder. The statistical comparison test of ANOVA was used

It was concluded that the surface microhardness of the bulk fill resins (Filtek TM Bulk Fill) with an average of 104.69HV, the microhybrid resin (Filtek P60) with an average of 137.38 HV and nanohybrid resin (Filtek Z350) with an average of 149.11 HV . The results obtained show that the nanohybrid resin (Filtek Z350) has better surface microhardness than the resin (Filtek TM Bulk Fill) and that the microhybrid resin (Filtek P60).

The figures reached were subjected to statistical analysis using the Tukey test, which showed that there is a statistically significant difference between the three groups.

Key words: Surface microhardness, microhybrid resins, bulk fill resins nanohybrid resins.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Determinación del problema.	2
1.2. Enunciado del problema.....	3
1.3. Descripción del problema.....	3
1.4. Justificación del problema.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1. Conceptos básicos.....	6
3.1.1. Resinas compuestas.....	6
3.1.2. Fotopolimerización	12
3.1.3. Clasificación de las resinas	16
3.1.4. Propiedades de los materiales dentales:	21
3.2. Antecedentes investigativos.....	50
4. HIPÓTESIS.....	54
 CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	 55
1. TÉCNICAS INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN:.....	56
1.1. Técnica.....	56
1.2. Instrumentos	57
1.3. Materiales.....	58
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN	58
2.1. Ubicación espacial	58
2.2. Ubicación temporal.....	58
2.3. Unidades de estudio.....	59

3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	59
3.1. Organización	59
3.2. Recursos	60
3.3. Validación del instrumento.	60
4. ESTRATEGIA PARA MEJORAR LOS RESULTADOS.....	61
4.1. A nivel de sistematización de los datos.....	61
4.2. Nivel del estudio de los datos.....	62
 CAPÍTULO III RESULTADOS.....	63
DISCUSIÓN	74
 CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
LISTA DE REFERENCIAS	77
 ANEXOS	82
ANEXO 1 FICHA DE REGISTRO	83
ANEXO 2 MATRIZ DE DATOS	84
ANEXO 3 SECUENCIA FOTOGRÁFICA.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	Estadísticos descriptivos	64
TABLA N° 2	Distribución normal	64
TABLA N° 3	Estadísticos descriptivos	65
TABLA N° 4	Distribución normal	65
TABLA N° 5	Determinación y de la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill), Nanohíbrida (filtek z350) y Microhíbrida (filtek p60) medidos con la prueba de microdureza vickers	66
TABLA N° 6	Determinación y comparación de la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill) Nanohíbrida (filtek z350) y Microhíbrida (filtek p60) medidos con la prueba de microdureza rockwell	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	Comparación de la microdureza superficial de tres resinas dentales después de ser sometidos a la prueba de microdureza vickers	67
GRÁFICO N° 2	Comparación de la microdureza superficial de tres resinas dentales despues de ser sometidos a la prueba de microdureza rockwell	69
GRÁFICO N° 3	Microdureza superficial de la resina tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill) sometidas a las pruebas de Microdureza Vickers y Rockwell	70
GRÁFICO N° 4	Microdureza superficial de la resina tipo nanohíbrida (filtek z350) sometidas a las pruebas de Microdureza Vickers y Rockwell	71
GRÁFICO N° 5	Microdureza superficial de la resina tipo microhíbrida (filtek p60) sometidas a las pruebas de Microdureza Vickers y Rockwell	72



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Determinación del problema.

Las resinas son materiales de restauración que han ido ganando preferencia tanto por los pacientes como por los odontólogos, ya que este material tiene como resultado una restauración estética agradable. Investigaciones demuestran que continuamente se desarrollan diversas mejoras en las propiedades de estos materiales, sin embargo, aunque en menor magnitud se observan algunas deficiencias como contracción del material, la baja resistencia a las fracturas y sensibilidad postoperatoria provocando un fracaso clínico.

La microdureza superficial es una propiedad mecánica de los materiales de restauración que guarda una relación directa entre la distribución, tamaño de las partículas y el contenido inorgánico. Los rellenos de partículas pequeñas tienen una mayor área superficial que permiten una mayor distribución de esfuerzos, por ello mayor resistencia, las partículas de relleno grandes, aumentan la concentración de esfuerzos, por lo que tienen una resistencia menor.

Conocer la microdureza superficial del material restaurador tiene gran importancia en el éxito clínico de la restauración, ya que mientras mayor sea el nivel de microdureza superficial presente en el material, podremos optimizar la durabilidad de este en boca, disminuir el riesgo de sufrir una fractura, y por consecuente obtener éxito en el tratamiento de los pacientes, es por ello que consultamos bibliografía y diferentes estudios científicos para llevar a cabo la presente investigación.

1.2. Enunciado del problema.

“Microdureza superficial de tres resinas dentales, resina bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida, arequipa, 2017”

1.3. Descripción del problema

1.3.1. Área del conocimiento.

- **Área general** : Ciencias de la salud
- **Área específica** : Odontología
- **Especialidad** : Careología
- **Tópico específico** : Materiales dentales

1.3.2. Análisis u operacionalización de variables.

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES
Variable situacional Microdureza superficial de: • Resina Bulk Fill • Resina Nanohíbrida • Resina Microhíbrida	Microdureza superficial	Muy bueno:134.01 - a más HV Bueno : 116.01 – 134.00 HV Regular : 98.01 – 116.00 HV Malo : 80.01– 98.00 HV Muy malo : 80.00- menos HV

1.3.3. Interrogantes básicas.

- ¿Cuál será microdureza superficial de una resina bulk fill?
- ¿Cuál será microdureza superficial de una resina nanohíbrida?
- ¿Cuál será microdureza superficial en una resina microhíbrida?
- ¿Cuál de estas tres resinas presentará mayor nivel de microdureza superficial?

1.3.4. Taxonomía de la investigación

Abordaje	Tipo de estudio					Diseño	Nivel
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de muestras	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorial	Experimental	Explicativo

1.4. Justificación del problema.

a. Importancia

El uso de resinas compuestas como material de restauración se ha ido incrementando ya que las exigencias de mecánica y sobre todo estéticas por parte de los pacientes cada vez son mayores.

Existen diversos tipos e innumerables opciones de resinas que se encuentran en el mercado odontológico. La presente investigación tiene importancia clínica, ya que se intenta identificar que resina posee mejores propiedades mecánicas, específicamente la microdureza superficial de las tres resinas a evaluar, resina bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida puesto que estos materiales deben presentar mayor dureza para soportar la fuerza masticatoria que reciben dichos tratamientos y así mantenerse estables en la cavidad bucal con el paso del tiempo.

b. Interés personal

Con esta investigación pretendo satisfacer el conocimiento para optar por el mejor material, aquel que presente mayor microdureza superficial, permitiendo que los pacientes reciban restauraciones adecuadas y duraderas, y así poder mejorar el éxito clínico de los tratamientos del día a día. Así mismo esta investigación me permitirá obtener el título profesional de “Cirujano Dentista”.

c. Originalidad y actualidad

Nosotros como odontólogos buscamos optimizar nuestros resultados clínicos, es así, que actualmente se han desarrollado nuevos materiales restauradores que presentan estructuras distintas en sus moléculas, mejorando sus propiedades.

El presente trabajo de investigación espera obtener valores que nos indiquen si existe variación en la microdureza superficial entre las resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill), resina microhíbrida (Filtek P60) y resina nanohíbrida (Filtek Z350), al ser sometidas a una carga ante un durómetro, ya que no existen estudios comparativos de dichas resinas, este trabajo aportará información a la comunidad odontológica.

d. Viabilidad

La investigación es viable ya se dispone con la literatura especializada, los materiales e instrumentos necesarios para realizar las investigaciones requeridas.

2. OBJETIVOS

- 2.1. Determinar la microdureza superficial de la resina bulk fill (Filtek Bulk Fill)
- 2.2. Definir la microdureza superficial de la resina microhíbrida (Filtek P60)
- 2.3. Precisar la microdureza superficial de la resina nanohíbrida (Filtek Z350)
- 2.4. Comparar los valores de la microdureza superficial obtenida de las tres resinas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Conceptos básicos

3.1.1. Resinas compuestas

Hay varias definiciones de compuestos, uno desde el punto de vista de la ingeniería y otro relacionado con la odontología. El mundo de la ingeniería define un material compuesto como un sistema de materiales compuestos de una mezcla de dos o más constituyentes que difieren en forma y que son esencialmente insolubles uno del otro. En el campo de la odontología privada una segunda y más específica definición: un compuesto es una pasta de material restaurador basado en resinas que actúan como un aglutinador orgánico monomérico, que contiene al menos 60% de relleno inorgánico, junto a un sistema que produce la polimerización.(1)

Las resinas compuestas tuvieron sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetil metacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal.

La era de las resinas modernas empieza en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. Desde ese entonces, las resinas compuestas han sido testigo de numerosos avances y su futuro es aún más prometedor, ya que se están investigando prototipos que superarían sus principales deficiencias, sobre

todo para resolver la contracción de polimerización y el estrés asociado a esta. (2)

- **Composición**

- a. Matriz orgánica:**

El sistema de monómeros puede ser considerado como la columna sobre la que se vertebra la resina compuesta. El Bis-GMA, sigue siendo el monómero más utilizado en la fabricación de los composites actuales, solo o asociado al dimetacrilato de uretano e integra la composición estándar de las resinas compuestas en una proporción cercana al 20% (v/v). Como regla general, se admite que, cuanto más bajo sea el peso molecular promedio del monómero o de su mezcla, mayor será el porcentaje de contracción volumétrica. Esta resina es altamente viscosa, por lo que para facilitar el proceso de fabricación y su manipulación clínica, se diluye con otros monómeros de baja viscosidad (bajo peso molecular), considerados como controladores de esta viscosidad, como el metacrilato de bisfenol A (Bis-MA), el etilenglicol-dimetacrilato (EGDMA), el trietilenglicol-dimetacrilato (TEGDMA), el metilmetacrilato (MMA) o el dimetacrilato de uretano (UDMA). (3)

La industria Odontológica ha ensayado gran variedad de monómeros, entre ellos, los monómeros SOC (espiroortocarbonatos) con capacidad de expansión, combinaciones de sistemas epoxídicos-polioles que muestran in vitro cambios volumétricos 40-50% menores que los sistemas tradicionales, las resinas basadas en siloxano-oxirano patentada por 3M-Espe o el uso de moléculas de alto peso molecular como el multi-etilglicol-dimetacrilato y copolímeros capaces de lograr una conversión del 90-100% como consecuencia de reducir las uniones C=C. En este sentido, las ormocerams, composites modificados con rellenos orgánicos e inorgánicos, han mostrado su capacidad para reducir, aunque sea mínimamente, la contracción de polimerización. No obstante, en la actualidad, los principales fabricantes de composites siguen apostando por los sistemas tradicionales, incorporando de forma mayoritaria en su

matriz orgánica el monómero Bis-GMA/TEGDMA, o la asociación Bis-GMA /UEDMA/TEGDMA. Por su parte, la fase dispersa de las resinas compuestas está integrada por un material de relleno inorgánico del que dependen, fundamentalmente, las propiedades físicas y mecánicas del composite. (4)

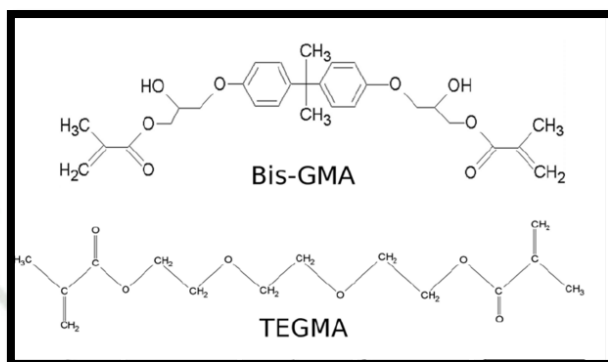


Imagen 1 : Estructura química de los componentes de la matriz de resina
Fuente: información científica, Filtek tm P90, 3M ESPE.

b. Partículas de relleno

Las partículas de relleno son incorporadas a la fase orgánica para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la matriz orgánica, de ahí que la incorporación del mayor porcentaje de relleno posible, sea un objetivo fundamental. Gracias al relleno se consigue reducir el coeficiente de expansión térmica, disminuir la contracción final de la polimerización, proporcionar radioopacidad, mejorar la manipulación e incrementar la estética. (5)

Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones, destacando de forma mayoritaria el dióxido de silicio, así como los borosilicatos y aluminosilicatos de litio. Muchos composites reemplazan parcialmente el cuarzo por partículas de metales pesados, como el Bario, Estroncio, Zinc, Aluminio o Zirconio, que son radioopacos. En la actualidad se buscan materiales, como el metafosfato de calcio, que tengan una dureza menor

que los vidrios de modo que sean menos abrasivos con el diente antagonista. (6)

La nanotecnología ha conducido al desarrollo de una nueva resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y nanoagregados de aproximadamente 75 nm, estos están formados por partículas de circonio/silice o nanosilice. Los agregados son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina. La distribución del relleno (agregados y nanopartículas) ofrecen un alto contenido de carga de hasta el 79.5%. (7)

Las resinas generadas con este tipo de partículas, al presentar un menor tamaño de partícula, permiten un mejor acabado de la restauración, que se observa en la textura superficial de la misma disminuyendo las posibilidades de biodegradación del material en el tiempo. Además, esta tecnología ha permitido que las cualidades mecánicas de la resina puedan ser lo suficientemente competentes para indicar su uso en el sector anterior y posterior. No debemos dejar de señalar que el hecho de presentar un menor tamaño de las partículas produce una menor contracción de polimerización, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspídea además de disminuir la presencia de microfisuras a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad post-operatoria. (8)

c. Agente de cobertura

El agente de cobertura une las partículas de carga a la matriz resinosa, este agente llamado silano mejora propiedades físicas y mecánicas al establecer una transferencia de tensiones de la matriz que se deforma más fácilmente a las partículas que son más rígidas e indeformables. Previene la penetración de agua en la interface resina/carga dando estabilidad hidrolítica. (9)

Las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. La unión de estas dos fases se logra recubriendo las partículas de relleno con un agente de acoplamiento que tiene características tanto de relleno como de matriz. El agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro. Debido a que la mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen relleno basado en sílice, el agente de acoplamiento más utilizado es el silano.

El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el γ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS), éste es una molécula bipolar que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno y a su vez, posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina / partícula de relleno. (10)

Asimismo, el silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, pues establece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). Además, estos agentes de acoplamiento previenen la penetración de agua en la interfase BisGMA / Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. Se han experimentado otros agentes tales como el 4-META, varios titinatos y zirconatos, sin embargo, ninguno de estos agentes demostró ser superior al MPS.

Los avances en la tecnología de salinización se preocupan más que nada en obtener un recubrimiento uniforme de la partícula de relleno lo cual provee mejores propiedades a la resina compuesta. Para lograr este recubrimiento uniforme, los fabricantes utilizan diferentes formas de cubrimiento y recubren hasta tres veces la partícula de relleno. (11)

d. Iniciadores de polimerización

Son aquellas sustancias que inician las reacciones químicas y son capaces de romper la doble ligadura del monómero para convertirlo en polímero.

El proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción. Para que estos radicales libres se generen es necesario un estímulo externo.

