

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA**



---

**“MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE RESINAS COMPUESTAS CON  
NANOTECNOLOGIA, VITTRA APS-FGM, HERCULITE PRÉCIS-KERR Y  
BRIGHT LIGHT: ESTUDIO IN VITRO”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
CIRUJANO DENTISTA**

**TESISTAS**

**Bach. LAURENCIO BEJARANO, Deysi Yanina**

**Bach. ROMERO MORALES, Gaby**

**ASESOR**

**Mg C.D. BALLARTE BAYLÓN, Antonio Alberto**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos a Dios por darnos la vida y la oportunidad de desarrollar este trabajo con éxito y por darnos vida y salud.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y familia por estar siempre  
en esta etapa de mi formación  
académica y brindarme su apoyo  
incondicional.

DEYSI YANINA LAURENCIO  
BEJARANO

A mi madre Salome Morales, por todo el amor  
que me brindan, por su esfuerzo día a día, por  
enseñarme con su ejemplo a ser perseverante y  
luchar por lo que deseo en esta vida. A mis  
hermanos David y Niky, si hoy puedo escribir  
estas líneas es gracias a tu gran ayuda durante  
mis años de estudio.

GABY ROMERO MORALES

## RESUMEN

El objetivo es determinar la microdureza superficial entre resinas compuestas con nanotecnología, vitta-fgm, hercúlite précis-kerr y bright light. Estudio in vitro. La metodología El estudio fue experimental in vitro. Se confeccionaron 45 bloques de resinas compuestas de 6mm de diámetro por 6mm de altura de los cuales se dividieron en tres grupos según la marca de las resinas: 15 bloques fueron elaborados con resina VITTRA APS (FGM), 15 bloques con resina HERCULITE y 15 bloques de resina BRIGHT LIGHT; se procedió a medir la microdureza superficial a través del microdurometro Vickers. Se realizó la Prueba de ANOVA. Los resultados de las muestras se encontró la media 30,8847, como valor mínimo 14,12 y un valor máximo 41,26 para la resina BRIGHT LIGHT, también se encontró la media 41,2413, como valor mínimo 16,94 y un valor máximo 58,46 para la resina VITTRA APS (FGM), así mismo se encontró la media 41,8807, como valor mínimo 33,18 y un valor máximo 47,61 para la resina HERCULITE. Además, se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas ( $p=0.04$ ). En conclusión, según los resultados de los valores encontrados la resina HERCULITE, mostro mayor microdureza superficial (media = 41,8807) en comparación con la resina VITTRA APS (FGM), (media =41,2413) y BRIGHT LIGHT (media =30,8847) tuvo menor microdureza superficial comparado a las resinas anteriores.

## SUMMARY

**Objectives:** To determine the surface microhardness between composite resins with nanotechnology, vittra-fgm, herculite précis-kerr and bright light. In vitro study.

**Methodology:** the study was experimental in vitro. 45 blocks of resins composed of 6mm in diameter by 6mm in height were made, which were divided into three groups according to the brand of the resins: 15 blocks were made with VITTRA APS resin (FGM), 15 blocks with HERCULITE resin and 15 blocks BRIGHT LIGHT resin; The surface microhardness was measured through the Vickers microdurometer. The ANOVA was performed. Results: of the samples the average was 30.8847, with a minimum value of 14.12 and a maximum value 41.26 for the BRIGHT LIGHT resin, the average was also found as 41.2413, with a minimum value of 16.94 and a maximum value of 58.46 for the VITTRA APS resin (FGM), the average was also found as 41.8807, with a minimum value of 33.18 and a maximum value of 47.61 for the HERCULITE resin. Conclusions: according to the results of the values found, the HERCULITE resin showed greater surface microhardness (the average = 41.8807) compared to the VITTRA APS resin (FGM), (the average= 41.2413) and BRIGHT LIGHT (the average = 30, 8847) had lower surface microhardness compared to previous resins.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY .....	v
INDICE .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	viii
CAPITULO I.....	9
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	9
1.1 IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
1.3 FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	12
1.3.1 Problema principal .....	12
1.3.2 Problemas específicos .....	12
1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	12
1.4.1 Objetivo General .....	12
1.4.2 Objetivos Específicos.....	12
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE INVESTIGACIÓN .....	13
1.6 LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN .....	14
CAPITULO II .....	15
2 MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES DE ESTUDIOS REALIZADOS .....	16
2.2 ANTECEDENTES NACIONALES DE ESTUDIOS REALIZADOS.....	22
2.3 ANTECEDENTES REGIONALES DE ESTUDIOS REALIZADOS.....	30
2.4 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS.....	31
2.4.1 RESINA COMPUESTA CON NANOTECNOLOGÍA: .....	31
2.4.2 RESINAS COMPUESTAS USADAS EN EL ESTUDIO .....	47
2.4.3 SISTEMA DE MEDICIÓN .....	52
2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	55
2.6 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS: .....	57
2.6.1 Hipótesis General:.....	57
2.6.2 Hipótesis Nula:.....	57

2.6.3	Hipótesis Específicas: .....	58
2.7	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES: .....	58
2.8	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES .....	59
CAPITULO III .....		60
3	MARCO METODOLÓGICA.....	60
3.1	NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	60
3.2	DISEÑO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.3	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA .....	61
3.4	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE REDACCIÓN DE DATOS .....	63
3.5	TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	66
CAPITULO IV .....		68
4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	68
4.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	68
DISCUSIÓN .....		72
CONCLUSIONES .....		76
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES .....		77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		78
ANEXOS .....		85

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ha aumentado considerablemente el uso de resinas compuestas, llegando a convertirse en el principal material restaurador utilizado por los odontólogos, tanto para el sector anterior como el posterior (Hervás *et al.* 2006). Una de las medidas fundamentales que se debe tener en cuenta para lograr el éxito de las restauraciones es la adecuada polimerización de las resinas compuestas; de esta manera, se puede asegurar su óptima durabilidad, y así disminuir el riesgo de sufrir fracturas marginales, caries secundaria y disminución de la microdureza. En el 2008, Nevárez y col. observaron que la microdureza está relacionada directamente al contenido inorgánico y al tamaño de la partícula de las resinas compuestas. La dureza es un componente determinante en el éxito de las restauraciones, es por eso que la dureza determina el grado de deformación de un material y se acepta generalmente como una propiedad importante en comparación a la estructura del diente.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la microdureza superficial de tres resinas compuestas con nanotecnología, vittra-fgm, hercúlite précis-kerr y bright light: Estudio in vitro. Entre las resinas se eligieron las nuevas opciones del mercado y la antigua, así poder elegir la resina más resistente para las restauraciones en la cavidad oral y así poder garantizar el tiempo de durabilidad.

## **CAPITULO I**

### **1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los últimos años, existe mayor demanda del uso de resinas compuestas debido a las características físicas que presenta, las cuales permiten que las restauraciones se asemejen al color natural de los dientes, brindando mayor estética. Asimismo, se observó que las diversas marcas comerciales de resina presentan distintos componentes y partículas que van a potenciar las características de estas. Por lo tanto, es indispensable realizar un correcto manejo del material dental, siguiendo las indicaciones del fabricante, con un tiempo de exposición de la luz y densidad de potencia correctos. De esta manera, se lograría conservar las propiedades de las resinas y obtener una microdureza superficial adecuada. (1)

Las resinas compuestas han sido utilizadas como material de preferencia tanto del paciente como del profesional para realizar restauraciones, debido a sus propiedades biocompatibles con la estructura dental como la estética que presentan. (2)

Los primeros estudios no tenían las condiciones óptimas tanto en tiempo de utilización, así como función, pero estos trabajos fueron de gran aporte en el progreso de un material que llegue a cumplir los requerimientos de un material restaurador en cavidad oral. (3)

Hay una serie de causas para la pérdida de sustancia dental que el odontólogo soluciona con los trabajos restauradores, esta se encarga del pronóstico y tratamiento de los dientes que no requieren recubrimiento total para su

corrección y restauración de la forma, la función y la estética dentaria correcta. Es por eso que se cuenta con la resina, un material restaurador presente desde la década del 70, a pesar de tener muchos problemas iniciales frente a la amalgama, fue ganando preferencia tanto por el odontólogo como por los pacientes. En un inicio se pensó solo como un material restaurador de piezas anteriores, pero se han mejorado sus propiedades para utilizarlo como un material restaurador universal. Las propiedades físicas de las resinas compuestas han ido mejorando paulatinamente a lo largo de los años como resultado de la demanda creciente de técnicas de obturación más simples por parte de los odontólogos. Últimamente, muchos de los fabricantes de materiales dentales más importantes han introducido lo que conocemos como materiales de obturación en un solo bloque. Mientras que las resinas compuestas convencionales han de aplicarse en capas de sólo 2 milímetros, estos nuevos materiales de obturación pueden aplicarse en capas de hasta 4- 5 milímetros. Gracias a ello, los odontólogos tienen que aplicar menos capas para obturar un diente así ahorrar tiempo sin perder calidad. Según la literatura estos nuevos materiales de nanotecnología consiguen que la colocación de resinas compuestas en piezas posteriores sea aún más fácil y eficiente manteniendo sus propiedades físicas adecuadamente. (4)

Este estudio de resinas con nanotecnología busca comparar la microdureza superficial y así poder llevar este conocimiento a los alumnos y odontólogos de la escuela profesional de odontología Unheval, para que puedan optar por materiales que ofrecerán mayor tiempo de vida y así poder ofrecer una mayor garantía del tratamiento al paciente.

## 1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para el cirujano dentista es de suma importancia conocer la dureza de los materiales de restauración con el cual se dará también la garantía del tratamiento, así como son las resinas, por lo cual estos materiales deben presentar mayor dureza para soportar la fuerza masticatoria que reciben dichos tratamientos así mantenerse estables en la cavidad bucal con el paso del tiempo.

Las resinas han ido desarrollándose llegando a tener en su composición partículas de nanorelleno lo que les proporciona además de buenas propiedades físicas y de terminado de su superficie, una mejor consistencia para su colocación, menor contracción y alta dureza. La dureza es una característica importante en los materiales de restauración, ésta se define como la resistencia a la penetración, al desgaste o al rayado. Cuanta mayor cantidad de material de relleno tenga una resina mejor serán sus propiedades físicas, por lo tanto, mayor será su dureza, menor será su contracción y su cambio dimensional. Las pruebas de dureza se incluyen en numerosas especificaciones sobre materiales dentales de la American Dental Association (ADA). Las nuevas resinas con nanotecnología aplicadas en un solo momento con una profundidad hasta de 5 mm según la literatura presenta alta dureza, baja tensión de contracción entre otras propiedades físicas. Su aplicación, contorneado, modelado y polimerización se realizan hasta un 60% más rápido que con resinas compuestas convencionales de 2 mm, pero la mayor preocupación con respecto a las restauraciones amplias y profundas en una sola capa, y la razón por la cual no se han convertido en una técnica estándar, se ha centrado en la adaptación a las paredes de la cavidad, la profundidad del fraguado, la contracción volumétrica, la microdureza superficial entre otras propiedades. Todo ello hace que nos

preguntemos si ¿existe diferencia entre la microdureza superficial de resinas A y B, aplicadas en un solo bloque?

### 1.3 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

#### 1.3.1 Problema principal

¿Cuál es la microdureza superficial entre resinas compuestas con nanotecnología, vittra-fgm, hercúlite précis-kerr y bright light: Estudio in vitro?

#### 1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la microdureza superficial de la resina compuesta con nanotecnología, vittra-aps-fgm: Estudio in vitro?
- ¿Cuál es la microdureza superficial de la resina con nanotecnología, hercúlite précis-kerr: Estudio in vitro?
- ¿Cuál es la microdureza superficial de la resina compuesta con nanotecnología, bright light: Estudio in vitro?

### 1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo General

- Determinar la microdureza superficial entre resinas compuestas con nanotecnología, vittra-fgm, hercúlite précis-kerr y bright light. Estudio in vitro

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas con nanotecnología, vittra-fgm y hercúlite précis-kerr. Estudio in vitro
- Comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas con nanotecnología, hercúlite précis-kerr y bright light. Estudio in vitro

- Comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas con nanotecnología, bright light y vittra-fgm. Estudio in vitro.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE INVESTIGACIÓN

Con este estudio se determinará las alteraciones en la superficie de las resinas con nanotecnología, elaborando los bloques de resina con una de las técnicas que muchas veces usamos al colocar en una cavidad dental, es decir con técnica en bloque, donde el resultado proporcionado por el estudio será de ayuda para los estudiantes y odontólogos que usan resina compuesta con nanotecnología, conociendo las propiedades que nos brindará, ya que los estudios con esta resina son escasos además, los datos del resultado nos permitirán comparar con otros estudios, que utilizan resinas de diferente tamaño de partículas o resinas de mayor estética, sin embargo de una manera general nos permitirá orientar a los pacientes que acuden a la clínica Odontológica a que tengan una mayor cuidado post operatorio a la vez nos ayuda a nosotros estudiantes y Odontólogos para tener un mayor control de posibles desgastes prematuros de las resinas si los pacientes nos informa los consumos frecuentes de los tipos de alimentos.