En el caso de los sistemas foto-curados, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas). Es necesaria que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible. Sin embargo, el clínico debe ser cuidadoso en minimizar la exposición de luz, hasta que el material esté listo para curar, de otra forma puede comenzar una polimerización prematura y el tiempo de trabajo se puede reducir considerablemente. (12)

Otra forma común de polimerizar las resinas es a través de la aplicación de calor solo o en conjunto con fotocurado. Este procedimiento es bastante común en las resinas usadas en laboratorio para la fabricación de inlays y onlays. Para los materiales termo-curados, temperaturas de 100 °C o más, proveen la temperatura la cual sirve de estímulo para activar el iniciador. El termo curado luego del fotocurado mejora las propiedades de la resina sobre todo la resistencia al desgaste y la resistencia a la degradación marginal. Cualquiera de estos mecanismos es eficiente y produce un alto grado de polimerización en condiciones apropiadas. (13)

Los iniciadores para resina compuesta deben alcanzar ciertos criterios:
(14)

- Formación rápida de radicales libres a bajas temperatura
- Alta reactividad de los radicales formados
- Vida útil larga
- Baja tendencia a la decoloración
- Baja toxicidad
- esta libres de olor (inodoros)
- Son incoloros

e. Inhibidores

Son sustancias que se agregan al compuesto para evitar la polimerización espontánea y aumentar la vida útil del material. (15)

Los componentes más comúnmente utilizados son: 4-metoxifenol (PMP), Titerciarbutil fenol (BHT) y son generalmente utilizados en cantidades del 0.1%. El inhibidor más utilizado es el BHT, porque puede proporcionar restauraciones con resultados más satisfactorios por tener una estabilidad de color más aceptable. (16)

f. Aceleradores

En los sistemas de resinas compuestas, es necesario utilizar una amina terciaria aromática que actúe como donador de electrón, tal como la N,N dihidroxietil-p-toluidina para que interactue con el agente iniciador para producir los radicales libres necesarios, con el fin de iniciar la reacción de polimerización de la matriz orgánica. Algunas otras aminas también han sido utilizadas como activadores de la reacción, pero la dimetil-p-toluidina ha demostrado tener la ventaja de producir un compuesto con mayor estabilidad de color. (17)

3.1.2. Fotopolimerización

a. Tipos de unidades de Fotopolimerización

- **Lámparas halógenas de cuarzo de tungsteno (QTH)**

La luz halógena convencional consistió en un filtro de 100nm de banda que oscilaba entre los 400 y los 500nm. El espectro de luz emitido por las lámparas halógenas provocaba la reacción del fotoiniciador (camforoquinona) y cuando esta se exponía a la luz en presencia de co-iniciadores (aminas), se formaban radicales, que abrían los dobles enlaces de los monómeros de resina, y se iniciaba la polimerización. Estas lámparas producían luz blanca y para producir luz de una longitud de onda específica, esta debía ser filtrada. (18)

Esta generación de calor requiere de un ventilador de refrigeración que puede ser ruidoso y resultar en una “trampa biológica”. La luz es filtrada a aproximadamente 390nm a 500nm, que es capaz de polimerizar todos los composites, pero el desafío con estas lámparas es que usan sólo el 9% de la energía producida, con una vida de la bombilla de aproximadamente 30 a 50 horas antes de que empiecen a desnaturalizarse y necesiten reposición. El filtro puede acumular polvo, agrietarse, lo que puede alterar las longitudes de onda transmitidas, permitiendo la emisión de rayos UV dañinos. Además, las puntas estrechas emiten un haz de luz angosto, por lo que pueden requerir de múltiples ciclos de polimerización en restauraciones extensas. (19)

- **Lámparas de arco de plasma**

También llamados en inglés, Xenon Arc Lamps Pac; estos dispositivos generaban un potencial eléctrico extremadamente alto entre dos electrodos de tungsteno situados en una cámara con un gas inerte (xenón) que sería ionizado y reflejado en el interior de una cámara, de tal modo que se generaba un haz de radiación concentrada de una intensidad que puede llegar a los 2400mW/cm². (20)

Estas lámparas tienen una bombilla formada por un recipiente de óxido de aluminio a alta presión, que contiene un gas xenón altamente presurizado por debajo de 150 psi. La forma interna está específicamente diseñada para reflejar la luz entre dos electrodos y el arco es de aproximadamente 1mm de largo, lo que permite un haz de luz muy concentrado. Los desafíos de esta lámpara incluyen una alta emisión infrarroja y ultravioleta y un gran radiador para eliminar la gran cantidad de calor producida por la lámpara.

El recambio de las bombillas puede costar unos 600 dólares. Las unidades de base son grandes y pueden requerir un cable lleno de líquido que puede deteriorarse con el tiempo. Estas lámparas costosas pueden no polimerizar todos los fotoiniciadores y las puntas estrechas de las guías emiten un haz de luz de diámetro pequeño. (21)

- **Lámparas de laser argón**

Este tipo de unidades generan luz cuando la energía es aplicada a un átomo, elevando un electrón a un nivel de energía más alto e inestable. El electrón retornará al nivel estable liberando luz en un medio de gas argón. Estas lámparas tienen unidades de base grandes y pesadas que no son muy portátiles. Las puntas de las guías son pequeñas, haciendo necesarios múltiples ciclos de polimerización. La polimerización rápida puede provocar un gran aumento de temperatura y una tensión de contracción considerable, lo que puede ocasionar problemas de sensibilidad postoperatoria. Estas lámparas pueden no polimerizar todos los materiales de resina, y son muy costosas. (22)

- **Lámparas de polimerización LED (diodo Emisor de Luz)**

Esta tecnología, usada desde 1995; consiste en lámparas que producen la luz a través de semiconductores a diferencia de las lámparas halógenas que usan filamentos. Contiene diodos de galio-nitrato que producen un estrecho espectro de luz entre los 400 y 500

nm, pero posee la característica de concentrarse en el rango específico de absorción máxima de la canforquinona (465 nm). Esto sería una ventaja comparativa con respecto a la lámpara halógena, que dispersa el espectro de luz necesario para activar a la canforquinona, por tanto generando más calor. (23)

La primera generación tenía un espectro de emisión estrecho que podía activar a las canforquinonas pero no a otros fotoiniciadores, por lo que no podía polimerizar por completo algunos materiales de resina. Su poder y emisión de energía eran bajos, requiriendo de elevados tiempos de polimerización para una polimerización completa. Las puntas generaban un haz de luz pequeño y las lámparas tenían un tiempo de funcionamiento continuo insuficiente antes de apagarse.

Las lámparas de polimerización LED de segunda generación tienen un mayor poder de emisión de energía fotónica. Sin embargo, tienen un diodo de color con un espectro de emisión estrecho que no polimeriza todos los composites. Muchas son inalámbricas; todas las baterías tienen una expectativa de vida limitada y su reposición es costosa. Algunas tienen ventiladores que son ruidosos y pueden resultar en una trampa biológica. Las puntas de luz son frágiles y pueden romperse con facilidad. Muchas de estas lámparas tienen la limitación de ser inadecuadas para la operación continua, como sería necesario para cementar múltiples coronas, puentes o carillas. (24)

Características:

En general, dentro de las características de las lámparas LED encontramos que:

- Poseen una vida útil de alrededor de 10.000 horas, produciéndose un pequeño desgaste durante este tiempo de la ampolla.
- Generan bajas cantidades de calor.

- No requieren filtros para producir la luz azul.
- Son resistentes a golpes y vibraciones y consumen una pequeña cantidad de energía mientras trabajan.

Las lámparas LED que se presentan inalámbricas, están dotados de baterías recargables de níquel metal, cada carga puede utilizarse hasta 200 exposiciones, esta batería no se descarga si permanece sin uso.

Los fabricantes refieren que este tipo de lámparas podrían polimerizar composite de 2 mm de profundidad en 10 seg. Aun cuando generan 400 mW/cm², requieren menos tiempo de exposición, ya que como se dijo anteriormente concentran sus longitudes de onda en las específicas para la canforquinona.

En general, poseen piezas de mano reducidas, con diodos en la punta o en la pieza de mano de la lámpara. (25)

3.1.3. Clasificación de las resinas

Las resinas compuestas pueden clasificarse desde varios puntos de vista: de acuerdo con la consistencia, el tipo de relleno, método de curado y uso. (26)

a. Según su consistencia

- **Resinas de baja viscosidad (flow) “fluidas”**

Tienen baja viscosidad, por lo que son más fluidas. Tienen disminuido el porcentaje de relleno inorgánico. Presentan alta humectabilidad, alta flexibilidad, radioopacas y se presentan en varios colores. (26)

Muchas aplicaciones han sido propuestas, entre las que tenemos: material para reparación de amalgamas, reconstrucción de bordes incisales, sellador de fosas y fisuras, y, últimamente, como material para ferulización; sin embargo, mayor investigación a éste respecto es necesaria.

Estas resinas fluidas son las que se utilizan en los sellantes estas son viscosas que se adhieren a los surcos, fosas y fisuras creando una barrera de protección contra la caries.

Esta es de fácil adherencia ya que es un producto fluido lo que hace que se parezca a la leche condensada y se pega con facilidad en las partes indicadas donde colocar las resinas fluidas o también llamadas sellantes.

Con el afán de mejorar algunas propiedades físicas y facilitar su manipulación, las resinas compuestas fluidas han sufrido modificaciones en la proporción de micro relleno de sílice coloidal en relación con las partículas más grandes, obteniendo cuatro tipos de viscosidad: alta, media, baja y muy baja Así mismo, todos estos materiales son compuestos híbridos, que a su vez se dividen en micro híbridos y submicrohíbridos dependiendo del tamaño de partícula de relleno presente en su composición. Existe un solo compuesto fluido que contiene 100% de micro relleno en su composición y es Durafill flow (Heraeus Kulzer), en un porcentaje de 50% en volumen y 76% en peso. Las resinas compuestas fluidas tienen un módulo de elasticidad 20 a 50% más bajo que el de los compuestos híbridos, por lo que podrían ser utilizados como rompe fuerzas en ciertas aplicaciones.

Estas resinas han sido sometidas a varias pruebas de abrasión a movimientos masticatorios y a sustancias abrasivas pero han pasado la prueba, no se fracturan con facilidad y además dan comodidad al paciente ya que no molesta para nada.

Esta ha pasado la prueba de resistencia pero esto no quiere decir que el paciente se disponga a morder lo que se le antoje es cierto que son resistentes pero para ciertas cosas por más resistente que estas sean se van a fracturar y la barrera de protección contra la caries se vendrá abajo por eso para que estas resinas duren se la se debe cuidar a la hora de masticar algo duro.

- **Resinas de alta viscosidad "condensables":**

Las resinas condensables son resinas compuestas con alto porcentaje de relleno.

Sus ventajas son: la posibilidad de ser condensadas (como la amalgama de plata), mayor facilidad para obtener un buen punto de contacto y una mejor reproducción de la anatomía oclusal.

Su comportamiento físico-mecánico es similar al de la amalgama de plata, superando a las de los composites híbridos; sin embargo, su comportamiento clínico, según estudios de seguimiento es similar al de los composites híbridos.

Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de composite y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II con el fin de lograr, gracias a la técnica de condensación, un mejor punto de contacto. (27)

b. Según el tipo de relleno:

- **Resina de macropartículas, o tradicionales**

Estas compuesta de partículas de macrorrelleno de 0,1 a 10 μm . Se caracterizan porque sus partículas pueden fracturarse y de ser desalojadas de manera selectiva de la matriz orgánica, cuyo desgaste es más rápido; La unión entre la matriz y las macropartículas es débil, propensa al hidrolisis. Estas resinas presentan poca resistencia al desgaste, especialmente en contactos oclusales fuertes. Este desgaste puedes ser por la pérdida de resistencia, adhesión, abrasión, desintegración química o corrosión.

El obturador es un material de cuarzo. Existe diferencia entre el relleno del contenido de material obturador en peso y en volumen. Puesto que la fase obturadora resulta mucho más densa que la fase de resina, el porcentaje en volumen típico es de 10 a 15% menos que el porcentaje en peso. (28)

Eran compuestos difíciles de pulir, se hacía necesario el uso de fresas de diamante. Después de ser pulidos y de cierto tiempo de uso en la cavidad oral, se tornaban ásperos por la desintegración de la matriz orgánica, lo que facilitaba el manchado prematuro y el cambio de color. (29)

Las características de las resinas de macrorrelleno:

- Alta carga de relleno (68 a 80%)
- Resistencia a la fractura
- Baja capacidad de pulido

- **Resinas compuestas de partículas pequeñas:**

Estas resinas presentan partículas cuyo tamaño es de aproximadamente 5 μm y se idearon con el objeto de contrarrestar las malas propiedades de las resinas de macrorrelleno: (30)

- Resistencia a la fractura de media a alta
- Alta carga de relleno
- Resistencias compresivas, de media a alta
- Buen pulido, pero menos brillante que los microrrellenos, o sea, son semipulibles
- Excelente estabilidad de color
- Buena resistencia al desgaste

- **Resinas de microrrelleno:**

El tamaño de partículas es mucho menor que el de los compuestos de macrorrelleno, 0.03 a 0.5 μm . Las partículas obturadoras tan pequeñas son sílice fusionado. El problema de estas resinas es el bajo porcentaje de material obturados, 40 a 50%. El área de la superficie de las partículas obturadoras tan pequeñas requiere que una cantidad mucho mayor de resina moje su superficie de partículas.

Las características de las resinas de microrrelleno son:

- Excelente pulido.
- Baja carga de relleno.
- Baja resistencia a la fractura.
- Resistencia media a alta.
- Muy buena estabilidad de color.
- Buena resistencia a la abrasión.
- La mayoría no son radioopacas.

- **Resinas compuestas híbridas:**

Las partículas de relleno, típicamente consisten en un vidrio de 1 a 3 μm de tamaño, y sílice de 0.04 μm . El porcentaje de relleno oscila entre 76 a 80% o por una unidad de peso. (31)

Las características de las resinas compuestas híbridas son: (32)

- Alta carga de relleno
- Alta resistencia a la fractura
- Muy buen pulido
- Excelente estabilidad de color
- Muy buena resistencia al desgaste
- Fáciles de manipular
- Propiedades de efracción similar al diente
- Radioopacas, se usa en posteriores
- Viscosidades elevadas
- Uso universal

- **Resinas microhíbridas**

Estas resinas son una mejora de la resina híbridas, con la disminución del tamaño de la partícula, lo que consigue es una estética sorprendente y un excelente pulido.

Tienen un alto porcentaje de carga inorgánica y una viscosidad media. Presentan una alta resistencia al desgaste y un módulo de elasticidad medio. Están indicadas para el sector posterior y anterior. (33)

- **Resinas nanohíbrida**

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 25 nm y los 'nanoclusters' de aproximadamente 75 nm.

Los 'nanoclusters' están formados por partículas de zirconia/silica o nano silica. Los 'clusters' son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina. La distribución del relleno (cluster y nanopartículas) muestran un alto contenido de carga de 72.5%. (34)

Las resinas compuestas translúcidas de esta generación se caracterizan por presentar un 78.5% de carga en su composición, por lo tanto, se ha logrado incrementar la resistencia y obtener una resina con mejor o similar manipulación que las resinas híbridas o microhíbridas.

3.1.4. Propiedades de los materiales dentales:

La estructura de los materiales (o sea la estructura de la materia que los compone) condiciona sus características. Estas características o cualidades se denominan propiedades y su estudio representa el análisis de cómo reacciona o se comporta el material ante diversos agentes. (35)

a. Propiedades físicas

Las propiedades físicas hacen referencia al estudio del comportamiento del material ante la aplicación de agentes físicos. Dentro de las propiedades físicas encontramos a las propiedades físicas propiamente dichas, a las físico-mecánicas, físico-térmicas, físico-eléctricas y físico-ópticas.

a.1. Propiedades físicas propiamente dichas:

- **Densidad**

La densidad corresponde a la cantidad de materia por unidad de volumen. Depende del núcleo atómico, y de la cercanía de las partículas entre sí. Por lo que, tomando un volumen constante, un material más denso resultará con mayor masa que uno material menos denso. Este fenómeno cobra importancia en el caso de prótesis removibles superiores, si la densidad es muy elevada, el aparato tendería a desalojarse como consecuencia de la gravedad. (36)

a.2. Propiedades físico-térmicas:

- **Calor:**

El calor corresponde a la energía del movimiento asociada con las partículas de la materia. A mayor energía cinética, mayor es el movimiento y mayor el calor. El calor total de un cuerpo es la suma de la energía cinética de todas sus partículas.

El calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos. El tipo de energía que se pone en juego en los fenómenos caloríficos se denomina energía térmica. El carácter energético del calor lleva consigo la posibilidad de transformarlo en trabajo mecánico. Sin embargo, la naturaleza impone ciertas limitaciones a este tipo de conversión, lo cual hace que sólo una fracción del calor disponible sea aprovechable en forma de trabajo útil. (37)

- **Calor específico:**

Es la cantidad de calor que se necesita para elevar la temperatura de la unidad de masa en 1°C . La unidad de calor es la caloría y

corresponde a la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1g de agua desde 15°C a 16°C. (38)

- **Calor de fusión**

Es la cantidad de calorías necesarias para que 1g de un material en estado sólido al estado líquido. De aquí se desprende que, a mayor masa para fundir, se va a precisar mayor calor para transformar la masa total en líquido.

- **Temperatura:**

Se distingue del calor por ser una medida de la cantidad promedio de energía cinética de sus partículas. Es el estado de calor que un cuerpo tiene en un instante determinado y a una presión conocida. El calor se genera y transmite, la temperatura se mide.

- **Temperatura de fusión y solidificación:**

Es la temperatura a la cual se da el cambio de estado. En odontología es útil cuando hablamos de materiales termoplásticos y aleaciones para soldadura. (39)

- **Coeficiente de variación dimensional térmica o de expansión térmica (C.E.T):**

Todos los átomos vibran, excepto cuando están a 0°C, cuando un material es calentado, aumenta la amplitud de su vibración, ocasionando una expansión del material. El fenómeno es reversible, y los materiales contraen al enfriarlos.

Esta variación en la dimensión, se la conoce como variación dimensional térmica o de expansión térmica. Este puede ser:

- Lineal, es el cambio de longitud por unidad de longitud del material y por cada grado que ha variado su temperatura

- Volumétrica, se considera para la mayoría de los materiales, que es el cubo del coeficiente lineal.

La estructura dentaria no escapa a esta ley, y se nota la importancia cuando encontramos restauraciones en boca y se produce la ruptura del sellado marginal entre el diente y el material restaurador debido a la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica, ya que ambos materiales no contraen y dilatan juntos.

- **Microfiltración:**

Es la separación del material y la estructura dentaria permitiendo que las sustancias de la boca (saliva, bacterias, restos de alimentos, pigmentos) penetren en ese espacio. Este fenómeno cobra gran importancia al originar caries secundarias llevando al fracaso la restauración.

La característica fundamental de todo material restaurador es la capacidad para formar un sello que impide filtraciones de bacterias y toxinas a la dentina y por ultimo a la pulpa; si no se utilizan de manera correcta puede facilitar la filtración de bacterias a través de interface diente – restauración. (40)

- **Conductibilidad térmica:**

Se define como la cantidad de calor, en calorías por segundo, que transita a través de un cuerpo de 1cm. de espesor y de 1cm cuadrado de sección cuando la temperatura varía en 1°C.

La conductividad térmica nos da una idea de qué tan bueno es el material para conducir el calor.

Esta propiedad toma importancia en Odontología, cuando encontramos restauraciones metálicas en boca, las cuáles deben poseer debajo, un material aislante. Pero, por otra parte, cuando colocamos un material sobre las superficies mucosas, como es el caso de las prótesis removibles, es deseable que se transmita algo de

calor hacia los tejidos para que éstos experimenten la sensación asociada con las diferentes temperaturas de comidas y bebidas.

- **Difusión térmica:**

Es la velocidad con la que se transmite el calor de un extremo a otro de un objeto. Nos da una noción más precisa de la rapidez con que es conducido el calor. Es más importante que la conductividad térmica.

a.3. Propiedades físico eléctricas

- **Conductividad eléctrica:**

Corresponde a la capacidad de esa sustancia para transportar la corriente eléctrica. La situación inversa se denomina resistencia específica o resistividad. En odontología se suscita un problema cuando se genera una diferencia de potencial entre distintas restauraciones metálicas. Esto se debe a la aparición de corrientes galvánicas en la cavidad bucal. La corriente se transmite de un metal a otro llegando al diente, donde produce dolor. Otra de las consecuencias directas de la conductividad eléctrica es la corrosión que aparece en las restauraciones metálicas, originada por diferencia de potencial eléctrico entre un metal con bajo y otro con alto potencial, estando ambos sumergidos en una solución electrolítica. El material de bajo potencial entra en solución, se disuelve y libera iones que se transmiten a través de la saliva (medio electrolítico), depositándose en la superficie del otro metal. (41)

- **Fuerza electromotriz:**

Representa la facilidad con la que los metales se oxidan.

- **Galvanismo**

Se origina cuando coexisten diferentes metales juntos en presencia de un líquido conductor (saliva). A veces se pueden producir en la boca si existen diferentes metales por ejemplo una amalgama y una corona de oro, porque la saliva actúa como conductor. (42)

a.4. Propiedades físico-ópticas

- **Color:**

Es el resultado de la percepción de un estímulo físico. La percepción es una sensación, una respuesta fisiológica subjetiva, mientras que el rayo de luz es el estímulo físico que produce la sensación, es eternamente objetivo. Cuando todos los colores de una fuente de luz son reflejados por un objeto con la misma intensidad con que son recibidos, ésta aparece de color blanco. Cuando todos los colores son absorbidos por igual, el objeto aparece totalmente negro. El color percibido de un objeto resulta del rayo de luz incidente, o de una porción del mismo, que es el reflejado o absorbido.

Un objeto puede transmitir la luz, con poca o ninguna dispersión y dejar ver varios objetos, a través de él; es el caso de las sustancias transparentes. También puede suceder que la luz sea transmitida con dispersión, pero no se puedan apreciar formas; como en las sustancias translúcidas. Por otro lado, tenemos objetos que no dejan pasar la luz, la absorben, son opacos. Al color básico de un objeto, se lo denomina tono, matiz o tinte. A su vez, cada matiz puede presentar diferentes grados de saturación, que corresponde a la intensidad de ese tinte en particular.

- **Luminosidad, brillo o valor:**

Corresponde a la cantidad de luz u oscuridad para un color determinado y que se obtiene al mezclar el blanco con el negro para obtener las diversas graduaciones de grises.

- **Fluorescencia y fosforescencia:**

Algunos materiales tienen la capacidad de emitir energía lumínica cuando un haz de luz llega sobre ellos. Si la luz resulta ser emitida en el momento de excitación por el haz primario, es denominado fluorescencia. En cambio, si la luz continúa siendo emitida después de la excitación por el haz primario, es denominado fosforescencia.

A ambos fenómenos se los llama luminiscencia, término que se refiere a una fuente de luz no asociada directamente al color.

- **Metamerismo:**

Es el fenómeno por el que dos objetos de naturaleza diferente, por ejemplo, un diente natural y uno artificial, pueden parecer del mismo color y aspecto bajo un tipo de luz y de diferente color y aspecto bajo otro tipo de fuente luminosa.

- **Radioopacidad:**

Es la capacidad de los materiales de absorber energía proveniente de un haz de rayos X. si un objeto es irradiado colocando una película radiográfica detrás de él, es posible que ésta quede impresionada, apareciendo zonas de gran absorción con una tonalidad radioopaca y zonas de poca o ninguna absorción con una tonalidad radiolúcida.

a.5. Propiedades mecánicas

- **Tensión:**

Podemos denominar a la tensión como la fuerza por unidad de superficie donde se aplique la fuerza, por lo que $Tensión = \frac{Fuerza}{superficie}$. La misma tiene distintas unidades como son los

Pascales (Pa) o en la odontología, ya que utilizamos cuerpos pequeños Megapascals (MPa).

Tipos de tensión

Cuando estudiamos a los cuerpos y las tensiones que se pueden inducir sobre ellos, encontramos 3 tipos básicos:

- **Compresivas;** donde las fuerzas van en la misma dirección, en sentido opuesto y hacia el objeto generando un acortamiento del cuerpo.
- **Traccionales;** donde las fuerzas van en la misma dirección, sentido opuesto y se alejan del objeto, generando un alargamiento del cuerpo.
- **Tangenciales o de corte,** las cuales van en distinta dirección, sentido opuesto y hacia el objeto generando dos ejes de presión produciendo el movimiento de “corte”. (43)

a.6. Estudio de fuerzas flexurales:

Este estudio se realiza colocando un cuerpo sobre dos topes, uno a cada extremo y aplicando una fuerza única en el centro del objeto, esta fuerza producirá la flexión del mismo, pero lo interesante son las tensiones internas que se generan en este. En la superficie superior, donde se aplica la fuerza el objeto se “acorta” debido a la curva de la flexión por lo que en este punto se generan fuerzas de tipo compresivas. A la vez, en la superficie opuesta a la fuerza, el objeto se “estira” debido a la flexión generando en esta zona fuerzas de tracción. Y, por último, si tomamos en cuenta la fuerza aplicada y la resistencia generada por los topes ubicados en los extremos del objeto entre estos se genera una fuerza de cizallamiento. Por lo que un estudio de tipo flexural, resume brevemente la aplicación de las tres tensiones sobre un objeto. (44)

Este tipo de estudio se grafican:



Imagen 2: Gráfico de tensión/deformación

Fuente: J. J. Roa, y col. (2009) Curva tensión-deformación mediante indentación esférica para materiales cerámicos superconductores de ybco-tsmg . Barcelona. Anales de Mecánica de la Fractura 26, Vol. 2/ Universidad de Barcelona

Gráfico de tensión/deformación

Podemos dividir este grafico en 3 zonas:

- Zona recta
- Zona de quiebre
- Zona Curva

Zona de quiebre

En esta zona, existen dos puntos teóricamente distintos.

- LIMITE PROPORCIONAL, consiste simplemente en el punto matemático donde la proporcionalidad (LEY DE HOOKE) deja de cumplirse, es decir la línea deja de ser recta.
- LIMITE ELÁSTICO, como dijimos anteriormente, mientras la línea se mantenga recta, el material tendrá un comportamiento elástico; teóricamente, el material continúa teniendo un comportamiento elástico en la primera porción de la curva del gráfico, pero esto no es observable en un gráfico, sino de forma teórica.

Por ultimo muy próximo a la zona del quiebre, podemos encontrar un tercer punto la RESISTENCIA A LA FLUECIA, el cual resulta un valor más práctico para tomar en cuenta por el fabricante, para hallar este valor, se preestablece un porcentaje de deformación (ej. 0,1%) y se traza una línea paralela a la línea recta del grafico a partir de esta deformación. De esta manera cuando la paralela cruce el grafico tendremos un valor más exacto para saber a qué tensiones podemos someter al material antes de que el mismo se deforme permanentemente.

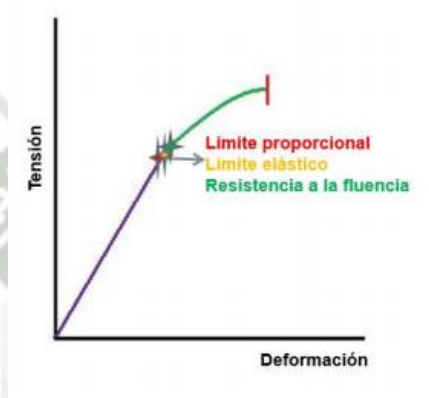


Imagen 3: Zona de quiebre

Fuente: J. J. Roa, y col. (2009) Curva tensión-deformación mediante indentación esférica para materiales cerámicos superconductores de ybco-tsmg . Barcelona.

Anales de Mecánica de la Fractura 26, Vol. 2/ Universidad de Barcelona

ZONA CURVA

Por último, en la zona curva del gráfico, es donde se producen la deformación plástica del cuerpo, es decir sufre deformaciones permanentes. Una vez que se termina la curva quiere decir que el material se ha fracturado. Esta zona curva del grafico puede ser corta o larga, lo cual nos dará nueva información:

- En caso de que la zona curva sea corta, esto representa que el material se fractura rápidamente, es decir que este material no soporta ser deformado permanentemente, esto se denomina FRAGILIDAD. Este tipo de comportamiento se observa en lo materiales Cerámicos,

los cuales no pueden ser deformados permanentemente ya que se fracturan.

- En caso de que la curva sea de mayor longitud, esto representa que el material tolera grandes deformaciones antes de su fractura, es lo que se denomina DUCTIL o MALEABLE. Un material dúctil es aquel que soporta tensiones de tipo fraccional (ej. Si tomamos un trozo de metal y lo tensionamos generando un alambre). En contrario, un material maleable es aquel que tolera las fuerzas de tipo compresivas (ej. Si al trozo de metal lo comprimimos generando una lámina de metal).

a.7. Tenacidad:

La Tenacidad es la máxima cantidad de energía que el material puede absorber antes de su fractura. La misma se calcula calculando el área total debajo de la curva de tensión deformación.

a.8. Resiliencia:

La Resiliencia es la máxima cantidad de energía que el material puede absorber antes de deformarse permanentemente. La misma se calcula calculando el área debajo de la parte recta de la curva Tensión Deformación.

a.9. Fatiga:

La Fatiga consiste en la ruptura de un material por la aplicación repetida de cargas por debajo de su límite proporcional, es decir que aplicando repetidas veces fuerzas (que si fueran únicas ni siquiera deformarían permanentemente al material) se logra fracturar al mismo. Esta propiedad resulta fundamental ya que las fuerzas de la masticación funcionan de esta manera.

a.10. Dureza:

La Dureza, es una propiedad de superficie, es decir que al igual que la fatiga no es graficable. La misma consiste en la resistencia de un material a ser indentado o penetrado en su superficie.

b. Microdureza superficial

La dureza se define como la resistencia a la penetración, al desgaste o al rayado. (45)

Consiste en la resistencia de un material a ser indentado o penetrado en su superficie. Esta propiedad resulta importante en la odontología a modo de poder predecir el desgaste, pulido y acabado de las restauraciones y por ende su duración en boca. (46)

Los diferentes métodos desarrollados para medir la dureza en general consisten en producir una deformación local, en el material que se ensaya, a través de un indentador. Los valores obtenidos son siempre dependientes del método y las condiciones en las que se ensaya por lo que para que un valor de dureza sea útil y permita su comparación debe estar acompañada de la indicación del método utilizado y las condiciones del ensayo. Los diferentes métodos utilizados para obtener los valores de dureza se pueden clasificar en dos grandes grupos según la forma de aplicación de la carga. (47)

b.1. Tipos de dureza superficial

- **Dureza Rockwell**

Es similar al Brinell pero, en lugar de medirse la superficie de la huella, se mide la profundidad de la penetración. La dureza Rockwell mide la deformación plástica que se produce en el ensayo. Porque lo que medimos es la huella permanente que aparece cuando, al retirar la carga, el material trata de recuperar su posición inicial. (48)

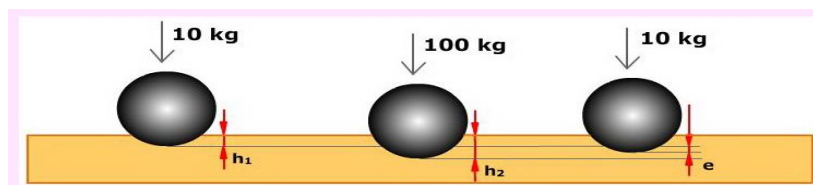


Imagen 4: Secuencia de cargas y profundidades en el ensayo Rockwell.
Fuente: https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm02/pfcm2_7_3.html

- **Dureza Brinell**

El sistema Brinell se emplea como penetrador una pequeña esfera de acero. Este se poya sobre el material en estudio y se le aplica una carga normalizada. Para obtener el número de dureza Brinell de relaciona la carga aplicada con la superficie de la huella, que tiene una proyección circular y cuyo diámetro se mide con un microscopio. (49)

El sistema Brinell tiene dos inconvenientes el primero es que no sirve para aplicarlo sobre materiales frágiles, ya que para producir la huella hay que superar bastante el limite proporcional, lo que no es posible en este tipo de materiales. El segundo es que no tienen en cuenta la recuperación que se produce en el material al retirar la esfera, es decir que no se mide la magnitud real de la penetración sino la penetración menos la recuperación que se produce cuando la superficie tiende a volver a su forma original.