Presenta importancia clínica, ya que las resinas, vittra-fgm, hercúlite y bright. Es decir, existe un gran acceso a ellas y, mediante la información obtenida por este estudio, se ayudará a determinar una mejor elección del material restaurador para de tal manera conservar la estética de las restauraciones dentales. Además, podría ser un punto de partida para realizar otros estudios evaluando distintas marcas de resina.

## 1.6 LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN

**Limitación geográfica.** La presente investigación se llevará a cabo en la ciudad de Lima, específicamente en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

**Limitación teórica.** Una de las principales limitaciones enfrentadas en el desarrollo de la presente investigación fue que se encontraron pocos estudios de trabajos similares en la región Huánuco y no contamos con bases estadísticas preliminares.

La principal limitación que se presenta es poco conocimiento de estas resinas en el mercado. Escasos estudios con este tipo de resinas a nivel regional.

## CAPITULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

En la actualidad, ha aumentado considerablemente el uso de resinas compuestas, llegando a convertirse en el principal material restaurador utilizado por los odontólogos, tanto para el sector anterior como el posterior (Hervás et al. 2006). (5)

Todo esto es debido al gran avance que han tenido las resinas con el paso del tiempo. Dentro de sus propiedades, encontramos la dureza, la cual forma parte muy importante para determinar su durabilidad en boca, que hoy en día oscila entre los 7 a 10 años. Esta propiedad está determinada por la cantidad de relleno que presente la resina, por ende, a mayor cantidad de relleno, mayor será su dureza y menores cambios dimensionales (Rodríguez & Pereira, 2008). (6)

A pesar de todas las mejoras en tecnología y propiedades de las resinas compuestas, aún no se encuentra un material que posea características ideales que lo hagan indestructible al paso de los años, por ello son necesarias las acciones de mantenimiento y conservación (Barrancos & Barrancos, 2006). (7)

En cuanto a la literatura y/o publicaciones sobre las propiedades físicas químicas de las resinas compuestas con nanotecnología, como vienen a hacer la microdureza superficial; ya que ésta característica es primordial y la podemos relacionar con la resistencia al desgaste o fractura.

No existen muchos estudios sobre la microdureza superficial de estas ya que es un nuevo producto que está siendo distribuido por algunas casas comerciales como lo es: VITTRA APS (FGM) y BRIGHT LIGHT.

La presente investigación aporta información actualizada, acerca de la microdureza superficial de dos resinas compuestas con nanotecnología, Siendo novedosas en el mercado odontológico.

La microdureza superficial es una propiedad importante que puede predecir la resistencia al desgaste y su capacidad de abrasión por materiales opuestos.

## 2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES DE ESTUDIOS REALIZADOS

**Del Carmen Jessenia. Morales Regina; (Nicaragua 2017);** “Comparación del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resinas compuestas monoincrementales y resinas compuestas incrementales en el periodo comprendido de Octubre 2016 a Febrero del año 2017”; resumen las resinas monoincrementales de nanotecnología se han desarrollado para permitir un incremento único de hasta 5mm, ofreciendo un menor tiempo de trabajo clínico y conservando las propiedades físicas de la resina incremental, convencionalmente utilizada. Objetivo Comparar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resina monoincremental y resina incremental. Método, Se confeccionaron 36 cilindros de resina, 18 cilindros de resina monoincremental y 18 de resina incremental. Materiales, el ensayo de dureza superficial se realizó con Durómetro de Rockwell HRa. El ensayo de resistencia compresiva se realizó en la máquina Tensómetro Resultados La resina incremental presenta una Resistencia Compresiva de 118.50 Mpa y una Dureza Superficial de 50.91 HRa, en comparación con la resina monoincremental que posee una Resistencia Compresiva 91.93Mpa y una Dureza Superficial de 48.95 HRa. Conclusión, Según la prueba estadística T Student La Resistencia Compresiva de la resina incremental es mayor que la

Resistencia Compresiva de la resina monoincremental, que se encuentra entre 11.34 Mpa y 41.77 Mpa y en cuanto a la Dureza Superficial de la resina incremental es similar a la Dureza Superficial de la resina monoincremental, que está comprendida entre -2.02421 y 5.13532 (8)

**Canencia Marcelo; (ecuador 2017)** “microdureza de una resina de micropartículas utilizada en clínicas de la facultad de odontología sumergida a bebidas carbonatadas”. Resumen, el alto consumo de bebidas carbonatadas ha demostrado alteración en las propiedades de los materiales restauradores, debido a las condiciones ácidas a nivel de la cavidad oral, en este caso el material de restauración una resina de micropartículas que es utilizada en Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador. El objetivo es analizar la microdureza de una resina de micropartículas utilizada en clínicas de la Facultad de Odontología sumergida a bebidas carbonatadas. La metodología a partir de 48 bloques fabricados de resina se sumergió por un tiempo de diez minutos por cinco días, creando condiciones similares a las de la cavidad oral, cuando se consumen estas bebidas. Materiales, al finalizar esta exposición se llevó al microdurometro, resultado para constatar que bebida desgastó más la superficie de la resina de micropartículas, al entrar en contacto la resina de micropartículas a las bebidas carbonatadas presentaron pérdida significativa para ambos grupos siendo la bebida Coca-Cola cual produjo mayor pérdida de microdureza de la resina de micropartículas que la bebida Sprite. En conclusión, las bebidas carbonatadas tuvieron efectos sobre la microdureza de la resina de micropartículas, alterando prematuramente las propiedades de resinas compuestas. (9)

**Bravo Gloria. (Ecuador 2017)** “Microdureza superficial de dos resinas compuestas frente a la acción de una bebida carbonatada: estudio in vitro”. El objetivo es comparar la microdureza superficial entre un composite de nanorelleno, y un composite nanohíbrido frente a la acción de una bebida carbonatada, La metodología que es experimental, puesto que se utilizó un microdurómetro Vickers para medir la microdureza superficial de las muestras, se utilizó probetas de muestras de dos diferentes resinas compuestas, una resina nanohibrida Tetric N-Ceram Bulk Fill y una resina nanorelleno Filtek Z350 XT en lo que se realizó la microdureza superficial luego de inmersión en cerveza. El resultado se obtuvo de las dos resinas compuestas al ser sumergidas en la bebida carbonatada (cerveza), se encontró que la resina Filteck Z350 XT presentaba un valor de dureza de 90.5kg/mm<sup>2</sup> y la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill un valor de 66.6 kg/mm<sup>2</sup>. Con ésta Tesis se Concluyó que existió una pérdida significativa de la microdureza en ambos grupos, pero esta fue mayor en la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill. (10)

**Dionysopoulos Dionysopoulos, Tolidis Kosmas, Sfeikos Thrasyvoulos, Karanasiou Christina, et al. (Grecia 2017)** “Evaluación de la microdureza superficial y la resistencia a la abrasión de dos materiales de cemento de ionómero de vidrio dental después del tratamiento con calor radiante”. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un tratamiento de calor radiante utilizando una unidad dental LED en la microdureza de la superficie y la resistencia a la abrasión después de la simulación de cepillado de dos materiales GIC convencionales. La metodología en esta investigación se estudiaron dos materiales GIC convencionales: Ketac Fil Plus Aplicap e IonoStar Molar. Se prepararon veinte especímenes en forma de disco (n = 10) de cada GIC (7 mm x

2 mm) utilizando moldes cilíndricos de teflón. Las muestras del Grupo 1 se dejaron en el molde para establecer sin ningún tratamiento, mientras que en el Grupo 2 después de la colocación en el molde, las muestras se irradiaron durante 60 segundos en la superficie superior utilizando una unidad de fotopolimerización LED. La simulación del cepillado de dientes se llevó a cabo utilizando un cepillo de dientes eléctrico comercial que se fijó en un dispositivo construido que permitió que las cabezas de los cepillos se alinearan paralelas a la superficie de las muestras y para controlar la presión, con los siguientes parámetros: carga del cepillo de dientes estandarizado a 250 g, el cabezal del cepillo de dientes de dureza media y el sentido de rotación cambian cada 30 segundos. Resultados, el mecanismo de prueba de abrasión del cepillo de dientes, basado en una frecuencia de 1,25 Hz durante 10,000 ciclos, fue equivalente a 800 días (~ 2 años) de cepillado. La dureza de la superficie, la rugosidad de la superficie y la pérdida de la superficie después del procedimiento abrasivo se evaluaron mediante el método de Vickers y la interferometría de barrido vertical. En conclusión, los datos se analizaron estadísticamente utilizando ANOVA de una vía y la prueba post hoc de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). El tratamiento con calor radiante aumentó la microdureza de la superficie y disminuyó la rugosidad de la superficie y la pérdida de la superficie después de los procedimientos abrasivos de ambos materiales GIC probados, pero en diferente grado. Entre los materiales GIC probados hubo diferencias significativas en sus propiedades probadas ( $p < 0.05$ ). (11)

**Arun Xavier , Steffy Sunny , Kanita Rai , et al. (India 2016)** “Exposición repetida de bebidas ácidas en materiales de restauración estética: Un estudio de microdureza de superficie in vitro”. Éste estudio tiene como objetivo evaluar los

cambios en la microdureza de la superficie de los materiales de restauración estética después del tratamiento con bebidas ácidas in vitro. Metodología, se registró la microdureza superficial inicial de los materiales restauradores GC Fuji II LC, GC Fuji IX, ionómero Nano Glass, resina y Nano composite. Estos materiales se estudiaron en 3 grupos que incluían los expuestos diariamente a las bebidas ácidas, semanalmente una vez al mes y los que no tenían ninguna exposición. La microdureza final de la superficie de los materiales se registró después de la experimentación y se sometió a comparaciones estadísticas. Los resultados de los materiales restaurativos se compararon por sus cambios de microdureza en la superficie después de los tratamientos respectivos utilizando la prueba T y el análisis ANOVA de una vía. Las comparaciones cruzadas entre los grupos mostraron significación estadística ( $p < .05$ ), cuando se trataron con ambas bebidas. Los cinco materiales restauradores revelaron pérdida de microdureza superficial; la reducción máxima observada con el cemento de ionómero Nano glass probado ( $p < .0005$ ). En conclusión la microdureza de la superficie de los materiales restauradores se redujo notablemente en exposiciones repetidas con bebidas ácidas; El producto con ácido fosfórico produce la máxima pérdida de microdureza superficial. (12)

**Jácome Jimena. (Ecuador 2015)** “Microdureza superficial de tres resinas compuestas nanohíbridas y tres resinas compuestas fluidas de diferentes casas comerciales frente a la acción de una bebida carbonatada (coca cola): Evaluación in vitro”. El objetivo es investigar la microdureza superficial como un factor dentro de las resinas compuestas nanohíbridas y fluidas difieren por cada casa comercial, más aún cuando son sometidas a la acción de sustancias carbonatadas. Para la Metodología se seleccionó 3 diferentes grupos de estudio, el primero de

una resina compuesta microhíbrida, el segundo de una resina compuesta fluida y el tercero de un ionómero vítreo los cuales fueron sometidos a la acción de una bebida carbonatada. Para la investigación se seleccionó un grupo de estudio y un grupo de control denominados como grupo A y grupo B respectivamente, para cada clase de resina tanto nanohíbrida como fluida, el grupo A fue expuesto a cierto factor de riesgo como es el caso de la bebida carbonatada (Coca Cola) con un determinado pH mientras que el grupo B se mantuvo en suero fisiológico. Los Resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la microdureza superficial de las resinas compuestas nanohíbridas y fluidas se ven afectadas al ser sometidas a la bebida carbonatada (Coca-Cola), dichas resinas disminuyen estadísticamente significativa en su desgaste y ocasiona un tiempo de permanencia menor de las resinas en la boca como restauraciones. Se concluyó una diferencia estadísticamente significativa entre las variaciones de la microdureza superficial en los seis tipos de resina nanohíbrida y fluida frente a la acción de la bebida carbonatada. (13)