- **Dureza Vickers**

Es una prueba de dureza por penetración, en la cual se usa una maquina calibrada para aplicar una carga compresiva predeterminada, con un penetrador piramidal de diamante de base cuadrada y ángulos entre caras de 136° apoyado sobre la superficie del material bajo prueba. Para conocer la dureza después de retirar la carga se miden las diagonales de la huella resultante. (50)

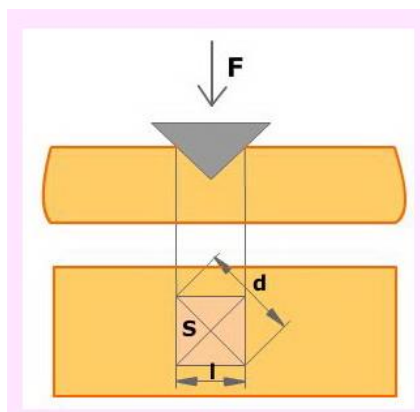


Imagen 5: Ensayo Vickers

Fuente: https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm02/pfcm2_7_3.html

El ensayo consiste en hacer sobre la superficie de una probeta una huella con un penetrador en forma de pirámide recta de base cuadrada con un determinado ángulo en el vértice, y medir la diagonal de dicha huella después de quitar la carga F . (51)

La dureza Vickers se define como el cociente de la carga de ensayo entre el área de la huella, que se considera como una pirámide recta de base cuadrada y con el mismo ángulo en el vértice que el penetrador y calculado conforme a la siguiente ecuación.

○ **Designación**

El número de dureza Vickers es seguido por las siglas DV con un primer sufijo convencional y un segundo sufijo que indica el tiempo de aplicación de la carga, cuando este último difiere del tiempo normal, el cual es de 10 a 15 segundos. (52)

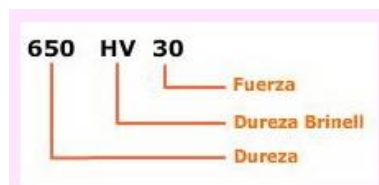


Imagen 6: Designación dureza Vickers

Fuente: https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm02/pfcm2_7_3.html

○ **Máquina de prueba**

El equipo para la prueba de dureza Vickers consiste generalmente de una máquina que soporta la probeta y permite un contacto gradual y suave entre esta y el penetrador, bajo una carga predeterminada que se aplica durante un periodo de tiempo dado. El diseño de la maquina debe ser tal que no tenga balanceos o movimientos laterales de la probeta y del penetrador, mientras se aplica o retira la carga, se utiliza un microscopio de medición que generalmente va montado en la máquina. (53)

○ **Microscopio de medición**

Las divisiones de la escala micrométrica del microscopio, o de cualquier otro dispositivo de medición, deberán ser tal que pueda medirse la longitud de las diagonales de una huella con una aproximación de 5%, lo que sea mayor efectuada en una probeta, con la superficie pulida

○ **Preparación de la probeta**

La prueba de dureza Vickers es aplicada a un gran número probetas desde barras grandes y secciones laminadas hasta piezas diminutas en montajes metalográficos. Las probetas deben acondicionarse para que estas proporcionen un buen soporte de tal forma que no se muevan durante la prueba.

- **Acabado**

La superficie de la probeta debe prepararse de tal manera que se definan claramente los extremos de las diagonales y puedan medirse. Al preparar la probeta debe tenerse cuidado de no revenir la superficie durante el rectificado de la misma o de no endurecerla por trabajo mecánico durante el pulido. (54)

c. Resinas compuestas usadas en este estudio:

c.1. Filtek Z350 XT:

La resina Universal Filtek Z350 XT de 3M ESPE es una resina foto polimerización diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores.

Tienen relleno nano clúster para ofrecer una mejor retención del pulido en los colores para las opacidades dentina, cuerpo, esmalte y translúcidos. Esta tecnología permite que la resina universal Filtek Z350XT retenga de una manera significativamente mejor el pulido, conservando sus propiedades físicas. (55)

- **Composición**

La resina contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para controlar la contracción una porción de TEGDMA fue remplazada por una porción de TM PEGDMA en el material restaurador Filtek Supreme XT.

Los materiales de relleno son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, de relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm). Los colores para dentina, esmalte y cuerpo (DEB) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 10 micrones. Los colores translúcidos (T) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno

inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los colores translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de colores. (56)

- **Descripción del producto**

Con más de 40 años de innovación en el campo de la odontología restaurativa, 3M ESPE creó, al inicio de este nuevo siglo, una nueva categoría de materiales: las nanoresinas. Por medio de una manipulación precisa de la arquitectura del material de relleno a una nanoescala, 3M ESPE ha desarrollado un material de obturación innovador y de última TM tecnología, el sistema restaurador universal Filtek, que mejoró de manera significativa el desempeño clínico de las resinas universales. Hasta el lanzamiento de este producto, los odontólogos que deseaban la más alta estética utilizando resinas directas se inclinaban por los microrellenos. Los microrellenos eran considerados el máximo estándar en estética, sin embargo, su falta de resistencia, su resistencia al desgaste y su radiopacidad, limitaban su uso sólo a restauraciones anteriores. Las resinas híbridas tenían una carga más alta de material de relleno, pero el tamaño promedio de las partículas estaban en el rango de un submicrón lo cual de alguna manera, limitaba sus cualidades estéticas. Las resinas híbridas brindaban una mayor resistencia y el desgaste y radiopacidad necesarios para poder ser utilizadas en la región anterior y posterior. En 2002, 3M ESPE lanzó al mercado la resina Filtek Supreme. Este fue el primer producto que utilizó la nano tecnología con el fin de brindar la estética del micro relleno y la resistencia de una híbrida. Todas las partículas de relleno en esta novedosa 1 resina son nano partículas diseñadas. Esta tecnología ofrece un pulido más duradero, una 2 excelente manipulación y un desgaste similar al del esmalte. Subsecuentemente, como resultado de la retroalimentación brindada por los odontólogos, TM en 2005 se lanzó al mercado la resina universal Filtek Supreme XT. Los colores fueron optimizados con el fin de ofrecer restauraciones más vibrantes

y con una apariencia más natural, como resultado de aumentar el valor o el brillo de los colores. Desde el lanzamiento de la resina Filtek Supreme, 3M ESPE ha continuado discutiendo e indagando con los líderes de opinión y con odontólogos generales sobre posibles mejoras del producto. Basados en estos intercambios de opiniones, grupos focales y otros métodos de investigación de mercado, se realizaron mejoras adicionales y se lanzó la resina universal TM Filtek Z350 XT. Las siguientes mejoras fueron realizadas para este sistema:

- Un sistema de colores más fácil de usar, codificación de colores de acuerdo a su opacidad Nuevas etiquetas más fáciles de leer
- Un rango extendido de colores para cuerpo
- Una fluorescencia mejorada
- Una manipulación semejante a la resina Supreme para todas las opacidades Colores translúcidos mejorados
- Una mejor manipulación de los colores translúcidos

- **Indicaciones de uso**

La resina Filtek Z350 XT está indicada para los siguientes usos:

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

- **Fluorescencia y opalescencia**

Dos propiedades estéticas adicionales de la dentición natural son la fluorescencia y la opalescencia. Se cree que estas dos propiedades contribuyen a la vitalidad y a la apariencia natural de la dentadura. En los dientes naturales, la dentina (más específicamente los minerales de hidroxiapatita y la matriz orgánica) exhibe una fluorescencia más alta que el esmalte. La fluorescencia ocurre cuando se absorbe energía y esta es emitida a una longitud de onda más larga. En los

dientes, esto significa que la absorción de luz en la región UV (350-365 nm) y la emisión de luz en la región visible (~400 nm). Como se muestra en las Figuras 2 y 3, los dientes tienen una fluorescencia azul-blanca. Note que algunos materiales tienen una fluorescencia más alta que los TM dientes naturales mientras que otros, por ejemplo Filtek Z350 XT tienen una fluorescencia a un 6 nivel y color similar.

Por otro lado, la opalescencia está relacionada con la forma como un material dispersa las longitudes de ondas más cortas de luz. Esto es demostrado con una apariencia más azulada bajo luz reflejada y naranja/café bajo luz transmitida. El esmalte natural exhibe un efecto de TM opalescencia. Al cambiar el nano clúster utilizado, los colores translúcidos de la resina Filtek Z350 XT fueron especialmente formulados para brindar una opalescencia en los rangos de los 8 valores para el esmalte humano que ha sido reportado en la literatura.

- **Consideraciones de opacidad:**

Cuando la luz entra en contacto con un diente:

- El esmalte disemina y transmite la luz. Si la capa de dentina es muy delgada o si no hay dentina detrás de la capa de esmalte (como en el borde incisal), algo de esta luz es transmitida a través del diente hacia la boca. La cavidad oral puede reflejar de vuelta esta luz a través del esmalte.
- Cuando la luz se encuentra con la dentina, parte de esta luz es absorbida y parte es reflejada de vuelta a través del esmalte.
- La luz que es reflejada y refractada hacia el ojo produce el color del diente.
- La textura superficial del diente juega un papel importante en la manera como se percibe el color, por ejemplo, una superficie más lisa va a tener una apariencia más blanca (o un valor más alto) que una superficie irregular.

c.2. Filtek Bulk Fill ®

Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores de 3M ESPE es una resina de restauración visible y fotoactivada que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas. Este material de relleno en bloque proporciona una excelente fuerza y un desgaste bajo. Los tonos son semitraslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de 5 mm. Con una excelente retención de pulido, la resina para posteriores Filtek™ Bulk Fill también es ideal para restauraciones anteriores que requieren de un tono semitraslúcido. Todos los tonos son radiopacos. Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores está disponible en los tonos A1, A2, A3, B1 y C2

El restaurador Filtek® Bulk Fill permite restaurar dientes posteriores mediante colocación en un solo bloque (incremento). Este material de relleno foto-activado y optimizado en bloque proporciona una fácil y rápida colocación, junto a un elevado estándar de resistencia, manipulación y brillo. (57)

- **Composición**

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

El relleno inorgánico es de aproximadamente de 64.5% por peso.

El sistema de resina fluida Bulk Fill® es una combinación de 4 monómeros de alto peso molecular:

BisGMA, BisEMA, Procrilato y UDMA.

Los rellenos usados en la resina fluida fueron escogidos para maximizar su dureza, resistencia al desgaste y radiopacidad, para reducir la tensión manteniendo una buena manipulación fluida. El mayor componente es el relleno zirconio/sílice. El tamaño promedio de la partícula de trifluoruro de iterbio es de 0.6μ y ha sido agregado para aumentar la radiopacidad, (58)

La composición de Filtek Bulk Fill (3M ESPE) cuenta con dos monómeros de metacrilato, que combinados, actúan para disminuir la contracción de polimerización.

Uno de los monómeros, un metacrilato aromático de alto peso molecular (AUDMA), disminuye la cantidad de grupos reactivos en la resina. Esto ayuda a moderar la contracción volumétrica, así como la rigidez de la matriz polimérica en desarrollo y al final, que son los factores que contribuyen al desarrollo del estrés de polimerización.

El segundo metacrilato representa unos monómeros que reaccionan por adición/ fragmentación (AFM). Durante la polimerización, los AFM reaccionan para desarrollar polímeros, como con cualquier metacrilato, incluyendo la formación de enlaces cruzados entre cadenas adyacentes de polímeros. Los AFM contienen un sitio con un tercer reactivo que se desintegra a través de un proceso de fragmentación durante la polimerización. (59)

- **Características del producto**

- Presentación en jeringas de 4.0 gramos. Las jeringas son color esmeralda, con etiquetas blancas y designaciones de tonos
- Cinco tonos: A1, A2, A3, B1, C2
- Restauraciones Clases II, profundidad de fotocurado de 5 mm para todos los tonos

- **Indicaciones de uso**

- Restauraciones anteriores y posteriores directas (incluyendo superficies oclusales)
- Base /liner bajo restauraciones directas
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas
- Restauraciones de dientes deteriorados
- Sellado de surcos y fisuras en molares y premolares
- Reparación de defectos en restauraciones de porcelana, esmalte y temporales

- **Rellenos**

Los materiales de relleno incluidos en Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores fueron diseñados para maximizar la fuerza, la resistencia al desgaste y la radiopacidad, así como para minimizar la contracción y conservar la facilidad de manipulación. El sistema de relleno de Filtek™ Bulk Fill es el mismo que se encuentra en Filtek™ Z350 Resina Universal, optimizado con la adición de un aglomerado de partículas de trifluoruro de iterbio (YbF_3) de 100 nm, para incrementar la radiopacidad. Los rellenos restantes son una combinación de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un agregado de relleno en cluster de zirconia/silica (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm), lo que hace que la carga total de material de relleno inorgánico sea de aproximadamente 76.5 por peso (58.4% por volumen).

c.3. Resina Filtek™ P60

Los materiales de resina se han utilizado en la práctica dental para restaurar dientes desde que 3M introdujo una resina en el mercado

dental en 1964. Los primeros materiales eran de polimerización química. Estos materiales del color del diente proveían de una mejor estética que la amalgama. Sin embargo, hubo mucho que aprender sobre las propiedades físicas que se requerían para sobrevivir en el medio ambiente intraoral. Alto desgaste, cambios de color, y la ausencia de adhesión a la estructura dental fueron algunos de tópicos asociados con estos materiales en su inicio.

Surgieron avances significativos desde el inicio de estos materiales los cuales han mejorado por encima de las debilidades' de los primeros materiales. Se han desarrollado sistemas adhesivos los cuales se adhieren bien no solo al esmalte (con grabado ácido), sino que también a la dentina húmeda al ser colocados en un medio ambiente húmedo. Las resinas se han hecho más fuertes, más resistentes al desgaste y con mayor estabilidad de color. Ambos tipos de materiales (resinas y adhesivos) se desarrollaron polimerizables en demanda de lámparas de alta intensidad las cuales emiten luz en un rango de longitud de onda de 400-500 nm.

Antes de concluir los 1980's las resinas se desarrollaron siendo específicas al tipo de restauración, i.e. se diseñaron materiales para uso en el sector anterior y en el posterior. La distinción principal en estos materiales fue el alto requerimiento estético para el uso anterior vs. el alto requerimiento de fuerza en el sector posterior. No existía un material que ofreciera ambos. La brecha entre estos dos tipos materiales era muy ancha.

Una de las primeras incursiones de 3M en el mercado de las resinas posteriores fue P-10™ Cerámica Retenida en Resina (RBC). Este material reflejaba como el más adecuado en resinas (autopolimerizables). En 1984 3M introdujo una resina posterior fotopolimerizable, P-30™ Cerámica Retenida en resina fotopolimerizable (RBC). El restaurador P-30 RBC también utilizó la tecnología de cerámica retenida en resina para producir un material más estético que la amalgama, fuerte, y más resistente al desgaste. Muchas

restauraciones P-10 RBC y P-30 RBC siguen funcionando clínicamente. P-50™ Cerámica Retenida en resina fotopolimerizable estuvo disponible en 1987 reemplazando al restaurador P-30 RBC. Empleo una alta carga de relleno de un material de relleno sintético propio. P-50 RBC ofrecía al dentista una resina fuerte, resistente al desgaste, y moderadamente estética. El éxito clínico de P-50 RBC ha sido documentado con estudios clínicos posteriores que soportan su aceptación con el sello de la ADA.

Al final de 1980's los materiales de resina se desarrollaron para ser usados para restauraciones anteriores y posteriores. Estos materiales hicieron más corta la brecha entre la estética y la fuerza. Los odontólogos podían ahora utilizar un solo material de resina para todas sus restauraciones. La reducción en el inventario (un solo juego de tonos) y una fácil selección de material fueron algunos de los beneficios adicionales adquiridos por el practicante dental.

3M entró en este mercado de "resinas universales" en 1992 con el Restaurador 3M™ Z100™. El restaurador Z100 ofrecía al odontólogo un material que proveía de muy buena estética, fuerza y resistencia al desgaste. Tres estudios clínicos han documentado el éxito clínico. Dos de los estudios, conducidos en la Universidad de Creighton y la Universidad de Manitoba examinó el desempeño clínico total sobre un período de 4 años. Ambos estudios concluyeron que el restaurador Z100 es un material viable y clínicamente aceptable para uso en restauraciones posteriores.

El tercer estudio, conducido en la Universidad Católica de Leuven, examinó de cerca el desgaste del material utilizando una técnica de medición computarizada con exactitud dentro de 1 micrón. Los resultados clínicos a 4 años de áreas oclusales libres de contacto y áreas oclusales de contacto demostraron que este material sufría de un desgaste similar al de la amalgama. Adicionalmente, el rango de desgaste del restaurador Z100 sobre el esmalte en áreas de contacto oclusales es comparable con el desgaste en áreas oclusales de esmalte

sobre esmalte. En una situación ideal, el desgaste de material de un restaurador de resina debe igualar al que posee el esmalte.

Otros estudios hechos por organizaciones de investigaciones independientes (los cuales usaron una amplia variedad de practicantes para conducir sus estudios) han confirmado los resultados favorables para restauraciones posteriores de los estudios clínicos controlados. Anterior, 5 años de resultados clínicos fueron también reportados por una de estas organizaciones. Nuevamente los resultados indicaron el alto nivel de satisfacción del dentista y el paciente con el desempeño del restaurador Z100 (The Dental Advisor, Agosto, 1998, Vol. 15, No.6). El mercado actual ha comenzado a demandar materiales separados para el sector anterior y posterior. Algunos odontólogos están demandando una mejor estética en restauraciones anteriores que la que está provista actualmente por varios materiales universales. En los últimos dos años, se han introducido resinas que aclaman ayudar al odontólogo con algunos de los problemas asociados con la colocación de resinas posteriores, formación de contactos interproximales y facilidad de colocación. De aquí que, siguiera el desarrollo y la introducción del Restaurador 3M™ Filtek™ P60.

Filtek P60 restaurador posterior es una resina estética fotopolimerizable, radiopaca, diseñada específicamente para utilizarse en restauraciones posteriores directa o indirectas.

El material se coloca en incrementos y se polimeriza en la cavidad. El incremento de grosor máximo es de 2.5mm. Cada capa deberá ser polimerizada por 20 segundos.

- **Proceso del desarrollo**

Hace tres años, se envió una encuesta a 3M™ sobre los usuarios del restaurador Z100™. Se les pidió a los participantes que mencionaran mediante un rango 10 atributos para un material para restauraciones en el sector posterior. Los resultados no sorprendieron y confirmaron

los requerimientos ya sabidos para un restaurador de uso posterior.
(60)

Para aplicaciones posteriores, fueron consideradas como las más importantes la durabilidad y la resistencia al desgaste, seguidos de manejo y contracción. Los demás atributos pueden ser agrupados en una categoría final.

En investigaciones subsecuentes, se preguntó a los odontólogos que utilizan el restaurador Z100 que mejoras se pudieran hacer para acrecentar el desempeño clínico de Z100. Las cuatro respuestas extremas fueron reducidas a contracción, mejor pulido inicial y lustre sostenido, mejorar la integridad marginal y reducir la sensibilidad post-operatoria.

- **Propiedades químicas**

El examen en la composición de Z100 estableció la creencia de que modificando el sistema de resina se pudieran acrecentar sus propiedades. El sistema de Z100 consistía de BIS-GMA (Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato) y TEGDMA (tri[etilen glicol] dimetacrilato).

La alta concentración de un componente de bajo peso molecular, TEGDMA resultó en un sistema que ofrecía las siguientes ventajas:

- El resultado, un alto número de enlaces dobles por unidad de peso en un esqueleto flexible el cual dio la oportunidad de poseer una alta conversión de enlaces dobles durante la polimerización.
- La baja viscosidad permite una mayor carga de relleno que el BIS-GMA por si sólo.
- El alto grado de reactivo cruzado y de molécula compacta crea una matriz de resina demasiado dura. Sin embargo, la alta concentración de TEGDMA permitió también algunas oportunidades de realizar mejoras.
- El bajo peso molecular relativo del TEGDMA contribuye al envejecimiento de una resina sin polimerizar.

- El bajo peso molecular y como resultado el alto número de enlaces dobles por unidad de peso crea un alto nivel de reactivo cruzado creando una resina demasiado rígida, firme y con un alto nivel relativo de contracción.
- TEGDMA es un tanto hidrofílico. Las fluctuaciones en el contenido de humedad de la pasta pueden contribuir a engrosar y suavizar la pasta sin polimerizar. Estas fluctuaciones dependen en el contenido de humedad en el aire circundante bajo condiciones extremas.

El nuevo sistema de resina de 3M™ Filtek™ P60 Restaurador Posterior consiste de 3 componentes principales. En el restaurador Filtek P60, la mayoría de TEGDMA ha sido reemplazada con una mezcla de UDMA (uretano dimetacrilato) y Bis-EMA (6) 1 (Bisfenol A polietilen glicol dieter dimetacrilato). (61)

Estas dos resinas poseen un mayor peso molecular y por lo tanto poseen menor cantidad de enlaces dobles por unidad de peso. Los materiales de alto peso molecular también poseen un impacto en la medición de la viscosidad. A mayor peso molecular de la resina se obtiene como resultado menor contracción, reducción en el envejecimiento de la resina, y una matriz de resina ligeramente más suave. Adicionalmente estas resinas imparten una mayor hidrofobicidad y son menos sensitivas a cambios relacionados con la humedad atmosférica.

La composición final de la resina se determinó en base a las propiedades físicas, incluyendo fuerzas compresivas y tensional diametral, contracción resistencia al desgaste y preferencias del usuario en cuanto al manejo. Se llevó a cabo una operatoria simulada (evaluación de manejo en tipodontos calentados) para determinar qué sistema de resina ofrece el manejo más aceptable. Al combinar los datos de todas las pruebas, se escogió una composición de resina la cual optimizara la combinación de propiedades.

Fue demostrada la reducción en la contracción debido al nuevo sistema de resina utilizando un dilatómetro de mercurio. La contracción volumétrica actual se mide por este método. En esta prueba, se toma un disco de resina sin polimerizar y se coloca sobre un obturador de vidrio. Este ensamblaje es introducido dentro de una cámara llena de mercurio y polimerizado a través de una ventana por medio de una lámpara de fotopolimerización. La intensidad de la luz de polimerización también es medida a través de la ventana para determinar la intensidad de luz que llega hasta la muestra. El cambio en volumen es grabado electrónicamente al paso del tiempo. Se mide el volumen final y se calcula el porcentaje de contracción volumétrica.

- **Relleno**

El relleno en 3M™ Filtek™ P60 Restaurador Posterior se mantiene esencialmente el mismo que el material de relleno del Restaurador 3M™ Z100™. Sin embargo, ha habido cambios significativos en el procesamiento para maximizar la consistencia del relleno. La distribución del tamaño de partícula es 0.01µm a 3.5µm con un tamaño promedio de partícula de 0.6µm.

Se midió la distribución del relleno del restaurador Z100 y el restaurador P60 utilizando un Analizador de Tamaño de Partículas de Coulter® LS. Los datos reportados se basaron en el número de partículas o el volumen que las partículas ocupaban por cada diámetro de partícula. Ambos proveyeron una penetración dentro de la distribución. El número de partículas por diámetro indica la frecuencia con la que se puede encontrar una partícula grande. Una partícula grande puede tener el mismo volumen de numerosas partículas pequeñas. Ambas gráficas reportan datos acumulados, que es el número o el volumen de partículas en un diámetro específico o por debajo de éste.

Los datos muestran que la distribución del tamaño de partícula para el restaurador Filtek P60 contiene un gran número de partículas más

finas que las encontradas en el restaurador Z100. Las fotos siguientes fueron generadas utilizando microscopía electrónica de barrido. Las muestras de resina polimerizadas fueron fotografiadas con una amplificación de 2500x. Sin embargo, aún con ésta amplificación las partículas de relleno más pequeñas no pueden ser observadas. La observación de las fotos confirma la similitud entre el tamaño y la forma de los restauradores Filtek P60 y Z100.

- **Descripción del producto:**

Filtek P60 restaurador posterior es una resina estética fotopolimerizable, radiopaca, diseñada específicamente para utilizarse en restauraciones posteriores directa o indirectas. La adhesión a la estructura dental se logra al utilizar un sistema adhesivo dental, como los Sistemas Adhesivos Dentales 3M™ Single Bond o 3M™ Scotchbond™ Multi-Purpose.

Filtek P60 restaurador posterior se encuentra empacado en jeringas a granel (multi-dosis). El restaurador Filtek P60 se encuentra disponible en tres de los tonos solicitados con mayor frecuencia para uso posterior que corresponden al sistema de tonos más comúnmente utilizado: A3, B2, C2.

El material se coloca en incrementos y se polimeriza en la cavidad. El incremento de grosor máximo es de 2.5mm. Cada capa deberá ser polimerizada por 20 segundos. (62)

- **Indicaciones de uso:**

- Restauraciones posteriores directas
- Técnica de sándwich en combinación con material de ionómero de vidrio modificado con resina
- Reconstrucción de cúspides
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas posteriores incluyendo inlays y onlays

- **Distribución de tamaño de la partícula**

La distribución del tamaño de partículas del restaurador Filtek P60 es de 0.01 a 3.5 μ m. El tamaño promedio de partícula es 0.6 μ m. La superficie de la muestra de Filtek P60 es irregular pero no presenta zanas ni fisuras por la pérdida del material de relleno. Las propiedades de manufactura de las partículas de relleno del restaurador Z100 se encuentran compuestas de partículas redondeadas de zirconia/sílica. La distribución del tamaño de partículas del restaurador Z100 es de 0.01 a 3.3 μ m. El tamaño promedio de partícula es de 0.6 μ m.

3.2. Antecedentes investigativos

a. Título: Avaliação da dureza vickers de 29 resinas compostas

Autor: Humberto Carlos PIRES, Oscar Barreiros de CARVALHO, César Antunes de FREITAS, Márcia Furtado Antunes de FREITAS, José Roberto Pereira LAURIS

Resumen: Comparó la dureza Vickers de 29 compuestos, con una foto activación de 80 segundos. Se probaron dos durezas, la dureza inicial que fue probada a los 15 minutos de haber sido foto polimerizadas y la dureza final probada después de haber sometido las muestras a una temperatura de 37°C, durante 16 horas. **Conclusión:** La dureza final fue mayor que la inicial sólo en 20 de las resinas analizadas. Los mayores valores de dureza final se detectaron en las resinas Filtek Z-100 (107.27) y Filtek P-60 (105.67), que presentaron valores estadísticamente similares entre sí, mientras que los menores se observaron en las resinas Helioprogress, Amelogen Micro Fill, Durafill VS, Heliomolar y Silux Plus, también de comportamiento estadísticamente similar.

b. Título: Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta.

Autor: Paula Alejandra Baldión Elorza, Deisy Andrea Vaca Hortua, César Andrés Álvarez Silva, Diego Alexander Agaton Montes

Resumen: Se determinó, analizó y comparó la dureza, módulo elástico y resistencia compresiva de tres resinas compuestas (Z-350; P-60 y P-90, 3M). Se confeccionaron 10 probetas en un anillo abierto de 2 mm de altura, para llevar a cabo el ensayo de dureza en un microindentador Vickers. Para las 10 muestras de módulo elástico y resistencia compresiva se utilizó un molde cilíndrico metálico de 5.0 mm de diámetro y 8.0 mm de altura; que fueron probadas en la Maquina Universal de Ensayos Shimadzu A64S 5kN a una velocidad de 1 mm/min, hasta producir la fractura. Los datos se analizaron con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y posteriormente se aplicó la prueba T-Hotelling, con un $p < 0.5$. **Conclusión:** En la prueba de dureza se encontró diferencia estadísticamente significativa con un $p < 0.315$, de los valores medios de dureza, siendo mayor el de la resina Z350. Al comparar las resinas P60 con P90, se observa que hay diferencia estadísticamente significativa siendo mayor la dureza de la resina P60. La resina P90 obtuvo el menor valor de dureza. En cuanto a la resistencia compresiva se encontró que, existe diferencia estadísticamente significativa con un $p < 0.2299$, entre la resistencia compresiva de la P90 que fue mayor a la de la Z350 y P60; mientras que al comparar las resinas Z350 con P60, no se halló diferencia estadística. En la prueba de módulo elástico al comparar las resinas Z350 con P60 y P90, se encontró diferencia estadísticamente significativa $p < 0.5886$ en los valores, siendo mayor el de la Z350. A su vez, no hay diferencia estadísticamente significativa al comparar las resinas P60 y P90, concluyendo que a mayor porcentaje de relleno inorgánico mayor dureza y a menor tamaño de partícula, menor modulo elástico.

- c. Título:** Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato y silorano.

Autor: Yeni Salas-Castro, Felipe Lozano-Castro

Resumen: Se evaluó la microdureza superficial in vitro de dos materiales restauradores; una resina de metacrilato Filtek® Z350 XT y una resina de silorano Filtek® P90. polimerizadas por una lámpara LED a 40 segundos, para luego ser almacenadas en agua destilada a 37 °C durante 24 h. Se realizó la medición de la microdureza aplicando una carga de 500 g por diez segundos para, concluyendo que la resina de metacrilato presentó mayor microdureza superficial que la resina de silorano. **Conclusión:** Al someter los bloques de resina al durómetro, se observó que el grupo de resina de metacrilato Z350 XT presentó una microdureza superficial media de 86,40 kg/mm², siendo el valor mínimo 85,20 kg/mm² y el valor máximo 89,60 kg/mm². El grupo de la resina de silorano P90 presentó una microdureza media de 84,64 kg/mm², siendo el valor mínimo 82,40 kg/mm² y el valor máximo 86,40 kg/mm². Mediante la prueba estadística t Student se aceptó la hipótesis planteada: la microdureza superficial de la resina compuesta de metacrilato Z350 XT es mayor que la de resina compuesta de silorano P90.

- d. Título:** Comparación in vitro de la resistencia a la fractura ante carga compresiva y la dureza de dos cerómeros y dos resinas empacables con y sin tratamiento térmico

Autor: Antonio Bonilla Nova, Yamile Edilma Franco Rueda, Sandra Milena Lara Puerto, Daniel Armando Peña Acevedo, Lucy Margarita Reyes Sarmientno, Jhon Jairo Gil Pelaez, Jorge Guillermo Díaz Rodríguez

Resumen: Comparó la resistencia a la fractura ante carga compresiva y dureza de dos cerómeros y dos resinas empacables con y sin

tratamiento térmico con un microdurómetro con carga de 50gf por 15 segundos. **Conclusión:** La resina P60 con tratamiento térmico presentó mayor resistencia a la fractura (273,26Mpa) y Adoro (164,13Mpa) mostró el valor más bajo. La resina P60 sin tratamiento térmico presentó mayor dureza (93,62 VHN), el material que presentó menor dureza fue Gradia (35,35 VHN). La resina P-60 tiene mayor dureza y mayor resistencia a la fractura. Así mismo, esta resina curada con luz más tratamiento térmico es más resistente a la fractura que cuando es curada únicamente con luz.

- e. **Título:** Comparación de resistencia cohesiva de sistemas de resina bulkfill Sonic fill y Tetric N ceram bulkfill. Estudio in vitro, Concepción 2016.