**Taron Arnulfo, Frías Sebastian. (Colombia 2015)** “Comparación de la dureza superficial de diferentes tipos de materiales restauradores en premolares birradiculares, un estudio in vitro”. El objetivo es evaluar y comparar la dureza superficial en restauraciones con ionómero de vidrio y de resina compuesta en cavidades clase I según Black en premolares birradiculares. En la metodología se realizó un estudio descriptivo, comparativo in vitro donde se midió la dureza de dos tipos de materiales restauradores odontológicos, en cavidades clase I a dos distintas profundidades diseñadas en 32 premolares birradiculares. Distribuidos en 4 grupos con características distintas entre ellos, ya fuera por el material restaurador (ionómero de vidrio, resina compuesta) o por la profundidad

de la cavidad (2-4 mm). Todas las muestras de cada grupo fueron sometidos a una fuerza vertical monitorizada a través del texturómetro EZ-S SHIMADZU hasta producir la fractura del material. Para evaluar la normalidad los datos obtenidos se sometieron a la prueba Shapiro Willk que rechazó la hipótesis nula. El análisis de los datos totales se realizó a través del test T de Student para muestras independientes. En los Resultados se evaluaron las durezas de la resina a 2 y 4 mm y el ionómero de vidrio a las mismas profundidades, encontrando una diferencia estadística a favor de la resina compuesta frente al ionómero de vidrio en ambas profundidades ( $p=0,000001445$  y  $p=2,99E-9$ ) y, en la comparación intragrupal, sólo diferencia significativa entre los dos grupos de resina a distinta profundidad ( $p=0,016$ ). Con este trabajo se concluyó que los órganos dentarios con cavidades de 4 mm de profundidad que fueron restaurados con resina Tetric N-Ceram evaluados presentan mayor dureza que los restaurados con resina Vitremer a 2 y 4 mm y que la misma resina a 2 mm de profundidad. (14)

## 2.2 ANTECEDENTES NACIONALES DE ESTUDIOS REALIZADOS

**Montaño Melissa, Tello Karen; (Cajamarca – Perú 2018)** “comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas bulk fill *in vitro*”. El objetivo de la presente tesis fue la comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill *in vitro*. El tamaño de la muestra fue de 32 cilindros y se dividió en 16 cilindros cada grupo: grupo I la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) y grupo II resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent). En la metodología se aplicó una cantidad de 5 mm. de resina compuesta, polimerizados con una lámpara Bluephase N M (100 – 240 V) por 3”, con una intensidad de 1 200 mW/cm<sup>2</sup>; luego de 24 horas se realizó el

pulido con los discos sof-lex-3M, los 16 cilindros de cada grupo fueron separados en subgrupos de 8. La microdureza superficial Vickers se determinó con una carga de 60 kgf por 15". Se realizó la medición inicial de microdureza superficial de 8 cilindros; Los resultados de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 247,25 Kgf/mm<sup>2</sup>; lo que resultó mayor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), que obtuvo un valor de 218,50 Kgf/mm<sup>2</sup>; luego de 2 horas se realizó el termociclado manual de los 8 cilindros finales, donde se observó que la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 113,125 Kgf/mm<sup>2</sup> ; lo que resultó menor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que obtuvo un valor mayor de 117,375 Kgf/mm<sup>2</sup> . Los datos fueron analizados por la prueba T-student. En conclusión, se concluyó que la microdureza superficial sin termociclado manual de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) es más homogénea, con una desviación estándar de 39,74 Kgf/mm<sup>2</sup> frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE), que es menos homogénea, con una desviación estándar de 66,28 Kgf/mm<sup>2</sup>. Además, la microdureza superficial con termociclado manual de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es más homogénea, con una desviación estándar de 4,970 Kgf/mm<sup>2</sup>, frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), que resulta ser menos homogénea, con una desviación de 27,255 Kgf/mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se concluyó que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo una mayor microdureza superficial inicial que la resina compuesta Tetric

N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent); después de que fueron sometidas al termociclado manual se obtuvo que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) tuvo menor microdureza superficial respecto de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent). (15)

**López Alejandro, González Andrea; (Perú 2018);** “Efecto en la microdureza de resinas compuestas aplicando un recubrimiento de nanopartículas de plata inmersas en un adhesivo hidrofílico”; En resumen, las resinas compuestas son polímeros utilizados comúnmente en la odontología, aparecieron con el fin de sustituir a los silicatos y resinas acrílicas; Los cuales requieren un índice apropiado para resistir fuerzas durante su uso en boca. La nanotecnología está dirigida a la fabricación de nanopartículas con propiedades únicas, y las nanopartículas de plata (NPs Ag) son nanomateriales comúnmente utilizados que ayudan a mejorar las propiedades físicas o mecánicas de los materiales comúnmente utilizados en la odontología. El objetivo conocer el efecto que tienen las nanopartículas de plata en la microdureza Vickers de las resinas compuestas. La metodología se realizó, un total de 15 bloques de resina compuesta en moldes cúbicos de teflón de 10mm de diámetro por 1mm de grosor, 5 fabricados con resina compuesta per sé, 5 fabricados de resina compuesta aplicando un recubrimiento de un agente adhesivo hidrofílico, 5 fabricados de resina compuesta con un recubrimiento de nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en un agente adhesivo hidrofílico. Se evaluó el cambio de color de los 5 bloques fabricados de resina compuesta con un recubrimiento de nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en un agente adhesivo hidrofílico en comparación con los 5 bloques fabricados de resina compuesta aplicando un recubrimiento de un agente adhesivo hidrofílico. En cada grupo se evaluaron un

total de 50 indentaciones para medir la microdureza Vickers. En el análisis estadístico, se realizó utilizando la prueba ANOVA comparados con el método de Scheffé, para resolver el problema de comparaciones múltiples. En los resultados se encontró que en el tercer grupo (GIII), la aplicación de un recubrimiento de nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en un agente adhesivo hidrofílico fue significativamente superior el valor de microdureza Vickers comparado con los otros dos grupos de estudio. Y en el segundo grupo (GII) se demostró que al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico disminuye su valor microdureza Vickers en los bloques de resina compuesta.

De igual manera se observó al evaluar el cuarto grupo (GIV) en cuanto a cambio de color, la presencia de pigmentaciones de color blanco sobre los bloques de resina compuesta en los cuales fue aplicado un recubrimiento de Nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en un adhesivo hidrofílico, con respecto al grupo dos (GII), en el cual únicamente solo colocó un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico y no hubo diferencia de color considerable. En conclusión, al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico con nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en el mismo, aumenta la microdureza Vickers significativamente en los bloques de resina compuesta analizados. Así mismo se muestra que en el segundo grupo (GII) el valor promedio es menor en comparación del primer grupo (GI) y el segundo grupo (GII) se demostró que al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico disminuye microdureza Vickers en los bloques de resina compuesta. De igual manera se demostró que al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico con nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en éste, se observa un cambio de color significativo en cuanto a su superficie donde fue colocado. (16)

**Vargas Jeancalos; (Perú 2017);** “relación de las resinas nanohíbridas (filtek z350 xt -3m espe y herculite précis – kerr) en restauraciones clase i, con el grado de pigmentación al ser sumergidas en la bebida carbonatada coca cola en un periodo de 1 a 7 días. tacna 2017”; El objetivo de este estudio fue evaluar el grado de pigmentación de restauraciones dentales con dos diferentes marcas de resina compuesta al ser sumergidas en una bebida carbonatada en un periodo de tiempo. La metodología se realizó en 60 piezas dentales posteriores con cavidades clase I oclusal, dividiendo las muestras en dos grupos iguales, 30 piezas fueron restauradas con Filtek Z350XT (3M ESPE) y 30 piezas con Herculite Précis (Kerr), luego de ser restauradas se procedió a la toma del color inicial de todas las restauraciones, posteriormente las muestras fueron sumergidas en la bebida Coca cola realizando la valoración del color diario cada 24 horas durante 7 días. Los resultados de las restauraciones con resinas compuestas al ser sumergidas en la bebida carbonatada Coca cola presentaron un cambio en su estabilidad de color gradualmente en el tiempo. Se concluye que la variación de color fue menor en las restauraciones realizadas con la resina Herculite Précis, que mantuvo colores más claros con respecto a Filtek Z350XT. (17)

**Gonzales Kenny; (Perú 2017);** “Comparación de la microdureza superficial de cuatro resinas compuestas sometidas a bebidas carbonatadas”; En resumen, actualmente las resinas compuestas son muy utilizadas en el campo de la odontología por el aspecto estético que estas ofrecen además de la gran variedad de marcas que encontramos en el mercado aun así es difícil una elección correcta debido a que muchas resinas aun presentan deficiencias y son frágiles al desgaste. El objetivo de esta investigación busca comparar la microdureza

superficial de las resinas compuestas para encontrar un material idóneo para realizar diferentes tratamientos. La metodología, se comparó la microdureza superficial de 4 resinas carbonatadas de diferentes marcas 3M – Filtek Z350, Ivoclar-Tetric N-ceram, FGM – Opallis, Biodinamica – Master Fill para ser sometidas a bebidas carbonatadas de las marcas Coca Cola, Inka cola, Cassinelli y Sprite. Los materiales para la muestra se elaboró bloques cilíndricos de resina compuesta de 2mm de altura y 6 mm de diámetro, un total de 72 muestras. Los bloques fueron medidos por un durómetro y luego se colocaron en bebidas carbonatadas por un lapso de 10 minutos, para ser almacenadas en suero fisiológico hasta repetir el proceso después de 24 horas por 7 días. Pasado los 7 días se realizó la segunda medición para analizar si hubo variación. Los resultados, para determinar la variación se utilizó la prueba T-Student y de Anova dando como resultado para resinas 3M sin bebidas 74.78 con bebidas 43.29, Ivoclar sin bebidas 47.63 con bebidas 32.99, FGM sin bebidas 53.38 con bebidas 38.46, biodinamica sin bebidas 51.33 con bebidas 38.73 llegando a la conclusión que las bebidas carbonatadas disminuyen la microdureza superficial de las resinas compuestas. (18)

**Quintanilla Cesar. (Perú 2016)** “Comparación de microdureza superficial in vitro de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempo de climatización”. El Objetivo es comparar la microdureza superficial de una resina compuestas fotoactivada a diferentes temperaturas y determinar el tiempo óptimo de espera luego de su refrigeración. Metodología, se confeccionaron especímenes de 5 mm de diámetro x 2 mm de alto con la resina compuesta Filtek™ Z350XT (3M ESPE) color A1 (n=5). Para la primera fase los especímenes fueron fotoactivados pre calentadas a las temperaturas de 0, 10, 20,

30 y 40 °C; en la segunda fase las resinas compuestas fueron refrigeradas, luego de esta etapa se retiraron y se esperó los tiempos de 0, 10, 20 y 30 minutos antes de la fotoactivación. Se utilizó la lámpara Bluephase® C8 (Ivoclar Vivadent) con una intensidad de 600 mW/cm<sup>2</sup> para la fotoactivación. Para obtener los datos de microdureza se utilizó un microdurómetro Vickers MMT (Buehler). Se realizó la prueba de ANOVA/Tukey para analizar los datos obtenidos. En los Resultados, a mayor temperatura de las resinas, mayor microdureza superficial. Se encontró que a partir de 20 °C ambas resinas compuestas presentaron los mayores valores de microdureza superficial cuando se compararon con las temperaturas de 0, 10 °C ( $p < 0.05$ ). No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de 20, 30 y 40 °C ( $p > 0.05$ ). Los valores de microdureza superficial de la resina compuestas refrigerada a 0 minutos o 10 minutos fueron menores que a los 20 minutos y 30 minutos ( $p < 0.05$ ). No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos 20 y 30 minutos ( $p > 0.05$ ). Éste trabajo concluyó que la temperatura de las resinas compuestas debe ser mayor a 20°C para su fotoactivación. Cuando las resinas compuestas son refrigeradas se debe de esperar al menos 20 minutos antes de su fotoactivación. (19)

**López Carmen; (Perú 2015);** “Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio in vitro”; En resumen, las propiedades físicas de las resinas compuestas son muy importantes por ello el objetivo del presente estudio fue comparar la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas, aplicadas en bloque – in vitro. La metodología para la muestra se elaboraron bloques cilíndricos de 8mm de diámetro por 4 mm de altura, 10 fueron elaborados con resina nanohíbrida Sonic Fill™ (resina A) y