Autor: Alonso Liñán de Ariza Espinoza

Resumen: Estudio de abordaje cuantitativo con diseño experimental, donde se compararon los valores de resistencia cohesiva entre los sistemas Tetric N ceram bulkfill (Grupo1) y Sonic fill (Grupo 2) en relación a un grupo control de resina Filtek P60 (Grupo 3) con un total de 48 muestras, las muestras fueron sometidas a fuerzas de cizallamiento en la maquina Shear Bond Tester, para producir la fractura del material. **Conclusión:** Según el promedio de las mediciones obtenidas el grupo de Tetric N ceram Bulkfill (Grupo 1) presenta un promedio de 0,575 Mpa y una desviación de 0,033 el grupo de resinas Sonic fill (Grupo 2) tiene un promedio de 0,800 Mpa y una desviación de 0,032 y el grupo de resinas Filtek P60 (Grupo 3) tiene un promedio de 0,699 Mpa y una desviación de 0,052. El grupo que presenta mayor resistencia cohesiva frente a fuerzas de cizalla es el grupo de resinas Sonic fill, seguido por el grupo de resinas Filtek P60 y por último el grupo de resinas Tetric N ceram bulkfill.

4. HIPÓTESIS.

Dado que, las resinas bulk fill presentan un porcentaje de concentración de partículas que pueden alcanzar una carga de 87% en peso que le brindan mayor consistencia y resistencia compresiva comparada con la resina microhíbrida con una concentración de alrededor 70% en peso y la resina nanohíbrida con una concentración de partículas de 75 a 80% total en peso.

Es probable que, la microdureza superficial de la resina bulk fill sea mayor a la de las otras dos resinas por su mayor carga en el peso.





CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. TÉCNICAS INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN:

1.1. Técnica

1.1.1. Precisión de la técnica

Experimental porque se manipula la variable para observar efectos. Comparativo, transversal, prospectivo ya que los resultados fueron obtenidos después de realizarse la evaluación.

1.1.2. Descripción de la técnica:

a. Preparación de bloques cilíndricos

Para la elaboración de las probetas se usó 3 moldes de metal de anillos de cobre, para confeccionar las probetas de 3 mm de alto y 6 de diámetro.

Se elaboró 15 cilindros de cada resina a estudiar resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill), resina microhíbrida (Filtek P60) y resina nanohíbrida (Filtek Z350), dando un total de 45 cilindros, colocando una lámina de vidrio para que la base de los cilindros sea paralela.

A continuación con la ayuda de una lámpara LED (con potencia de salida de 550 mW/cm^2) previamente calibrada, se procedió a fotocurar las resinas durante 30 segundos según las indicaciones de las 3 resinas, resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill), resina microhíbrida (Filtek P60) y resina nanohíbrida (Filtek Z350).

Las probetas fueron lavadas con agua destilada y pulidas con discos de grano medio, fino y ultra fino, se usó un disco fieltro con pasta diamantada para que la superficie sea más lisa.

b. Codificación de las muestras

Los cilindros se codificaron con diferentes letras según la resina con la que fueron confeccionados:

- Resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill): “A”
- Resina nanohibrida(Filtek Z350): “B”
- Resina microhíbrida (Filtek P60): “C”

c. Medición inicial de dureza superficial

Se corrobora las medidas y el paralelismo de los cilindros.

La microdureza superficial se midió con la ayuda de un durómetro con un indentador Rockwell según la norma de ensayo ASTM-E8 aplicando 3 indentaciones por cada una de las muestras.

1.2. Instrumentos

1.2.1. Instrumentos documentales

Para la recolección de información se usó una ficha de observación laboratorial directa.

Variable investigativa	Indicadores	Técnica
Microdureza superficial	Expresión en vickers	Observación Laboratorial Directa

1.2.2. Instrumentos mecánicos

Cámara fotográfica

1.3. Materiales

A. Para la preparación de las probetas de resinas indirectas

- Anillo de cobre número 20
- Lámpara de foto polimerización
- Láminas de vidrio
- Resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill)
- Resina Microhíbrida (Filtek P60)
- Resina nanohíbrida (Filtek Z350)
- Fresas y gomas de pulido
- Espátulas para resina
- Campo de trabajo

B. Para la medición de la resistencia al desgaste(dureza)

- Pinzas
- Máquina universal de ensayo durómetro

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación espacial

Se utilizó las instalaciones de los laboratorios de mecánica de la Universidad San Agustín.

2.2. Ubicación temporal

La investigación comenzó en el mes de Septiembre del año 2017, el tipo de investigación fue transversal y prospectivo, ya que los resultados se produjeron a partir de las pruebas realizadas.

2.3. Unidades de estudio

Se utilizaron 45 muestras que se dividieron en tres grupos de 15 muestras, de acuerdo a los diferentes tipos de Resina que se utilizaron en la prueba.

- **Grupo A:** Conformado por las probetas confeccionadas con resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill)
- **Grupo B:** Conformado por las probetas confeccionadas con Resina nanohíbrida (Filtek Z350) P60)
- **Grupo C:** Conformado por las probetas confeccionadas con Resina microhíbrida (Filtek

2.3.1. Identificación de grupos

a) Criterios de inclusión

- Muestras de resina completamente fotocurada, sin pigmentaciones.
- Muestra de resina lisas y sin superficies irregulares.

b) Criterios de exclusión

- Resinas que presenten pigmentaciones.
- Muestra de resina con superficies irregulares.

c) Muestra

- Constituida por 45 muestras cilíndricas de resinas con un diámetro de 6 mm y una altura de 3 mm, distribuidas en tres grupos de cada resina elegida.

3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1. Organización

- Se gestionó la autorización del director del departamento de la facultad de ingeniería mecánica de la UNSA.
- Inscripción del plan de tesis a través de una solicitud formal a la Facultad de Odontología.
- Aprobación del plan de tesis a la dirección de la facultad de Odontología de la UCSM

3.2. Recursos

3.2.1. Recursos humanos

- **Investigador:** Sotomayor Zela Ximena Virginia
- **Asesor** : Dr. Renán Tejada Tejada

3.2.2. Recursos físicos

Representados por la oficina de Secretaría del Decano de la Facultad de Odontología, La biblioteca de Ciencias de la Universidad Católica de Santa María y la Oficina de Laboratorios de Mecánica.

3.2.3. Recursos económicos

El presupuesto será autofinanciado por el investigador.

3.2.4. Recursos institucionales

- Biblioteca de la Universidad Católica Santa María
- Laboratorio de Ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de San Agustín

3.3. Validación del instrumento.

Prueba piloto.

4. ESTRATEGIA PARA MEJORAR LOS RESULTADOS

4.1. A nivel de sistematización de los datos

4.1.1. Tipo de procesamiento

Los datos fueron procesados manualmente.

4.1.2. Plan de Operaciones

a. Clasificación

Una vez aplicados los instrumentos, la información obtenida fue convenientemente ordenada en una matriz de registro y control.

b. Recuento

El recuento fue básicamente manual, empleado la matriz de conteo

c. Análisis

Variable Investigativa	Carácter Estadístico	Escala de Medición	Estadística Descriptiva	Prueba Estadística
Microdureza Superficial	Cuantitativo Continuo	Razón	- Media Aritmética - Desviación Estándar - Valor mínimo - Valor máximo	Test de T-Student

d. Tabulación

Se elaboraron tablas de tipo numérico de entrada simple y doble

e. Graficación

Se elaboraron gráficas acordes a sus respectivas tablas. El tipo de grafica que se va a utilizar es el de barras verticales.

4.2. Nivel del estudio de los datos

a. Metodología

Se utilizó la jerarquización de los datos, comparación de los mismos y apreciación crítica.

b. Modalidad Previsible

Se aplicó una interpretación después de cada tabla y una discusión final

c. Operaciones para la Interpretación

Se realizará análisis y síntesis, inducción y deducción.

d. Nivel de Interpretación

Analítico





CAPÍTULO III

RESULTADOS

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

PRUEBA DE MICRODUREZA VICKERS

TABLA N° 1
Estadísticos descriptivos

Tipo de Resina	N	Media	Desviación típica	Error típico
Bulk Fill	15	104.69	7.17	1.85
Nanohíbrida	15	149.11	17.18	4.44
Microhíbrida	15	137.38	8.17	2.11

En la tabla N°1 se muestran los valores estadísticos descriptivos, donde se observa 15 unidades de estudio por cada grupo (Bulk Fill, Nanohíbrida y Microhíbrida), el grupo de la resina nanohíbrida presenta media y Desviación estándar superiores a los demás grupos.

TABLA N° 2
Distribución normal

Tipo de resina		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Prueba de Microdureza Vickers	Bulk Fill	0.893	15	0.074
	Nanohíbrida	0.922	15	0.205
	Microhíbrida	0.931	15	0.282

En la Tabla N°2 se observa que los tres grupos estudiados (Bulk Fill, Nanohíbrida y Microhíbrida) tienen significancias mayores a 0.05 ($P > 0.05$), por lo tanto, se concluye que si hay distribución normal en los tres grupos.

PRUEBA DE MICRODUREZA ROCKWELL

TABLA N° 3
Estadísticos descriptivos

Tipo de Resina	N	Media	Desviación típica	Error típico
Bulk Fill	15	79.30	1.55	0.39
Nanohíbrida	15	85.87	2.06	0.53
Microhíbrida	15	84.81	1.01	0.26

En la tabla N°3 se muestran los valores estadísticos descriptivos, donde se observa 15 unidades de estudio por cada grupo (Bulk Fill, Nanohíbrida y Microhíbrida), el grupo de la resina Nanohíbrida presenta media y Desviación estándar mayores a los demás grupos.

TABLA N° 4
Distribución normal

Tipo de resina		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Prueba de Microduraza Vickers	Bulk Fill	0.884	15	0.054
	Nanohibrida	0.915	15	0.162
	Microhíbrida	0.949	15	0.514

En la Tabla N°4 se observa que los tres grupos estudiados (Bulk Fill, Nanohíbrida y Microhíbrida) tienen significancias mayores a 0.05 ($P > 0.05$), por lo tanto, se concluye que si hay distribución normal en los tres grupos.

TABLA N° 5

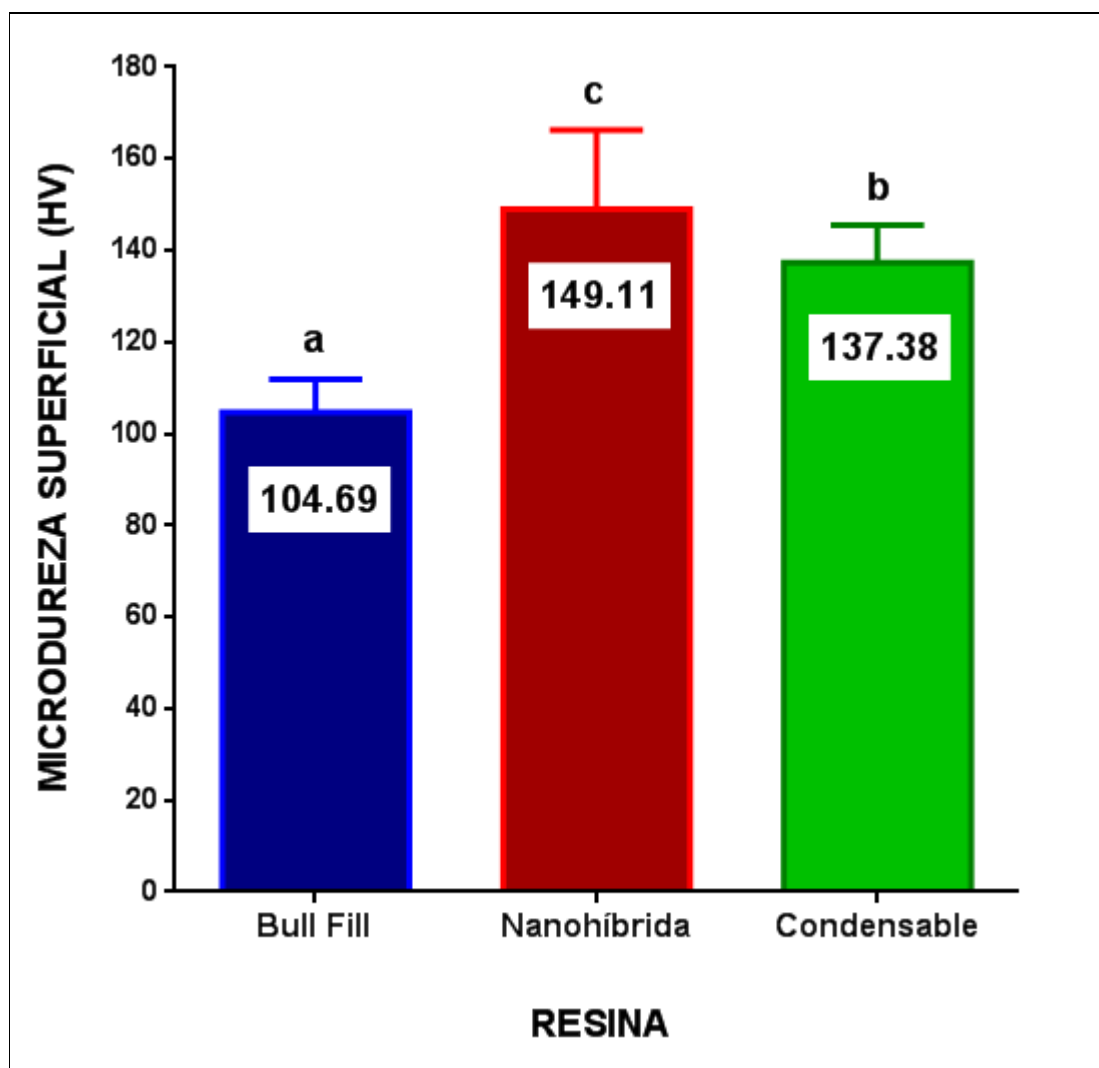
Determinación y de la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill), Nanohíbrida (filtek z350) y Microhíbrida (filtek p60) medidos con la prueba de microdureza vickers

TIPO DE RESINA	MICRODUREZA SUPERFICIAL (HV)	F	Significancia P
	$\bar{X} \pm S$		
Bulk Fill	104.69 ± 7.17	57.66	0.00
Nanohíbrida	149.11 ± 17.18		A.S.
Microhíbrida	137.38 ± 8.17		P<0.01

Se observa en la Tabla 5, la microdureza superficial promedio y sus respectivas desviaciones estándar en tres tipos de resina, a los que se sometieron a la prueba de microdureza Vickers, se detallan también los valores del estadístico de Fisher (F=57.66) de la prueba estadística de comparación de ANOVA (Análisis de la Varianza), el mismo que indica que existen diferencias altamente significativas (A.S.) en la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill, Microhíbrida y Nanohíbrida.

GRÁFICO N° 1

Comparación de la microdureza superficial de tres resinas dentales después de ser sometidos a la prueba de microdureza vickers



Prueba de Tukey: (a, b, c)

TABLA N° 6

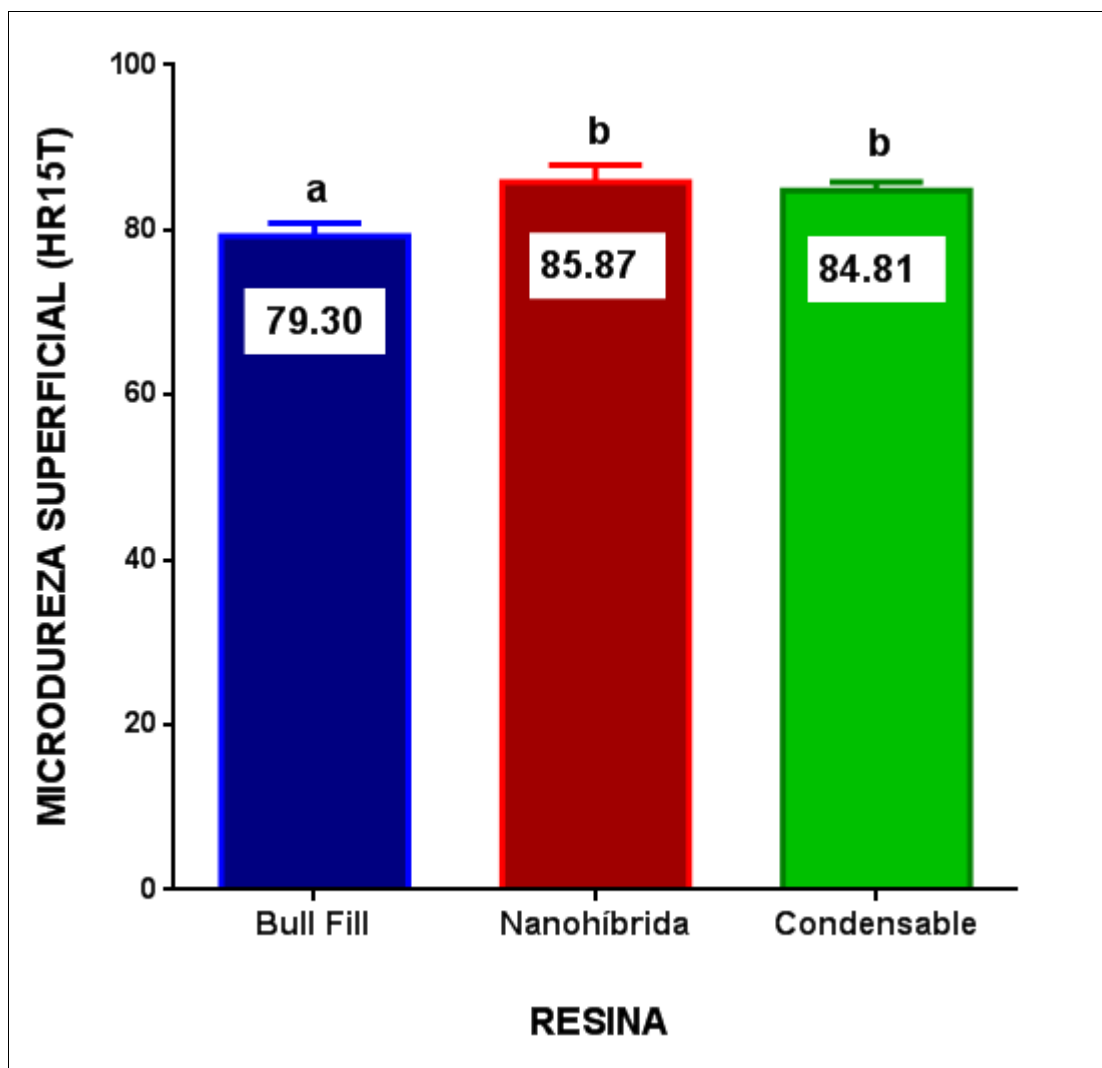
Determinación y comparación de la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill) Nanohíbrida (filtek z350) y Microhíbrida (filtek p60) medidos con la prueba de microdureza rockwell

TIPO DE RESINA	MICRODUREZA SUPERFICIAL (HR15T)	F	Significancia P
	$\bar{X} \pm S$		
Bulk Fill	79.30 ± 1.55	72.91	0.00 A.S. P<0.01
Nanohíbrida	85.87 ± 2.06		
Microhíbrida	84.81 ± 1.01		

Se observa en la Tabla 2, la microdureza superficial promedio y sus respectivas desviaciones estándar en tres tipos de resina, a los que se sometieron a la prueba de microdureza Rockwell, se detallan también los valores del estadístico de Fisher (F=72.91) de la prueba estadística de comparación de ANOVA (Análisis de la Varianza), el mismo que indica que existen diferencias altamente significativas (A.S.) en la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill, Microhíbrida y Nanohíbrida.

GRÁFICO N° 2

Comparación de la microdureza superficial de tres resinas dentales despues
de ser sometidos a la prueba de microdureza rockwell



Prueba de Tukey: (a, b,c)

GRÁFICO N° 3

Microdureza superficial de la resina tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill) sometidas
a las pruebas de Microdureza Vickers y Rockwell

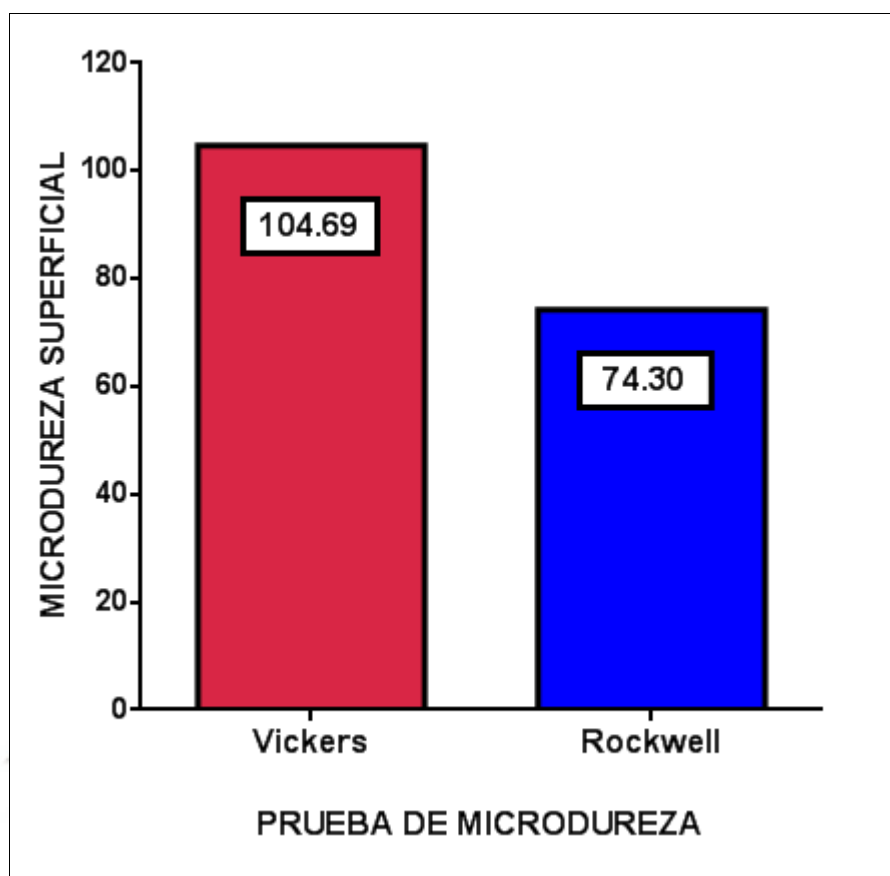


GRÁFICO N° 4

Microdureza superficial de la resina tipo nanohíbrida (filtek z350) sometidas
a las pruebas de Microdureza Vickers y Rockwell

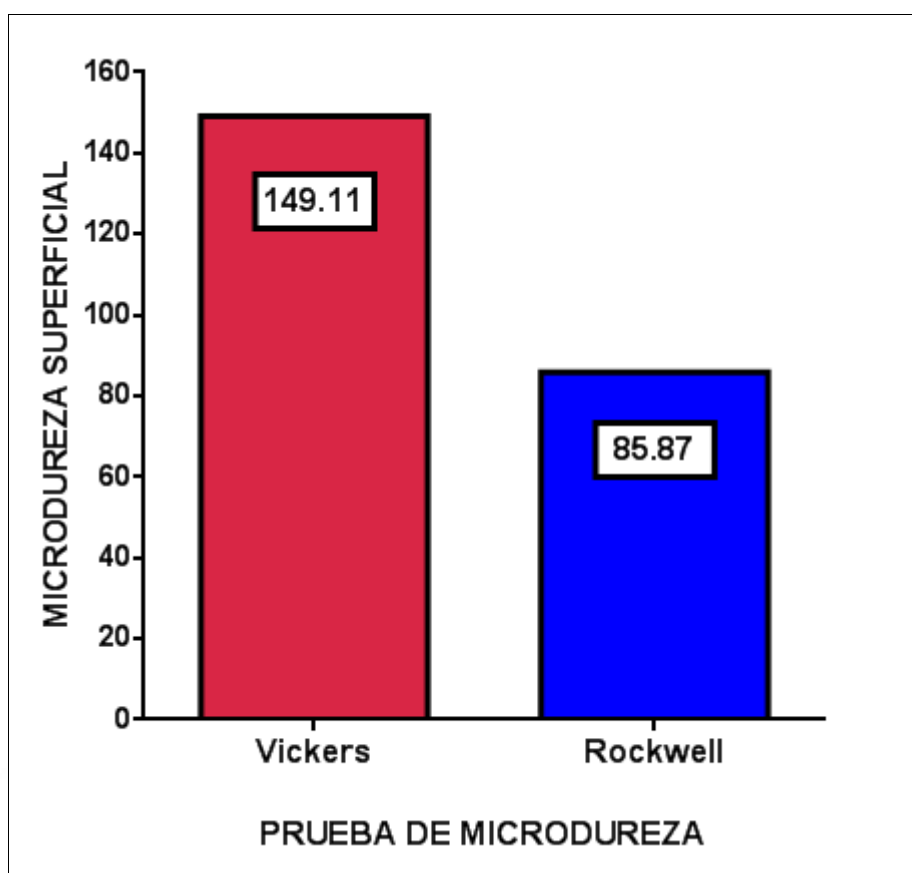


GRÁFICO N° 5

Microdureza superficial de la resina tipo microhíbrida (filtek p60) sometidas
a las pruebas de Microdureza Vickers y Rockwell

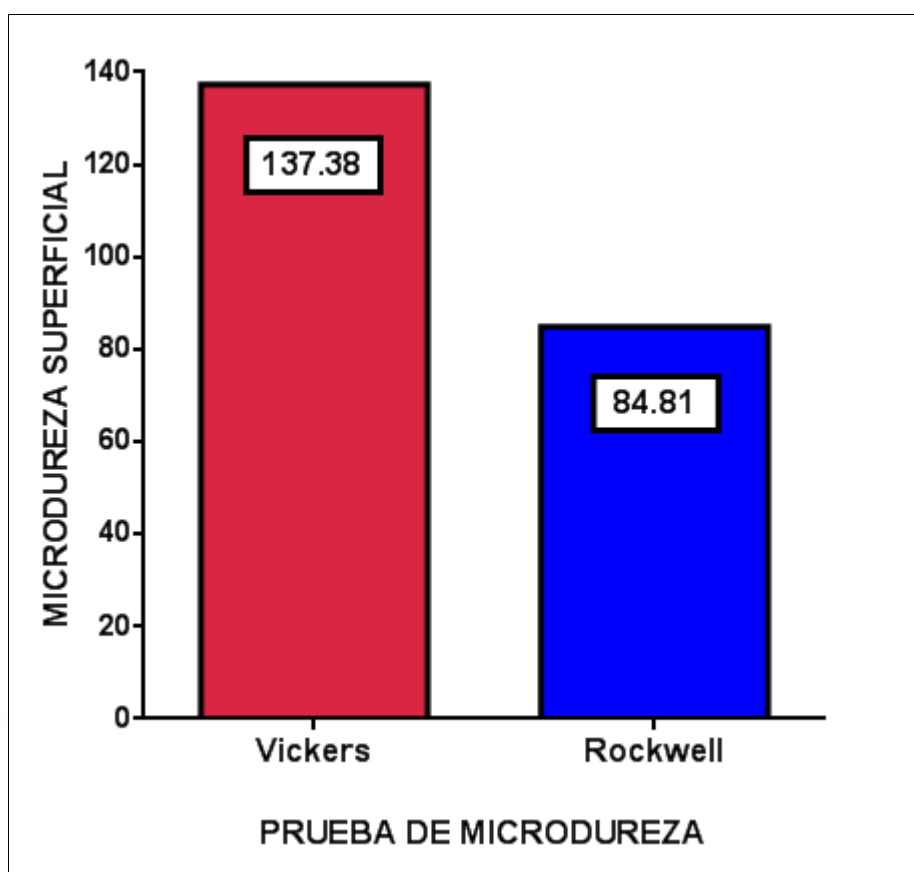


TABLA 1

Promedio de medidas de la microdureza superficial de tres resinas dentales tipo Bulk Fill (filtek™ bulk fill) Microhíbrida (filtek p60) y Nanohíbrida (filtek z350) medidos con la prueba de Microdureza Vickers y Rockwell

Muestra	Microdureza Vickers (HV)			Microdureza Rockwell (HR15T)		
	Bulk Fill	Nanohíbrida	Microhíbrida	Bulk Fill	Nanohíbrida	Microhíbrida
1	105.00	168.67	144.67	79.40	88.00	85.70
2	116.30	133.67	141.33	81.70	83.80	85.10
3	115.30	148.33	125.33	81.60	86.10	83.20
4	95.30	128.33	133.33	77.50	83.60	84.20
5	101.30	123.00	131.33	78.70	81.70	84.20
6	102.00	173.00	148.33	78.80	88.40	86.00
7	102.30	142.33	128.33	78.70	86.00	83.60
8	95.30	167.67	135.67	77.50	87.90	84.70
9	105.30	168.33	135.67	78.70	87.90	84.70
10	100.70	152.33	134.00	77.90	86.40	84.40
11	99.70	165.33	132.67	78.4	87.70	84.20
12	98.00	156.00	131.33	78.00	86.80	84.1
13	114.30	126.33	153.33	81.90	83.30	86.70
14	105.30	149.33	136.33	79.60	86.10	84.90
15	114.30	134.00	149.00	81.10	84.30	86.40
Media	104.69	149.11	137.38	79.30	85.87	84.81
Desviación Estándar	7.17	17.18	8.17	1.55	2.06	1.01
Varianza	51.38	295.28	66.81	2.39	4.26	1.02
Tamaño del grupo	15	15	15	15	15	15

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como finalidad comparar la microdureza superficial de tres resinas dentales, resina Bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida, para este estudio se utilizaron 45 muestras divididas en 3 grupos, separadas según marca de resina, las cuales fueron indentadas con ayuda de un durómetro Indentec. Se observó ante la prueba de Tukey, la que indica la presencia de 3 grupos (a, b, c) presentando la resina Bulk Fill el menor promedio con 104.69HV de microdureza superficial (a), mientras que las resinas Nanohíbrida y Microhíbrida presentaron los mayores promedios de microdureza superficial con 149.11 HV (c) y 137.38 HV (b) respectivamente.

En el 2013 Botto indicó en su estudio que la resina Bulk fill demuestra valores de microdureza superiores a los de la resina nanohíbrida, debido a que, al ser aplicada en un sólo incremento, permite obtener un bloque homogéneo, libre de burbujas y contaminantes que influyan negativamente en las propiedades físicas de las resinas luego de ser polimerizadas.

Según Arenaza 2016, evaluó la microdureza de tres resinas, siendo la de mayor microdureza la resina P60, seguida de la resina bulk y por último la Z350.

Los estudios mencionados discrepan con los resultados de esta investigación pero es importante recalcar que este estudio utilizó una lámpara LED (con potencia de salida de 550 mW/cm²) con un tiempo de fotocurado de 30 segundos, lo cual significaría que puede haber diferencia en los resultados de microdureza ya que en diversos estudios han demostrado que las lámparas de mayor intensidad (LED), pueden lograr mayores niveles de polimerización, y a mayor tiempo de polimerización en las resinas compuestas, estas mejoran los niveles de dureza.

Sin embargo, Ariza en 2016 al analizó tres grupos de resinas (resina bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida). El grupo que presentó mayor microdureza es el grupo de resina nanohíbrida con un promedio de 0,800 Mpa seguido por el grupo de resina microhíbrida y, por último, el grupo de resina bulk fill. Que son similares a los resultados encontrados en este estudio donde pudimos establecer que existen diferencias significativas en la dureza superficial entre la resina bulk fill, resina nanohíbrida y resina microhíbrida.