10 con la resina Tetric Evoceram® BulkFill (resina B), siendo polimerizadas por LED a 20 segundos para luego ser almacenadas en suero fisiológico a 37°C durante 24h. Se realizó la medición de la microdureza de todas las muestras con un microdurómetro aplicando una carga de 500gr por 10 segundos para finalmente ser observados en un microscopio a 20x. En cada muestra se realizó cinco indentaciones sacando un promedio para el resultado final de cada muestra. Los datos fueron sometidos a la prueba T-Student con un nivel de confianza de 95%. Los resultados mostraron que el grupo de resina compuesta nanohibrida A presentó un promedio de microdureza superficial de 72.78, mientras que el grupo de la resina nanohibrida B presentó un promedio de microdureza de 51.54. Los datos mostraron un  $p=0.000$  siendo estadísticamente significativa entre las resinas evaluadas. Se concluyó que la resina compuesta nanohibrida A fue la que presentó mayor valor de microdureza respecto a la resina nanohibrida B. (20)

### 2.3 ANTECEDENTES REGIONALES DE ESTUDIOS REALIZADOS

**HUAVIL, Kiabet; NIEVES, Liseth. (Perú 2019);** “Microdureza superficial entre dos resinas compuestas a base de zirconia, según el momento del pulido: estudio in vitro”. El objetivo es determinar la microdureza superficial entre dos resinas compuestas a base de Zirconia según el momento de pulido, estudio in vitro. Metodología la muestra estuvo conformada por 32 bloques cilíndricos de 6mm de diámetro por 6mm de altura de los cuales 16 bloques fueron elaborados con resina VITTRA APS (FGM) y 16 bloques con resina FORMA (ULTRADENT). Estas muestras a su vez fueron subdivididas en 2 grupos según el momento de pulido, es decir 8 muestras pulidas inmediatamente después de la preparación de la muestra y 8 muestras fueron pulidas después de las 24 horas de preparadas las muestras, El pulido se realizó con discos de óxido de aluminio (Sof-lex) de grano grueso a grano fino, Por último, se realizó la medición de la dureza superficial de los grupos mediante el ensayo Vickers. Se realizó la Prueba de T – Student, Anova y Tukey. Los resultados estadísticos de la resina compuesta FORMA – ULTRADENT de pulido inmediato, se halló la Media = 38.68, la Moda = 32.89, como valor Mínimo 32.89 y Máximo de 42.58; así mismo en los resultados estadísticos con la misma resina compuesta, pero pulido después de 24 horas; se halló la Media = 32.50, la Moda = 32.96, como valor Mínimo 26.75 y Máximo de 38.85, de la misma forma en los resultados estadísticos de la resina compuesta VITTRA – FGM de pulido inmediato, se halló la Media = 37.34, la Moda = 32.50, como valor Mínimo 32.50 y Máximo de 44.92; así mismo en los resultados estadísticos de la misma resina compuesta, pero pulido después de 24 horas; se halló la Media = 35.49, la Moda = 32.45, como valor Mínimo 32.45 y Máximo de 42.78. En conclusiones los valores

encontrados mostraron que la Resina VITTRA - FGM al pulido inmediato mostró una media de 37.3375HV y pulido después de 24 horas la media de 35.4863HV siendo más estable en comparación de la resina FORMA – ULTRADENT al pulido inmediato obtuvo la media de 38.6825HV y pulido después de 24 horas una media de 32.50 siendo menos estable. (21)

## **2.4 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS**

### **2.4.1 RESINA COMPUESTA CON NANOTECNOLOGÍA:**

#### **2.4.1.1 HISTORIA DE LAS RESINAS**

Las resinas compuestas aparecieron en 1962 gracias a Bowen que trabajo combinando las ventajas que ofrecían las resinas epóxicas con acrilatos, además creó una molécula compuesta llamada BIS-GMA siendo un 16 híbrido que en su segmento central tiene una parte de molécula epóxica y metacrilato que vienen de resinas acrílicas. Además, propuso que para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de este material a la matriz orgánica se le aumentara relleno inorgánico usando un agente acoplante como el silano. Además, sugirió que las resinas compuestas son biomateriales restauradores plásticos conformados por dos materiales diferentes de químico acoplados por un agente de diferente naturaleza. (22). A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (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. (23)

#### 2.4.1.2 DEFINICION

La resina compuesta es un material sintético tridimensional que se forma por la unión de dos materiales químicamente diferentes, al ser mezclados forman un compuesto heterogéneo, de materia sólida. (24)

También definen a las resinas como un Material restaurador de uso odontológico que está compuesta por tres materiales químicamente diferentes: la matriz orgánica o fase orgánica; la matriz inorgánica, material de relleno o fase dispersa; y un órgano-silano o agente de unión entre la resina orgánica y el relleno cuya molécula posee grupos silánicos en un extremo. (25)

#### 2.4.1.3 COMPONENTES DE LAS RESINAS

Para (Mount & Hume, 1999) los composites presentan:

- Una resina orgánica que forma la matriz
  - Un relleno inorgánico
  - Agente de acoplamiento
  - Sistema iniciador de fraguado o polimerización
  - Estabilizadores o inhibidores
- Pigmentos. (26)

#### **Matriz Orgánica.**

**kenneth J (2004);** Ante la necesidad de mejorar las propiedades de las resinas y obtener una matriz adecuada para las resinas compuestas se combinó una resina epóxica y una resina de metacrilato, concepto que es aplicado en la actualidad y que fue aporte de Bowen. Los puntos de reacción que presentaba la molécula epóxica fueron reemplazadas por

grupos metacrilato, este grupo ayuda a que se produzca la polimerización en resinas de acrílicas de autocurado (kenneth j., 2004)

Estos compuestos de resinas, la mayoría contiene el Bis- GMA (bisfenol-A-glicidil metacrilato) un monómero muy viscoso que fue obtenido por Bowen, para (Chain & Baratieri (2001); era necesario adicionar monómeros diluyentes como TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato), EGDMA (dimetilacrilato de etilenglicol) y HEMA (hidroxietilmetacrilato) con el fin de reducir la viscosidad de los monómeros Bis- GMA, incluso estos son los responsables de la facilidad de la manipulación, pero (Barrancos, 2007) señala que estos monómeros diluyentes afecta al factor de contracción en la polimerización de las resinas. (Sarrett, 2005) Señala que esta molécula Bis- GMA, tiene dos grupos hidroxilos que producen la sorción de agua, la demasiada sorción de agua tendrá como resultado una potencial degradación hidrolítica. (26)

### **Relleno inorgánico.**

**kenneth J (2004)** Estos son los responsables que eviten la deformación por lo que deben estar en una concentración alta. (RODRIGUEZ & PEREIRA, 2008) Indica que son estos los que confieren las propiedades a las resinas, reduciendo en contracción de la polimerización, sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, es decir entre mayor relleno, bajo será el coeficiente de expansión térmica y como resultado a este el aumento a la resistencia, la tracción, compresión y abrasión, aumentando el módulo de elasticidad. Además, ayudará a que la resina sea más estable evitando la filtración marginal, las cantidades que se encuentra en una resina esta

entre 70-80%. Según (Macorra, 1999) este es un parámetro con dos alternativas. El primero, el alto porcentaje de relleno inorgánico ayuda en la polimerización, las partículas se contactan entre sí, al contraerse la matriz de la resina. Segundo, a mayor porcentaje de relleno la cantidad de resina es menor y a la vez la contracción es menor. Pero el estrés no y resultará ser más rígida., este es un factor en contra. (Vaca, y otros, 2003) (kenneth j., 2004) (RODRIGUEZ & PEREIRA, 2008). Las partículas de relleno pueden ser cuarzo cristalino que son dos veces más duras y menos susceptibles a la erosión a diferencia del vidrio, sílice fundida, y para obtener radiopacidad se añade oxido de bario estroncio o zinc. (6)

#### **Agente de acoplamiento.**

**Mount & Hume, (1999);** Señala que el agente de acoplamiento, es un agente silánico que une la matriz de resina con el relleno, además es la encargada de la longevidad del composite, si se pierde este agente el resultado será el daño de la superficie del material. (26)

(RODRIGUEZ & PEREIRA, 2008) Añade que el silano es el que ayuda en las propiedades físicas y mecánicas, ayuda en el impedimento del paso del agua a la interfase Bis-GMA con el relleno. (6)

#### **Sistema iniciador de polimerización:**

Según **RODRIGUEZ & PEREIRA (2008);** para que inicie este proceso, en las resinas compuestas debe tener radicales libres, esta reacción depende de la resina, es decir en las resinas auto-curadas proviene de dos pastas, la cual el activador químico es una amina terciaria aromática y un iniciador en este caso el peróxido de benzoilo. Y en el caso de las resinas

fotocuradas proviene de la luz que activa un iniciador de la resina como las canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas, la cantidad de luz debe estar con una longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros de luz visible.

(6)

**García, Martínez, Cabanes, Escribano, & Galve (2006)** Añade que las lámparas de luz LED azules que se sitúa entre 440-500nm de longitud de onda, esta será mayor cuando emite un fotón y será absorbida por la canforoquinona en comparación de la lámpara halógena.

### **Estabilizadores o inhibidores**

**Carillo & Monroy (2009)**; Señala que estos son compuestos que ayuda a prevenir una polimerización anticipada de la resina el más utilizado es el Titerciarbutil fenol (BHT) la concentración utilizada está en 0,1% además de esto ayuda a la estabilidad del color por largo tiempo.

### **Pigmentos**

Lanata dijo que aumentar cantidades pequeñas de óxidos inorgánicos se puede lograr diferentes tonos de colores dentales que van 18 desde el amarillo hasta el gris. Los fabricantes para lograr los diferentes tonos utilizan composites muy pigmentados con un tono universal que al mezclarlos obtienen tonos distintos al de la gama normal.

#### **2.4.1.4 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS:**

- Resistencia al Desgaste
- Textura Superficial
- Coeficiente de Expansión Térmica

- Sorción Acuosa y Expansión Higroscópica.
- Resistencia a la Fractura
- Resistencia a la Compresión y a la Tracción
- Módulo de elasticidad.
- Estabilidad del color
- Radiopacidad
- Contracción por Polimerización (Hervas Garcia, Martinez Lozano, Cabanes Vila, & Barjau Escribano, 2006).

#### **2.4.1.5 -ÑCLASIFICACIÓN CRONOLÓGICA DE LAS RESINAS:**

**Tauquino**, dijo que esta clasificación se caracteriza en función del tiempo, es decir cronológicamente, en donde por sus características, dependiendo de los materiales y de los avances tecnológico fueron desarrollándose:

- Primera generación
- Segunda generación
- Tercera generación
- Cuarta generación
- Quinta generación
- Sexta generación

#### **PRIMERA GENERACIÓN:**

Tauquino, mencionó en forma cronológica que las resinas pioneras en el mercado tuvieron (BIS-GMA) en su fase orgánica, tienen formas de esferas o a su vez prismas que son vidrio, esto le da mayor resistencia al desgaste, la desventaja se encuentra en el pulido ya que se pigmentan con rapidez. Actualmente las resinas de esta generación están fuera del mercado.

## **SEGUNDA GENERACIÓN:**

Las resinas de esta generación tenían micropartículas con un promedio de “0.04um”. En la actualidad los tamaños son mayores “0.05 a 0.01 um” y de diferentes formas de dispersión coloidal invisibles al ojo humano. También anunció que al agregar partículas coloidales el material se vuelve viscoso y con cierta dificultad en su manejo por esta razón se han creado formas de realizarlas sin cambiar la propiedad física y mejorando el pulido a la vez disminuyendo la resistencia a desgaste con el aumento de matriz orgánica según Tauquino,

## **TERCERA GENERACIÓN:**

Esta generación se encuentra los híbridos donde se incorpora la fase orgánica diversos tamaños como micropartículas que mejora la textura superficial, el pulido lo que era anteriormente un problema por las macropartículas debido a que estas al no poder pulirlas dejaban superficies rugosas expuestas a la acumulación de placa y pigmentos según Tauquino.

## **CUARTA GENERACIÓN:**

Tauquino, 4 dijo que este grupo de resinas compuestas tienen un elevado porcentaje de refuerzo inorgánico con base de vidrios metálicos y cerámicos indicadas como resinas compuestas para el sector posterior.

## **QUINTA GENERACIÓN:**

Estas resinas están indicadas para el sector posterior y se utilizan de forma indirecta procesadas con presión y calor o combinándola también con luz. Tauquino.

## **SEXTA GENERACIÓN:**

Generación en la que se encuentran las resinas compuestas microhíbridas estas resinas tienen una variabilidad de colores permitiendo adoptar un color natural similar al de los dientes, además de dar mayor durabilidad y menos contracción al momento de polimerizarlas, obteniendo un pulido y óptimo acoplamiento, además la capacidad de erosión y abrasividad de estas resinas eran similares a la de los dientes, son utilizadas tanto en sector anterior como posterior. Según Tauquino.

### **2.4.1.6 CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS DE ACUERDO AL TAMAÑO DE SUS PARTÍCULAS**

Botto, dijo que esta clasificación se realiza de acuerdo al tamaño de las partículas, que parten desde macropartículas, micropartículas hasta las de nanopartículas:

- Resinas compuestas de macrorelleno
- Resinas compuestas de microrelleno
- Resinas compuestas híbridas
- Resinas compuestas microhíbridas
- Resinas compuestas de nanorelleno
- Resinas compuestas nanohíbridas

#### **Resinas compuestas de macrorelleno:**

Botto, dijo que el promedio de las partículas de relleno estaba entre “10-20um” y también se podía encontrar partículas de hasta “100um”, a pesar de las buenas propiedades de este material su uso

decaió por su baja resistencia al desgaste y además presentaba baja estética por su rugosidad superficial y el pulido dificultoso ya que se pigmentaba con facilidad.

#### **Resinas compuestas de microrelleno:**

Botto, Explicó que las resinas de microrelleno aparecieron para resolver problemas que presentaban las resinas de macrorelleno, los tamaños de sus partículas tenían un promedio de “0.4um” con un rango de “0.01-0.05um”. pero el bajo relleno inorgánico de sus propiedades mecánicas no se las usaba en zonas de gran necesidad como caras oclusales del sector posterior.

#### **Resinas compuestas híbridas:**

Entraron al mercado para unir las propiedades mecánicas, físicas y de pulido tanto de la resina de macro y 22 microrelleno obteniendo partículas de relleno de dos tamaños “15-20um y 0.01-0.05um”. Según Botto,

#### **Resinas compuestas microhíbridas:**

Botto, mencionó que este tipo de resina se fabricó para mejorar propiedades estéticas conservando propiedades mecánicas, el tamaño de las partículas “0.04-0.9um” estas permiten una mejor superficie y buena resistencia mecánica por esto son usadas en sector anterior y posterior.

### **Resinas compuestas de nanorelleno:**

En el relleno inorgánico de estas resinas encontramos partículas esféricas de nanorelleno de estroncio vítreo cuyo tamaño es de “5nm y 100nm” por su gran contenido de partículas tanto las propiedades mecánicas como las de pulido mejoran para ser utilizadas en el sector anterior y posterior. Botto.

### **Resinas compuestas nanohíbridas:**

Botto, dijo que las resinas compuestas híbridas tienen nanopartículas de circonio, sílice o nanosílice con un tamaño de “5nm y 100nm”. Sugirió que, para mejorar las propiedades como la buena capacidad de pulido, mejor estética, reducida contracción de polimerización y gran resistencia mecánica se puede añadir partículas de tamaño mayor “0.6um a 1um”.

## **CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

### **1. De acuerdo a la Norma 27 de la ADA.**

- **Clase A:** Material recomendado por el fabricante para usarse en restauraciones que involucren caras oclusales.
- **Clase B:** Material recomendado para todos los demás usos.
- **Tipo I:** De reacción química o quimiopolimerizables (autopolimerizables).
- **Tipo II:** De activación por energía externa de la luz azul o fotopolimerizables y la polimerización dual. (27)

## **2. En función del tamaño y la distribución de las partículas de relleno:**

**Resinas compuestas tradicionales:** Este grupo de resinas se desarrolló durante los años 70s y se modificó ligeramente a lo largo de los años. Estas resinas compuestas tradicionales también se llaman resinas compuestas convencionales o de macrorelleno, debido a que su uso ya no está tan extendido. El relleno que se utiliza con mayor frecuencia es el sílice amorfo pulverizado y el cuarzo. Hay una distribución muy variada de los tamaños de las partículas de cuarzo. Aunque el promedio es de 8 a 12 $\mu$ m, hay partículas de hasta 50 $\mu$ m. La carga de relleno es por lo general del 70 al 80% en peso o del 60 al 70% de volumen. La principal desventaja clínica de las resinas compuestas tradicionales es la superficie rugosa que se produce como consecuencia del desgaste por abrasión de la matriz de resina blanda.

**Resinas compuestas de partícula pequeña:** Se redujo el tamaño de las partículas inorgánicas de relleno en un rango de 0,5 a 3 $\mu$ m, aunque con una distribución excesivamente amplia en los tamaños. Esta amplia distribución de las partículas de relleno facilita una gran carga de relleno y las resinas compuestas de partícula pequeña (PP) contienen más relleno inorgánico (80-90% en peso y 65-77% en volumen) que las resinas compuestas tradicionales, estas se encuentran en desuso.

**Resina compuesta híbrida:** Combina relleno pequeño o tradicional con los microrellenos (partículas de tamaño menor a la micra o partículas de relleno coloidales). Cualquier resina con dos o más

tamaños de relleno se puede considerar como híbrida. Las resinas compuestas del futuro que contienen fibras y/o rellenos de nanopartículas se pueden clasificar de la misma manera. Las resinas compuestas híbridas empleadas con mayor frecuencia a partir del año 2000, normalmente se refieren a aquellas que contienen rellenos con un tamaño medio de partícula de aprox.  $0.5$  a  $1.0\mu\text{m}$  junto con un 10 a 15% de microrelleno. También se describen dos categorías especiales de híbridos que varían respecto a su definición: las resinas compuestas fluidas y las resinas compuestas condensables. (28)

**Resina compuesta microhíbrida:** Resultan de la combinación de resinas híbridas,

con resinas de microrelleno.

- Sus usos: Restauraciones estéticas anteriores y posteriores.

- Ventajas: Pequeño tamaño de la partícula, alta resistencia, alta resistencia al

desgaste, pulibilidad mejorada, mayor rango de colores (esmalte translúcido y dentina opaca).

Desventajas: Mas contracción de polimerización que las empacables, menor resistencia al desgaste que las empacables, menos lustrosas que las de

microrelleno. (29)

**Resinas compuestas de microrelleno:** Estas partículas tienen un tamaño individual aproximado de  $0.04\mu\text{m}$  (40nm), presenta una apariencia superficial muy suave similar a la obtenida con las restauraciones directas de las resinas acrílicas sin relleno. El concepto

de resina compuesta de microrelleno alude al refuerzo de la resina gracias a este tipo de relleno. Las resinas de microrelleno tienen una fracción volumétrica de relleno inorgánico mucho más baja que las resinas convencionales o de partícula pequeña, no se contraerán tanto como cabe esperar debido al volumen de la resina total. La limitación mayor de estos materiales es que la unión entre las partículas de resina compuesta y la matriz de resina que va a fraguar durante la restauración clínica es relativamente débil, la mayoría de las resinas compuestas de microrelleno no son adecuadas para superficies con grandes tensiones.

**Resinas compuestas condensables:** Para las restauraciones de las zonas posteriores.

**Resinas fluidas:** Resina compuesta híbrida con un bajo nivel de relleno y con una distribución más restringida de tamaños de partícula que aumenta la fluidez y favorece una adaptación más íntima con las superficies preparadas de los dientes. (28)

**Resinas de nanorelleno:** Utilizan nanorelleno en combinación con partículas híbridas y en este caso específico, los productos se denominan *nanohíbridas* (20- 25nm). Tienen las propiedades mecánicas de las microhíbridas, pero superficies más suaves y brillantes.

Ventajas: Carga de relleno aumentada, menor contracción a la polimerización, desgaste reducido, resistencia y módulo de elasticidad adecuada, pulibilidad y retención de brillo mejorada. (29).

## **TIPOS DE NANOPARTÍCULAS APLICADAS EN ODONTOLOGÍA**

### **Nanopartículas de Sílice**

En la última década, las nanopartículas de Sílice, por ejemplo, Aerosil (Degussa), HDK (Wacker), y Cab-O-Sil (Cabot Corp.) se han propuesto como rellenos a nanoescala para mejorar las resinas dentales. Estos pueden mejorar el comportamiento reológico, resistencia al rayado / abrasión y dureza superficial de los productos finales. Las partículas de sílice del tamaño de nanómetros se han agregado a algunos adhesivos para reforzar el adhesivo y así producir mayores fuerzas de unión. Sin embargo, el efecto fortalecedor de los rellenos en adhesivos es incierto porque no está claro si estos rellenos realmente pueden penetrar en las redes de colágeno desmineralizado, ya que el espacio interfibrilar de las redes de colágeno está dentro del rango de 20nm, mientras que las partículas de relleno tienen un tamaño de aproximadamente 40nm.

### **Nanocristales**

Nanocristales de nitrato de potasio, sales de calcio solubles en agua, fluoruro de calcio e hidroxiapatita sustituida con carbonato han sido propuestas como sustancias activas para el tratamiento de la sensibilidad dentinaria, remineralización de las superficies dentales e inhibición de la caries. Los nanocristales se pueden formular como compuestos para la higiene bucal o dental, como soluciones, suspensiones, aceites, resinas u otros productos sólidos. El efecto mejorado de los nanocristales en comparación con sus polvos se puede explicar por su pequeño tamaño, lo que les permite infiltrarse y penetrar en los túbulos dentinarios o superficies porosas de los dientes, formando un depósito terapéutico.

### **Cerámica moldeable Nano optimizada**

Para optimizar la cerámica moldeable, algunos materiales basados en Nanotecnología pueden ser usados.

De esta manera, nanorellenos y nanopigmentos podrían ser utilizados para mejorar la capacidad de acabado, pulido y reducir el desgaste, ajustar el color de los rellenos a los dientes restantes, y aumentar la estabilidad del material y evitar que se pegue a los instrumentos. (30)

### **Nanopartículas metálicas**

Las nanopartículas metálicas, de menos de 100nm, se han estudiado ampliamente debido a su singularidad y características fisicoquímicas con mayor actividad catalítica y antimicrobiana en comparación con los metales a granel. Los principales riesgos para la salud relacionados con el uso de tales partículas consisten en citotoxicidad, translocación a células no deseadas, imprevisibilidad, y preocupaciones de seguridad indeterminadas. Algunas nanopartículas de metal como Cobre, Cobalto, Óxido de Titanio y Óxido de Silicio mostraron una mayor toxicidad debido a su aumento de área superficial, causando efectos inflamatorios en las células. (30)

Las nanopartículas metálicas son las más prometedoras ya que muestran buenas propiedades antibacterianas debido a su gran área de superficie a relaciones de volumen, lo que atrae el creciente interés de los investigadores debido al aumento de la resistencia microbiana contra los iones metálicos, los antibióticos y el desarrollo de cepas resistentes. (31)

#### **3.6.5 Nanopartículas de Oro (NPs Au)**

El oro ha mostrado un efecto antimicrobiano débil o nulo contra muchos microorganismos. Algunos grupos de investigación han informado que las

mezclas de nanopartículas de oro con antibióticos dan como resultados materiales con propiedades bactericidas mejoradas. El efecto ha sido comparado con antibióticos tales como la Mupirocina. (32)

### **Nanopartículas de Plata (NPs Ag)**

La plata se ha utilizado desde la antigüedad para controlar la infección. Plata, iones de plata, y los compuestos de plata tienen una fuerte actividad antibacteriana contra diferentes microorganismos, incluida *Escherichia Coli*. La toxicidad de los compuestos de plata, incluso a bajas concentraciones, ha sido una cuestión de discusión. (30)

La introducción de materiales restauradores antibacterianos posiblemente puede ayudar a superar las limitaciones de los materiales restaurativos contemporáneos.

Los materiales de ortodoncia que contienen plata, adhesivos, resina compuesta, materiales de revestimiento suave de la dentadura han sido investigados recientemente. (32)

La incorporación de nanopartículas de plata (NPs Ag) disminuye o aumenta la resistencia a la flexión de la base de la prótesis acrílica de curado térmico siendo influenciadas por la concentración de nanopartículas de plata (NPs Ag). Numerosos investigadores han estudiado las nanopartículas de plata (NPs Ag) y su contenido en propiedades antifúngicas y antibacterianas en la base de prótesis realizada con resina acrílica. Sugirieron que estas nanopartículas sirven como buenos agentes antifúngicos y antibacterianos. (33)

## 2.4.2 RESINAS COMPUESTAS USADAS EN EL ESTUDIO

### RESINA VITTRA APS-FGM

**Nanoparticulada:** Vittra APS está compuesta totalmente de cargas nanométricas (100 – 200 nm). Las nano-esferas de un complejo de silica-zirconia le confieren al composite mejor desempeño mecánico, mayor resistencia al desgaste y estética que se traduce en mejor brillo y pulido. Las cargas también influyen en la viscosidad, dando mayor fluencia en el manoseo.