CONCLUSIONES

PRIMERA:

En la comparación de la microdureza Superficial de tres resinas dentales la resina Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill) presenta el menor promedio al ser sometida a la prueba de microdureza Vickers y Rockwell, con una microdureza superficial de 104.69HV y 79.30HR 15T respectivamente, obteniendo un nivel de microdureza superficial regular.

SEGUNDA:

En la comparación de la microdureza Superficial de tres resinas dentales después de ser sometidas a la prueba de microdureza Vickers y Rockwell la Resina microhíbrida (Filtek™ P60) presento una microdureza superficial de 137.38 HV y 84.81 HR15T respectivamente, obteniendo un nivel de microdureza superficial bueno.

TERCERA:

En la comparación de la microdureza Superficial de tres resinas dentales después de ser sometidas a la prueba de microdureza Vickers y Rockwell, la Resina Nanohíbrida (Filtek™ z350) presento una Microdureza Superficial de 149.11 HV y 85.87HR15T respectivamente, obteniendo un nivel de microdureza superficial muy bueno.

CUARTA:

Existen diferencias altamente significativas (A.S.) en la microdureza superficial de las tres resinas dentales tipo Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill), microhíbrida (Filtek™ P60) y Nano híbrida (Filtek™ z350).

QUINTA:

A la Prueba de Microdureza Vickers y Rockwell la Resina que presento mayor microdureza fue la resina Nano híbrida (Filtek™ z350) con un nivel de microdureza superficial muy bueno.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir las indicaciones de los fabricantes para la correcta aplicación de los materiales de restauración, para optimizar sus propiedades.
2. Se recomienda realizar estudios llevando a cabo una variación en el tiempo de Fotopolimerización de los materiales para observar si esta influye el grado de microdureza superficial.
3. Se recomienda realizar estudios con otros sistemas de fotopolimerización para de esta manera poder tener más amplitud de resultados.
4. Se recomienda realizar estudios con diferentes marcas de resinas para observar si estas influye el grado de microdureza superficial.



LISTA DE REFERENCIAS

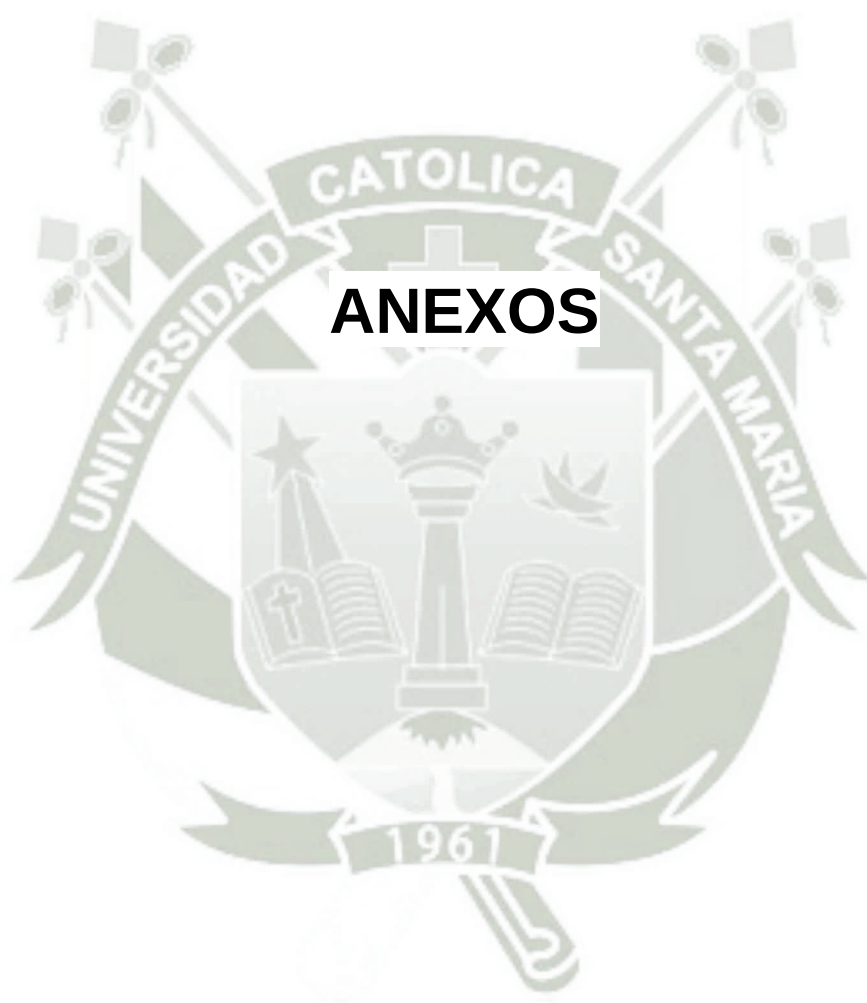
1. COVA, J. Biomateriales dentales. 2da. Ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 2010
2. RODRIGUEZ D, PEREIRA N. Evolucion y tendencias actuales en resinas compuestas. 2007 [consultado 2008]: 46(3) Disponible en: https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp
3. HERVAS M. Resinas compuestas, revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Valencia; 2005-2006 [revisado 2005; consultado 2006]; 11(2). Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023
4. IBID.
5. RODRIGUEZ D, PEREIRA N. LOC. CIT.
6. HERVAS M. OP CIT p. 7.
7. GERALDI S, PERDIGAO J. Microleakage of a New Restorative System in Posterior Teeth. J Dent Res. 2003; 14 (3): 90-95.
8. MEYER G, EMST C, WILLERSHAUSEN B. Determination of Polymerization Stress of Conventional and New “Clustered” Microfill-Composites in Comparison with Hybrid Composites. J Dent Res. 2003:81-92.
9. CARVALHO M, CAMARGO C. Estética Odontológica: Nueva generación. Argentina: Editorial Artes Medicas Latinoamericana; 2003.
10. MCDONOUGH W, ANTONUCCI J, DICKENS S, XU H, FOWLER B. Chemistry of Silanes: Interfaces in dental polymers and composites. Trans Acad Dent Mater. 2003; 110(5): 541
11. IBID.

12. KUIIS R, FENNIS W, KREULEN C, BARINK M, VERDONSCHOT N. Does Layering Minimize Shrinkage Stresses in Composite Restorations? . J. Dent. Res. 2003; 12(82): 967-971
13. RODRIGUEZ D, PEREIRA N. LOC. CIT .
14. COVA J. OP CIT p. 99
15. COVA J. OP CIT p. 101
16. CARRILLO C, MONROY M. Materiales de las resinas compuestas y su polimerización. ADM. 2009; 1:10-17 .
17. CARTAGENA S, BLANCA A. Factores que intervienen en la pigmentación de una restauración con resina y como evitarlo. Guayaquil: Facultad Piloto de Odontología; 2013. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3377/1/719%20Blanca%20Andreina%20Cartagena%20Sol%C3%B3rzano.pdf2013>)
18. CHAPLE A, MONTENEGRO Y, ÁLVAREZ J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2016; 15(1) :8-16
19. BOKSMAN L, B COELHO G. Principios de la Fotopolimerización. VK Import .2012; 8(3).
20. CHAPLE G. LOC. CIT.
21. BOKSMAN G. LOC. CIT.
22. IBID.
23. JORGUERA C. Lámparas de Polimerización con Diodos Emisores de Luz (LED) El advenimiento de una nueva tecnología. Materialesdentales.2003. [Consultado May, 2003] Disponible en: <http://www.materialesdentales.cl/dproductos.php?p=1&art=producto1>
24. VELASCO V. Relación de los metacrilatos y la alteración pulpar. [disertación].Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2014. 42 p.

25. MORADAS M. Estado actual en la elección de resina composite en la clínica diaria: sencilla guía de manejo de propiedades, manipulación y limitaciones ante la variedad existente. REDOE. 2017:1-5.
26. CARVALHO M, CAMARGO C. LOC. CIT.
27. COVA J. OP CIT p. 232
28. VELASCO V. OP CIT p. 19.
29. RODRIGUEZ D, PEREIRA N. LOC. CIT .
30. HERVAS M. OP CIT p. 7.
31. COVA J. OP CIT p. 270
32. HERVAS M. OP CIT p. 9.
33. IRURETAGOYENA M. Tipos de resina compuesta: La elección para distintos casos clínicos. Buenos Aires, Argentina: Salud dental para todos; Abr 2014. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/246070935/Tipos-de-Resina-Compuesta>
34. ROJAS M. Nanotecnología y su aplicación en odontología estética y restauradora - Caso clínico. Lima-Perú. Disponible en: <https://www.odontologia-online.com/articulos/publicaciones/estetica-dental/124-nanotecnologia-y-su-aplicacion-en-odontologia-estetica-y-restauradora-caso-clinico.html>
35. MACCHI R. Materiales dentales. 4ta edición. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2007.
36. BANCHIERI D, CABRERA M, MEGA J, GARCIA A. Materiales Dentales - Modulo I - "Manual de apoyo Teórico". Vol. 1. Uruguay: Udelar. FO; 2016. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/8441/1/Librillo%20Materiales%20Dentales%201.pdf>

37. Uchile.cl [Internet]. Chile [actualizado 14 Feb 2013; citado 4 abr 2013]. Disponible en: <http://www.guemisa.com/articul/html/energia.htm>
38. Pucp.edu.pe [Internet]. Perú. Disponible en: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/131-calor-especifico-y-capacidad-calorifica.html>
39. BANCHIERI D, CABRERA M, MEGA J, GARCIA A. Materiales Dentales - Modulo I - "Manual de apoyo Teórico". Vol. 1. Uruguay: Udelar. FO; 2016. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/8441/1/Librillo%20Materiales%20Dentales%201.pdf>
40. MACCHI R. OP CIT p. 145.
41. BANCHIERI D, CABRERA M, MEGA J, GARCIA A. OP CIT p.12.
42. SALAZAR D. El galvanismo bucal [Internet]. Dentistagetafe; 2013. Disponible en: dirección electrónica. <https://www.dentistagetafe.com/el-galvanismo-bucal-que-es-salazar-clinica-dental-dentista-en-getafe/>
43. BANCHIERI D, CABRERA M, MEGA J, GARCIA A. OP CIT p.10.
44. IBID. p.11.
45. BARCELÓ F, PALMA J. Materiales Dentales: Conceptos básicos aplicados. 3ra edición. Mexico: Trillas; 2008.
46. BANCHIERI D, CABRERA M, MEGA J, GARCIA A. OP CIT p.17.
47. DAVIS H, WISKOCIL C, TROXELL G, MORENO J. Ensayo e Inspección de los materiales en ingeniería. Mexico: Compañía Editorial Continental; 1981.
48. MACCHI R. OP CIT p. 153.
49. IBID. p. 157
50. IBID. p. 158

51. FERRER M, BUENO V, GARCIA A, TERUEL M. Laboratorio: desarrollo curricular del ciclo formativo de grado medio de F.P. Anele; 1994.
52. IBID. p. 169.
53. Struers.com [Internet]. Gran Bretaña: Struers. Disponible en: <http://www.struers.com/es-ES/Knowledge/Hardness-testing/Vickers#vickers-how-to>
54. KIRNOSOV V. Medición de fuerza y dureza. La Habana: Pueblo y Educación; 2011
55. 3m.com [Internet]. Bogota, Colombia. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/639153O/filtek-z350-xt-brochure-6pg.pdf>
56. Perfil técnico Filtek Z350. 3M. Bogota, Colombia.
57. Perfil técnico del producto Filtek bull fill. 3M. Bogota, Colombia.
58. IBID.
59. MONSALVES S. Análisis descriptivo in vitro de la interfaz adhesiva lograda en restauraciones de resina realizadas con un material monoincremental y uno convencional. BioMater.2015; 2(1): 70-93.
60. Perfil técnico del producto Filtek™ P 60. 3M. Bogota, Colombia.
61. IBID.
62. IBID.



ANEXO 1

FICHA DE REGISTRO

Resina bulk fill	Dureza HV				Dureza HR15T			
	lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	promedio
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Resina P60	Dureza HV				Dureza HR15T			
	lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	promedio
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Resina Z350	Dureza HV				Dureza HR15T			
	lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	promedio
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ANEXO 2 MATRIZ DE DATOS

Muestra de resinas bulk fill	Dureza HR15T				Dureza HV			
	lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	promedio
1	77.5	78.4	82.2	79.4	96	100	119	105,00
2	79.8	83.1	82.2	81.7	106	124	119	116,30
3	80.8	81.7	82.2	81.6	111	116	119	115,30
4	77.4	77.2	77.9	77.5	95	94	97	95,30
5	79.7	77.4	78.9	78.7	106	95	103	101,30
6	78.3	77.8	80.3	78.8	110	97	109	102,00
7	77.9	80.5	77.8	78.7	97	110	97	102,30
8	77.4	77.8	77.2	77.5	95	97	94	95,30
9	78.9	78.3	78.9	78.7	103	110	103	105,30
10	78.3	77.9	77.4	77.9	110	97	95	100,70
11	77.8	77.5	79.8	78.4	97	96	106	99,70
12	77.9	78.9	77.2	78	97	103	94	98,00
13	81.2	81.6	81.8	81.9	112	114	117	114,30
14	77.9	79.3	81.6	79.6	97	103	116	105,30
15	81.8	83.9	77.5	81.1	117	130	96	114,30

Muestra de resinas z-350	Dureza HR15T				Dureza HV			
	lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	promedio
1	88	87.9	88	88	169	168	169	168,67
2	83.2	83.5	84.7	83.8	125	141	135	133,67
3	86.4	84.9	86.9	86.1	152	136	157	148,33
4	85.2	83.6	81.9	83.6	140	128	117	128,33
5	85.3	82.3	82.5	81.7	109	119	141	123,00
6	87.9	89	88.2	88.4	168	180	171	173,00
7	85.1	86	85.3	86	138	148	141	142,33
8	88.2	89	86.4	87.9	171	180	152	167,67
9	86.9	87.9	89	87.9	157	168	180	168,33
10	87.9	85.3	86	86.4	168	141	148	152,33
11	88.2	86.9	87.9	87.7	171	157	168	165,33
12	86.9	88.2	85.2	86.8	157	171	140	156,00
13	84.9	83.2	81.9	83.3	137	125	117	126,33
14	88.2	84.9	85.3	86.1	171	136	141	149,33
15	86.1	81.9	84.9	84.3	148	117	137	134,00

Muestra de resinas p-60	Dureza HR15T				Dureza HV			
	lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	promedio
1	85.1	86.7	85.3	85.7	138	155	141	144,67
2	83.2	87.7	84.4	85.1	125	166	133	141,33
3	82.7	83.8	83.2	83.2	122	129	125	125,33
4	82.9	83.9	85.9	84.2	123	130	147	133,33
5	84.0	84.1	84.4	84.2	130	131	133	131,33
6	85.6	85.5	87	86.0	144	143	158	148,33
7	83.6	83.9	83.4	83.6	128	130	127	128,33
8	85.5	84.4	84.1	84.7	143	133	131	135,67
9	84.0	85.6	84.4	84.7	130	144	133	135,67
10	83.2	85.9	84.0	84.4	125	147	130	134,00
11	83.9	85.5	83.2	84.2	130	143	125	132,67
12	84.1	84.4	83.9	84.1	131	133	130	131,33
13	86.1	86.7	87.2	86.7	148	150	162	153,33
14	83.0	85.3	86.3	84.9	123	139	147	136,33
15	87.7	87.2	84.2	86.4	159	156	132	149,00



ANEXO 3 SECUENCIA FOTOGRÁFICA

Maquina universal de ensayo durómetro



Resina bulk fill



Resina microhíbrida (Filtek P60)



Resina nanohíbrida (Filtek Z350)



Anillo de cobre número 20



Lámpara de foto polimerización



Micro indentador



Instrumentos y materiales de pulido