**Capacidad de pulido, alto brillo y resistencia al desgaste:** el alto brillo, pulido y el mantenimiento de éstos son directamente influenciados por las partículas nanométricas de zirconia, que poseen forma esferoidal con gran simetría. El tamaño nanométrico y el formato de las partículas de carga le dan a la superficie una gran capacidad en resistir a impactos y procesos abrasivos, puesto que tales partículas no poseen “rincones vivos” y así no son fácilmente quitados del composite. Esta característica combinada con una matriz polimérica altamente resistente le confiere al producto alta resistencia al desgaste y consecuentemente mantenimiento de la lisura y brillo.

**Sistema APS:** el innovador sistema de curado permite optimizar el grado de conversión y profundidad de curado del material, resultando en una matriz polimérica de alta resistencia. En el caso de Vittra APS, otra ventaja clínica y notable: el composite presenta mínimo cambio de color visual de antes para después del fotocurado, lo que permite mejor previsibilidad del resultado durante la elección del color.

**Estabilidad bajo luz ambiente:** otro beneficio del sistema APS es la menor sensibilidad de las resinas a luz ambiente o del reflector. Eso permite que los incrementos sean debidamente esculpidos con tranquilidad sin que haya cambio de la viscosidad del material a lo largo del proceso.

**Resina libre de Bisfenol-A:** siguiendo una tendencia europea y preocupándose con posibles efectos nocivos que algunos monómeros pueden traerle al organismo, FGM lanza la primera resina brasileña libre de Bis-Fenol A (BPA), sustancia tóxica banida en diversas aplicaciones. Vittra APS y libre de Bis-GMA, Bis-EMA y Bis-DMA, monómeros que pueden contener rasgos de BPA o entonces que pueden liberarlo si sufren degradación. Y la tecnología en favor de la salud.

**Sistema de colores y opacidades:** con un número de colores reducido, pero consistente, Vittra APS tiene disponible los colores más utilizados en restauraciones divididos en 5 diferentes niveles de opacidad que permitirán realizar restauraciones sencillas y también complejas.

**Fluorescencia:** fluorescencia es la capacidad que el diente tiene de absorber radiación ultravioleta (tipo luz negra) y emitir esa radiación en el haz de luz visible con un aspecto azulado. Así, es importante que el material restaurador posea esa propiedad compatible con el esmalte dentario para que el resultado estético sea lo más natural posible. Resinas no fluorescentes son detectadas como un área oscura cuando expuestas a luz ultravioleta.

**Opalescencia:** la opalescencia es una propiedad óptica del esmalte, observada principalmente en las bordas incisales y está relacionada a su

capacidad de transmitir selectivamente las ondas largas del espectro, dándole al esmalte.

<b>Categoría</b>	<b>Colores</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo de Fotocurado*</b>	<b>Translucidez (%)</b>
<b>Dentina</b>	DA0 DA1 DA2 DA3 DA3,5 DA4 DA5	2g 4g 4g 4g 4g 2g 2g	40s	45 – 50
<b>Esmalte</b>	EA1 EA2 EA3 EB1 E-Bleach	4g	20s	55 – 60
<b>Efecto Translúcido</b>	Trans OPL Trans N	2g	20s	72 – 76 80 – 84
<b>Valor</b>	VM VH	2g	20s	72 - 79

**Tabla N°2:** Variedad de colores de la Resina VITTRA – FGM

\*Considerando aparato de fotocurado con potencia de 450mW/cm<sup>2</sup> y largo de onda de 400 500um

## **RESINA HERCULITE PRÉCIS - KERR**

### **A) DESCRIPCION:**

compuesto dental de base contracción vidrio de bario y nanopartículas que lo convierten en un material que tiene el tamaño ideal para incrementar la carga de relleno de modo que el desprendimiento de partículas o desgaste natural no representa ningún problema se puede pulir muy fácilmente y retiene muy bien el brillo.

## **B) CARACTERISTICAS:**

### **Relleno Prepolimerizado (PPF):**

- En nuestra PPF patentada se combinan una resina de baja concentración, vidrio de bario y nanopartículas, que lo convierte en un material que tiene el tamaño ideal para incrementar la carga de relleno, de modo que el desprendimiento de partículas o desgaste natural no representa ningún problema
- Se puede pulir muy fácilmente y retiene muy bien el brillo
- Mejores características de manejo
- Menor contracción de polimerización

### **Nanorelleno de silica (20-50nm)**

- Pulido mejorado
- Menor contracción
- Manejo optimo

### **Relleno de point 4: (Relleno de vidrio de bario de 0,4 um tamaño promedio)**

- Durabilidad clínicamente comprobada
- Pulido clínicamente comprobado

## **C) VENTAJAS Y BENEFICIOS:**

### **Introducción a los nano-rellenos:**

Los resultados muestran un extraordinario pulido y un mayor y duradero brillo simulando una estética natural.

### **Estética mejorada:**

Una opalescencia y fluorescencia natural para obtener una vitalidad natural en las restauraciones

### **Manipulación mejorada:**

Material no pegajoso y que no se derrumba con una gran esculpibilidad y adaptación al diente natural

**Alta resistencia mecánica:**

Para una mayor duración y confianza en los estándares de la marca Herculite (9)

**RESINA BRIGHT LIGHT**

**a) descripción**

Composite microhibrido fotopolimerizable es un material de obturación versátil tanto para restauraciones anteriores como posteriores. Su consistencia garantiza la facilidad en su aplicación y su pulido de alto brillo aumenta la resistencia a la placa. Su material de relleno de alta carga se traduce en excelentes propiedades físicas tales como la alta resistencia a la tracción diametral.

Debido a la muy baja absorción de agua BRIGHT LIGHT demuestra una estabilidad de color duradera en comparación con otros materiales de restauración. Además, los bajos valores de absorción de agua mantienen sus excelentes propiedades físicas durante un largo período de tiempo.

**b) Indicaciones**

- ✓ Restauraciones anteriores y posteriores
- ✓ Restauraciones I - V
- ✓ Carillas veneers directas

**c) Características - Ventajas**

- ✓ Excelentes características de manejo
- ✓ Muy buena adaptación marginal
- ✓ Muy alta resistencia a la fractura

- ✓ Alta resistencia al desgaste
- ✓ Excelente pulido gracias a sus finas partículas
- ✓ Efecto camaleónico muy estético
- ✓ Altamente radiopaco
- ✓ No pegajoso (26)

### 2.4.3 SISTEMA DE MEDICIÓN

Hay diversos sistemas para medir la dureza. Todos se basan en el mismo principio ya descrito. La diferencia entre ellos radica en el tipo de penetrador utilizado. El cálculo se hace aplicando fórmulas apropiadas o simplemente consultando tablas ya confeccionadas. Los más utilizados son:

**Sistema Brinell:** se emplea como penetrador una pequeña esfera de acero. Para obtener el número de dureza de Brinell se relaciona la carga aplicada con la superficie con la superficie de la huella, que tiene una proyección circular y cuyo diámetro se mide con un microscopio. Tiene dos inconvenientes: el primero es que no sirve para materiales frágiles, ya que producir la huella representa superar bastante el límite proporcional, lo que no es posible en ese tipo de materiales. El otro inconveniente es que no tiene en cuenta la recuperación que se produce en el material después de 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 tiende la superficie a volver a su forma original. (34)

**Sistema Rockwell:** es similar al Brinell, pero con él en lugar de medirse la superficie de la huella se mide la profundidad de la penetración. Ofrece menos garantías de exactitud pero el ensayo es más rápido y fácil de llevar a efecto. Métodos más exactos son los basados en el empleo de indentadores de diamante tallado en formas especiales. (34)

**Sistema Vickers:** Emplea un diamante de forma piramidal con ángulo de  $136^\circ$  que al aplicarle una carga variable, deja una huella de forma cuadrangular donde se miden las diagonales y se promedian. Con estos valores el número de dureza superficial se obtiene de un cuadro. La huella dejada es muy pequeña y permite realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles. Por eso se le utilizó para medir la dureza superficial de la estructura dentaria. Sin embargo, la prueba de Vickers presenta los mismos inconvenientes que la Brinell en lo que respecta a la medición de materiales que experimentan recuperación elástica. (34)

#### ✓ *Operación del probador Vickers*

La operación consiste en colocar el espécimen en el yunque, para después aplicar la carga lentamente, las medidas de las diagonales de la indentación se efectúan con ayuda de un objetivo del microscopio incorporado al microdurómetro. Se calcula el área de la superficie de la muesca que forma una pendiente y posteriormente el microdurómetro da automáticamente el valor Vickers. (35)

Cuanto menor sea la indentación, mayor será el número y más duro será el material. (36)

Las ventajas del método Vickers son: Aproximación en la repetibilidad de la indentación, también, es un método rápido y útil para muestras delgadas; y un solo tipo de indentador se utiliza para todos los tipos de metales y superficies tratadas.

Su desventaja recae en lo lento que resulta preparar la superficie de la muestra a ser analizada.

El cálculo del número Vickers es:

P: Carga aplicada (medida en kg/f).

d<sup>2</sup>: Área de la indentación (medida en milímetros cuadrados).

La carga aplicada se especifica cuando se proporciona HV. El microscopio para la lectura de la indentación tiene una tolerancia de más o menos 1/1000 de milímetro. (37)

Las medidas de las diagonales para determinar el área son promediadas. La designación correcta Vickers es el múltiplo seguido por HV. Las cargas pueden ser de un gramo hasta 1kg para pruebas de microdureza Vickers. (37)

**Sistema Knoop:** el indentador es un diamante tallado también en forma piramidal, pero con las aristas longitudinales formando un ángulo de 172.5° y las transversales, de 130°. De esta manera la huella dejada sobre el material en estudio tiene una forma romboidal con una diagonal mayor debido a que en su nivel la recuperación elástica que se produce no tiene tanta importancia (una pequeña recuperación en la longitud grande no altera el resultado apreciablemente). (38)

Con estos dos últimos métodos, igual que con Brinell, el número de dureza (VHN y KHN, respectivamente) se calcula relacionando la carga, que puede variar según el material ensayado entre algunos gramos y uno o dos kilogramos, con la superficie de la huella. Ambos son llamados también pruebas de microdureza debido al tamaño de la carga y el indentador y como las utilizamos para medir la dureza superficial de un cuerpo, es que utilizamos el término de microdureza superficial. (39)

## 2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**RESINA COMPUESTA:** Mezcla entre una resina (matriz orgánica) y un relleno inorgánico químicamente es un monómero llamado Bisfenol A – Metacrilato de glicidilo (BIS- GMA), siendo la unión entre una resina epóxica y una vinílica. Ray L. Bowen (1962). Esta mezcla de material orgánico y material inorgánico tratado con un silano orgánico funcional para poder unirse con el orgánico es lo que recibe el nombre de resina compuesta. La norma que corresponde a este grupo de materiales es la norma 27 de la ADA (American Dental Association). (40)

**DUREZA:** La definición más corriente de sustancias duras y blandas se refiere a su resistencia relativa y a la indentación. Por consiguiente, la dureza es una medida de la resistencia a la deformación plástica y se mide como la fuerza por unidad de superficie de indentación. (41)

**MICRODUREZA:** El término de microdureza se refiere a las huellas dejadas por el indentador sobre las superficies de los materiales que se estudian la cual será observada con la ayuda de un microscopio.

**FUERZA:** Resistencia o solidez que presenta un cuerpo. (41)

**NANOTECNOLOGIA:** Tecnología que se dedica al diseño y manipulación de la materia a nivel de átomos o moléculas, con fines industriales o médicos, entre otros. (41).

Se puede definir como "El estudio de los materiales o estructuras muy pequeños"  
(42)

**INDENTACIÓN:** Muesca escotadura, depresión. Marcas dejadas por las piezas dentarias en la mucosa del borde de la lengua, del labio o de la zona yugal. Huella, depresión dejada en la superficie de un material que es sometido a una prueba de dureza. (41)

**NÚMERO DE VICKERS:** En la prueba de Vickers, el valor de la dureza es la razón de la carga aplicada al área de indentación. Dichas cargas son de 5 a 120kgs con incrementos en 5kgs.

El método emplea un indentador de diamante en forma de pirámide de base cuadrada con  $136^\circ$  en la punta. Tal penetrador se aplica lenta y perpendicularmente a la superficie cuya dureza se desea medir, bajo la acción de una carga P. Esta carga se mantiene durante un tiempo determinado, después del cual se retira y se mide la diagonal (d) de la impresión que queda sobre la superficie de la muestra. La dureza de Vickers, expresada como HV se define como la relación entre la carga aplicada expresada en kgs -fuerza y el área de la superficie lateral de la impresión. (43, 44)

**RESINAS HIBRIDAS:** Este tipo de resinas son una mezcla de las de micropartículas y las de macropartículas. Estas resinas están compuestas en su matriz inorgánica por partículas de sílice muy pequeñas de tamaño variable de 1 a 5  $\mu\text{m}$ . (45)

**FOTOPOLIMERIZACIÓN:** Es la conversión de oligómeros y monómeros a una matriz de polímeros que puede ser iniciada por diferentes medios para formar radicales libres que la inician, que a su vez determinan distintas características mecánicas, físicas y deformación. En las resinas compuestas fotopolimerizables esto ocurre de la siguiente manera: éstas contienen canforoquinonas o dicentonas que, al ser estimuladas por un haz de luz azul (la que proviene de una lámpara para fotopolimerizar) con un intervalo de 430 a 500 nanómetros de longitud de onda, incidirán en los iniciadores y los activarán para que rompan las dobles ligaduras y se dé la polimerización y el endurecimiento. (40)

**MICROPARTICULAS:** Estas resinas presentan bajo porcentaje de carga, por ello son muy fluidas con un aumento de la carga inorgánica aumenta su viscosidad. (46)

**COMPOSITE:** También llamadas resinas compuestas, son materiales dentales que se usan para realizar empastes (procedimiento para tapar caries) u obturaciones en restauraciones estéticas. Es de los materiales más utilizados actualmente en el campo de la Odontología. (47)

## 2.6 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS:

### 2.6.1 Hipótesis General:

Existen diferencias de microdureza superficial in vitro entre las resinas compuestas VITTRA APS-FGM, HERCULITE Y BRIGHT LIGHT.

### 2.6.2 Hipótesis Nula:

- No existen diferencias en la microdureza superficial entre las resinas compuestas VITTRA APS-FGM, HERCULITE Y BRIGHT LIGHT.

### **2.6.3 Hipótesis Específicas:**

- Existen diferencias en la microdureza superficial entre resinas compuestas VITTRA APS-FGM, HERCULITE Y BRIGHT LIGHT.
- Existen diferencias en la microdureza superficial entre resinas compuestas VITTRA APS-FGM, HERCULITE
- Existen diferencias en la microdureza superficial entre resinas compuestas VITTRA APS- Y BRIGHT LIGHT.
- Existen diferencias en la microdureza superficial entre resinas compuestas HERCULITE Y BRIGHT LIGHT.

### **2.7 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES:**

Variable Independiente = Resinas compuestas con nanotecnología.

Variable Dependiente= Microdureza

## 2.8 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

Variable	Tipos de Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición	Categorías
<b>Independiente:</b> Resina Compuesta	Cualitativa	Resina con nanotecnología <ul style="list-style-type: none"> <li>• VITTRA APS-FGM</li> <li>• HERCULITE</li> <li>• BRIGHT LIGHT</li> </ul>	Tipo de Resina. <ul style="list-style-type: none"> <li>• NANOPARTICULAR</li> <li>• NANOHIBRIDA</li> <li>• MICRIHIBRIDA</li> </ul>	Nominal	VITTRA APS-FGM, HERCULITE Y BRIGHT LIGHT.
<b>Dependiente:</b> Microdureza Superficial	Cuantitativa	Microdureza de resinas	-Medición cada muestra medido en Kg/mm <sup>2</sup>	Razón	Resultante Numérica del Durometro

## CAPITULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICA

#### 3.1 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### **Investigación Cuantitativa**

➤ **Nivel:**

relacional /comparativo: permite saber el grado de relación entre dos o más variables.

➤ **Tipo:**

- **Según la Intervención del Investigador:** Experimental, porque se manipula una de las variables para esperar un resultado.
- **Según la Planificación de toma de Datos:** Prospectivo (los datos necesarios para el estudio fueron recogidos a propósito para la investigación; por lo que posee control de sesgo de medición).
- **Según el Número de ocasiones en que se mide la Variable:** Transversal (todas las variables fueron medidas en una sola ocasión; por ello se realizaron comparaciones, se trató de muestras independientes).

El nivel y tipo de la investigación se tomó como referencia al Dr. José Supo en su libro titulado "Seminario de investigación científica". (48)

### 3.2 DISEÑO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

$R_1 \rightarrow I_{1.1} \rightarrow O_{1.1}$

$\neq$

$R_1 \rightarrow I_{1.2} \rightarrow O_{1.2}$

$\neq$

$R_2 \rightarrow I_{2.1} \rightarrow O_{2.1}$

$\neq$

$R_2 \rightarrow I_{2.2} \rightarrow O_{2.2}$

$\neq$

$R_3 \rightarrow I_{3.1} \rightarrow O_{3.1}$

$R_3 \rightarrow I_{3.3} \rightarrow O_{3.3}$

$R_1 \rightarrow$  Muestra Resina vittra aps-fgm,

$R_2 \rightarrow$  Muestra Resina herculite

$R_3 \rightarrow$  Muestra Resina bright light.

$I \rightarrow$  Identación de muestras de resinas

$O \rightarrow$  Observación

### 3.3 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra estuvo conformada por 45 bloques cilíndricos de 6mm de diámetro por 6mm de altura de los cuales 15 bloques fueron elaborados con resina VITTRA APS (FGM), 15 bloques con resina HERCULITE y 15 bloques de resina BRIGHT LIGHT.

La población muestral fue organizada por el investigador, intencionada, por conveniencias, no probabilística.

- Criterios de Inclusión:

- Las muestras cuyas medidas fueron de 6mm de alto por 6mm de diámetro.
- Muestras que cumplieron el protocolo de fotocurado en cuatro incrementos de 1.5mm.
- Muestras que siguieron el protocolo de preparación de las resinas.
- Muestras fotocuradas con Luz LED según el tiempo que indica el fabricante de las resinas.
- Criterios de Exclusión:
  - Muestras que no cumplieron las medidas de 6mm de alto por 6mm de diámetro.
  - Muestras que no cumplieron el protocolo de fotocurado en cuatro incrementos de 1.5mm.
  - Muestras que no siguieron el protocolo de preparación de las resinas.
  - Muestras que no fueron fotocuradas con Luz LED, según el tiempo que indica el fabricante de las resinas.

### 3.4 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE REDACCIÓN DE DATOS

En este estudio se emplearon tres tipos de resina compuesta:

Una resina nanohibrida (HERCULITE PRÉCES - KERR), una resina con nanopartículas (FGM - VITTRA) y una resina Composite microhibrido fotopolimerizable (BRIGHT LIGHT). Los tres materiales restauradores fueron de color A3.

Se elaboraron 45 muestras en cilindros estandarizados (6 mm altura x 6 mm de diámetro), siguiendo las especificaciones de la norma ISO 4049 , para la obtención de las muestras se utilizó un molde que cumplía los requisitos de la norma de estandarización, (dichos moldes fueron verificadas por un Calibrador Digital), siguiendo las recomendaciones del fabricante las resinas fueron introducidas dentro del molde en cuatro incrementos de 1.5 mm cada uno, después de introducir el último incremento se colocó sobre el molde una tira celuloide y sobre ella una lámina portaobjeto para garantizar que las superficies tanto superior como inferior (platina de vidrio) queden paralelas entre sí, posteriormente las muestras se polimerizaron desde la parte superior del molde con una lámpara LED Marca WOODPECKER de acuerdo a las instrucciones del fabricante a una intensidad de luz de 2300 mW/cm<sup>2</sup>-2500 mW/cm<sup>2</sup>) durante un tiempo que indica el fabricante, considerando que para la resina HERCÚLITE el tiempo de fotocurado es de 15 segundos, para la resina VITTRA – FGM el tiempo de fotocurado es 40 segundos y para la resina BRIGHT LIGHT es 15 segundos.

## DESCRIPCIÓN:

### Lámpara de fotocurado inalámbrica LED B de Woodpecker

#### Características de la lámpara de fotocurado inalámbrica LED B:

- La lámpara LED B de Woodpecker es una lámpara de fotocurado con tecnología LED
- Sin cables
- **Batería de litio:**
  - Modelo de la batería: ICR18650.
  - Voltios y capacidad: 3.7V/200mAh.
  - Entrada del adaptador: 100V to 240B - 50Hz/60Hz.
  - Batería sin efecto memoria
- En cuanto a la luz de la lámpara de fotopolimerización:
  - Fuente de luz: luz azul.
  - Onda de luz: 420nm a 480 nm.
  - Intensidad de luz: 100mW/cm
  - Con cuatro modos de tiempo de trabajo de 5, 10, 15 y 20 segundos.
  - Potencia 1000 mW/cm<sup>2</sup> - 1700mW/cm<sup>2</sup>.
- Ergonómica, ligera y de fácil limpieza.
- Dimensiones: 31mm x 34mm x 260mm.
- La limpieza de la lámpara de fotopolimerización puede ser esterilizable en autoclave, bajo altas temperaturas y presión. (49)



## DURÓMETRO VICKERS

### *CARACTERÍSTICAS:*

- **Marca:** Leitz
- **Modelo:** HV 500
- **Tecnología:** Analógico
- **Escalas de dureza:** vickers knoop
- **Dureza mínima mensurable:** 1HV
- **Dureza máxima mensurable:** 1000HV
- **Cargas De:** 5, 10, 25, 50, 100, 200, 300 E 500 GRS. (50)



### PROCEDIMIENTO DE MEDIDA

1. Para el ensayo Vickers se utiliza un cuerpo penetrador de diamante en forma de pirámide.
2. Se debe tener mucha precaución con la base sobre la que se sienta el durómetro porque podría descalabrarse.
3. La superficie sobre la que se aplicará la carga debe estar perfectamente pulida.
4. Colocar la carga en la parte posterior del durómetro Vickers.
5. Colocar la probeta sobre la base del durómetro y aplicar la carga.
6. La carga de prueba debe aplicarse y retirarse suavemente sin golpes o vibraciones. El tiempo de aplicación de la carga de prueba completa debe ser de 10 a 15 segundos a menos que se especifique otra cosa.
7. El centro de la huella no debe estar cercano a la orilla de la probeta u otra huella en una distancia igual a dos veces y media la longitud de la diagonal de la huella. Cuando se prueba material con recubrimiento, la superficial de unión debe considerarse como una orilla para el cálculo del espacio entre huellas.

8. Deben medirse ambas diagonales de la huella y su valor promedio usarse como base para el cálculo del número de dureza Vickers. Se recomienda efectuar la medición con la huella centrada, tanto como sea posible, en el campo óptico del durómetro. (51)

### 3.5 TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los valores de la microdureza obtenidos fueron colocados en una ficha elaborada para éste estudio. En ésta ficha se colocaron los materiales a estudiar que son las resinas VITTRA – FGM, resina HERCULITE PRÉCES- KERR y la resina BRIGHT LIGHT; con los números de muestra correspondientes de cada una.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante métodos estadísticos con el paquete SPSS. Se usaron la prueba análisis de varianza de ANOVA por lo que se realizaron cálculos de Media, Moda, Promedio, para determinar si es que hubo una variación estadísticamente significativa entre las medidas de microdureza de los tres materiales evaluados.

Para determinar si existe una diferencia estadística significativa entre las variaciones de la microdureza de los tres grupos evaluados, se usó la prueba comparativa de ANOVA.

Se utilizó la prueba de TUKEY para comparaciones múltiples.

**PRUEVA ANOVA:** El análisis de varianza (ANOVA) de un factor sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Se trata, por tanto, de una generalización de la Prueba T para dos muestras independientes al caso de diseños con más de dos muestras. (52)

**LA PRUEBA DE TUKEY:** Sirve para probar todas las diferencias entre medias de tratamientos de una experiencia. La única exigencia es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos. (53)

**DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES:** Un diagrama de cajas y bigotes es una manera conveniente de mostrar visualmente grupos de datos numéricos a través de sus cuartiles. Las líneas que se extienden paralelas a las cajas se conocen como «bigotes», y se usan para indicar variabilidad fuera de los cuartiles superior e inferior. Los valores atípicos se representan a veces como puntos individuales que están en línea con los bigotes. Los diagramas de cajas y bigotes se pueden dibujar vertical u horizontalmente. (54)

## CAPITULO IV

### 4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANALISIS DESCRIPTIVO

De los valores de los dos grupos manipulados.

#### MICRODUREZA SUPERFICIAL

**TABLA N°1:**

**DISTRIBUCION DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL  
CONFORMADO POR LOS BLOQUES DE RESINAS DE DIFERENTES  
MARCAS.**

RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA	RESINA BRIGHT LIGTH	RESINA VITTRA APS- FGM	RESINA HERCULITE PRÉCIS- KERR	Total
N	15	15	15	45
Media	30,8847	41,2413	41,8807	38,0022
Desv. típ.	7,45100	13,80085	4,46432	10,51585
Mínimo	14,12	16,94	33,18	14,12
Máximo	41,26	58,46	47,61	58,46
Error típ. de la media	1,92384	3,56336	1,15268	1,56761

**FUENTE:** Ficha de recolección de datos

#### INTERPRETACIÓN

valor N igual a 45 dividido en tres grupos homogéneos de 15, se observa valor medio respectivo a cada grupo de resina:

- el valor medio más alto corresponde al grupo resina herculite, siendo el más bajo al grupo que corresponde a la resina brighth lighth

- el valor medio mínimo con un valor de 14,12 corresponde a bright lighth, el más alto a la resina kerr con un valor de 41,88 no siendo constante para definir como mayor resistencia.
- la resina bright muestras los valores mínimos y máximos inferiores con respecto a las otras dos resinas, los más altos corresponde a la kerr, siguiendo en ese orden decreciente la vittra

### ANALISIS DE LA VARIANZA

**TABLA N°: 2**

#### ANOVA de un factor

##### MICRODUREZA SUPERFICIAL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1142,907	2	571,453	6,447	,004
Intra-grupos	3722,753	42	88,637		
Total	4865,660	44			

EL P VALOR ES MENOR A 0,05 DE TAL MANERA SE COMPRUEBA ESTADISTICAMENTE QUE ESTOS TRES GRUPOS SON DIFERENTES CON RESPECTO A LA MICRODUREZA SUPERFICIAL.

### PRUEBA POST HOC TUKEY

**TABLA N°: 3**

#### MICRODUREZA SUPERFICIAL

##### HSD de Tukey<sup>a</sup>

RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
RESINA BRIGHT LIGTH	15	30,8847	
RESINA VITTRA APS-FGM	15		41,2413
RESINA HERCULITE PRÉCIS-KERR	15		41,8807
Sig.		1,000	,981

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15,000.

LA PRUEBA ESTADISTICA A AGRUPADO A LA RESINA 2 Y 3 EN UN MISMO GRUPO, SIENDO LA RESINA 1 FORMA UN GRUPO APARTE, SE CONCLUYE QUE LOS GRUPOS 2 Y 3 SON HOMOGENEOS NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE ESTOS DOS GRUPOS Y LA RESINA UNO SI ES DIFERENTE SIGNIFICATIVAMENTE.

### PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES

TABLA N°: 4

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MICRODUREZA SUPERFICIAL

HSD de Tukey

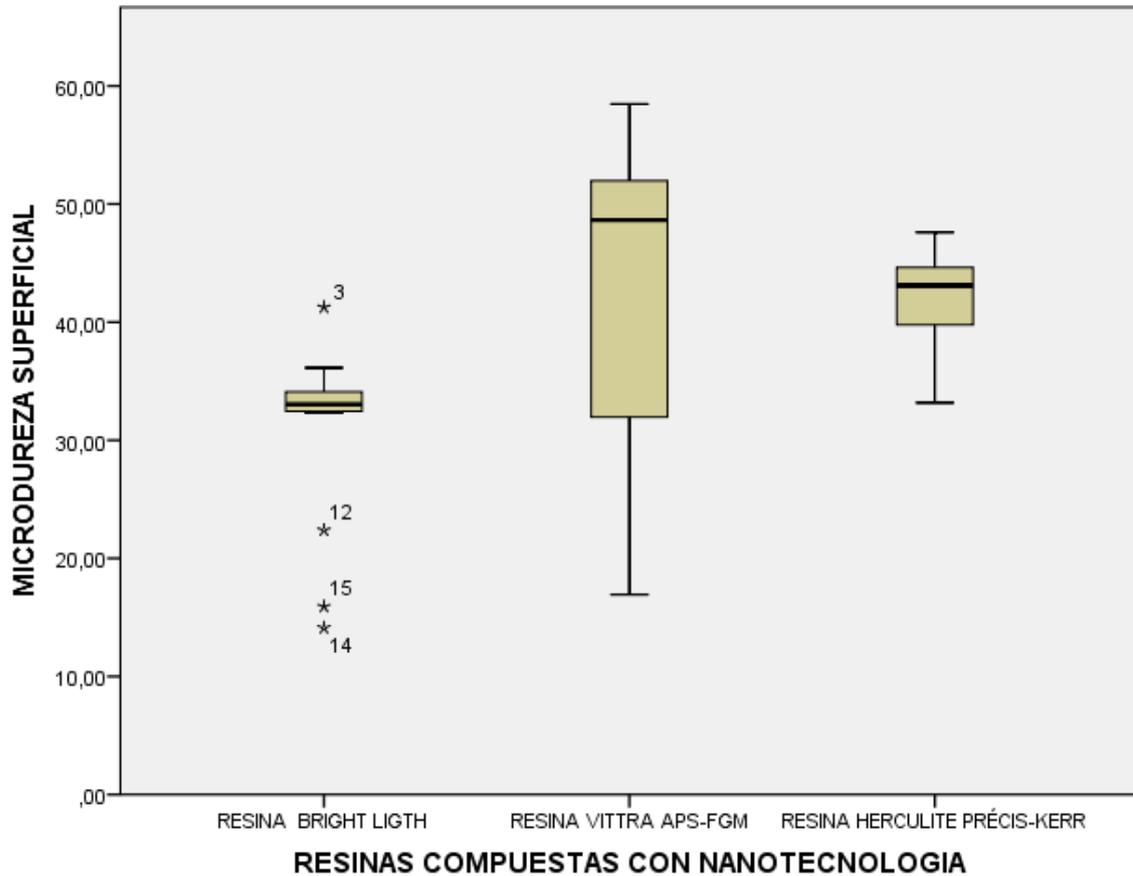
(I) RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA	(J) RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	RESINA VITTRA APS-FGM	-10,35667*	3,43777	,012	-18,7087	-2,0046
RESINA BRIGHT LIGTH	RESINA HERCULITE PRÉCIS- KERR	-10,99600*	3,43777	,007	-19,3480	-2,6440
	RESINA BRIGHT LIGTH	10,35667*	3,43777	,012	2,0046	18,7087
RESINA VITTRA APS-FGM	RESINA HERCULITE PRÉCIS- KERR	-,63933	3,43777	,981	-8,9914	7,7127
RESINA HERCULITE PRÉCIS- KERR	RESINA BRIGHT LIGTH	10,99600*	3,43777	,007	2,6440	19,3480
	RESINA VITTRA APS-FGM	,63933	3,43777	,981	-7,7127	8,9914

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

RESUMEN DE COMPARACION DE DIFERENCIA DE PROMEDIOS, EN ESTE CASO LA RESINA UNO DIFIERE DEL SEGUNDO Y EL TERCERO

## GRÁFICO N° 1: Media de Promedio

DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES



SE OBSERVA QUE LAS DIFERENCIAS ENTRE LA RESINA 2 Y 3 NO HAY MUCHA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, CONCLUYENDO QUE SU RESISTENCIA ES PARECIDA HABIENDO HOMOGENEIDAD, PERO MUCHO MAS RESISTENTE LA KERR A COMPARACION DE LA VITTRA, MIENTRAS QUE LA RESINA 1 ES INFERIOR A LAS 3RA AMPLIAMENTE.

### Prueba de homogeneidad de varianzas

MICRODUREZA SUPERFICIAL

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
15,614	2	42	,000

## DISCUSIÓN

Es importante el conocimiento de la mayor cantidad de propiedades mecánicas de las resinas tales como la resistencia a la abrasión, fractura, compresión e inclusive dureza entre otras.

Porque se realizan continuos cambios en la composición de las resinas para mejorar sus propiedades mecánicas y estéticas, como por ejemplo la reducción de tamaño y aumento de la cantidad de partículas inorgánicas,<sup>48</sup> además de cambios en su forma y distribución, por lo tanto, reducen de esta forma el desgaste y la degradación asociado con la matriz.

Obtenido los resultados estadísticos entre resinas compuestas con nanotecnología, vittra-fgm, hercúlite précis-kerr y bright light. Estudio in vitro. En tres grupos según la marca de las resinas: 15 bloques fueron elaborados con resina VITTRA APS (FGM), 15 bloques con resina HERCULITE y 15 bloques de resina BRIGHT LIGHT; se procedió a medir la microdureza superficial a través del microdurometro Vickers. Se realizó la Prueba de T – Student: de las muestras se encontró la media 30,8847, como valor mínimo 14,12 y un valor máximo 41,26 para la resina BRIGHT LIGHT, también se encontró la media 41,2413, como valor mínimo 16,94 y un valor máximo 58,46 para la resina VITTRA APS (FGM), así mismo se encontró la media 41,8807, como valor mínimo 33,18 y un valor máximo 47,61 para la resina HERCULITE. Además, se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas ( $p=0.04$ ). Se observa que las diferencias entre la resina 2 y 3 no hay mucha diferencia significativa, concluyendo que su resistencia es parecida habiendo homogeneidad, pero mucho más resistente la resina HERCULITE a comparación de la VITTRA, mientras que la resina BRIGHT LIGHT es inferior a la 3ra ampliamente. Existe un estudio similar con la que compararemos: HUAVIL, K;

NIEVES, L. (Huánuco-Perú 2019); que realizó una investigación con la Resina compuesta VITTRA – FGM de pulido inmediato, se halló la Media = 37.34, la Moda = 32.50, como valor Mínimo 32.50 y Máximo de 44.92; así mismo en los resultados estadísticos de la misma resina compuesta, pero pulido después de 24 horas; se halló la Media = 35.49, la Moda = 32.45, como valor Mínimo 32.45, Máximo de 42.78 y Desviación típica = 3.77. Como se observa en ambos resultados la media de la microdureza superficial se aproxima entre ambas resinas, ya que no existen más referencias en otros autores que hayan hecho estudios similares, pero existen estudios como Del carmen j. morales r; (2017) en cuanto a la dureza superficial de la resina incremental es similar a la dureza superficial de la resina monoincremental, que está comprendida entre -2.02421 y 5.13532, así como también Canencia m; (2017) concluyo que las bebidas carbonatadas tuvieron efectos sobre la microdureza de la resina de micropartículas, alterando prematuramente las propiedades de resinas compuestas; Bravo G. (2017) se encontró que la resina Filteck Z350 XT presentaba un valor de dureza de 90.5kg/mm<sup>2</sup> y la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill un valor de 66.6 kg/mm<sup>2</sup> y concluyo que existió una pérdida significativa de la microdureza en ambos grupos, pero esta fue mayor en la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill; ; Jácome J. (2015) concluyó que la Resina Compuesta Nanohibrida Tetric N-Ceram de la marca Ivoclar sometidas a Coca-Cola con un PH 2.30 y suero Fisiológico obtuvieron una media de 31.917HV y Castilla O. (2015) Concluyó que la Resina Tetric N- Ceram sumergida a la bebida Isotónica (Gatorade) obtuvo una media de 21.09 HV siendo también sumergida a la bebida ionizante (Red Bull) obteniendo una media de 22.45 HV y la Resina Filtek Z350 sumergida a la bebida Isotónica (Gatorade) obtuvo una media de 12.27 HV siendo también sumergida a la bebida ionizante (Red Bull) obteniendo una media de 12.36 HV estando por debajo de los resultados de ésta

investigación; Montaña M, Tello K; (2018) demostró que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 247,25 Kgf/mm<sup>2</sup>; lo que resultó mayor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), que obtuvo un valor de 218,50 Kgf/mm<sup>2</sup>; luego de 2 horas se realizó el termociclado manual de los 8 cilindros finales, donde se observó que la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 113,125 Kgf/mm<sup>2</sup> ; lo que resultó menor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que obtuvo un valor mayor de 117,375 Kgf/mm<sup>2</sup> y concluyó que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo una mayor microdureza superficial inicial que la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent); después de que fueron sometidas al termociclado manual se obtuvo que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) tuvo menor microdureza superficial respecto de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent); López A, González A; (2018) concluyó Al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico con nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en el mismo, aumenta la microdureza Vickers significativamente en los bloques de resina compuesta analizados. Así mismo se muestra que en el segundo grupo (GII) el valor promedio es menor en comparación del primer grupo (GI) y el segundo grupo (GII) se demostró que al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico disminuye microdureza Vickers en los bloques de resina compuesta. De igual manera se demostró que al agregar un recubrimiento de un adhesivo hidrofílico con nanopartículas de plata (NPs Ag) inmersas en éste, se observa un cambio de color significativo en cuanto a su superficie donde fue colocado.

Existen escasos estudios similares que evalúen las resinas con nanotecnología, específicamente de la microdureza en resinas compuestas; sin embargo, existen investigaciones de resinas sometidas a bebidas carbonatadas y según el momento de pulido.

Por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis diferencial se acepta. En el presente estudio según el análisis de ANOVA, encontramos diferencias significativas de microdureza superficial, entre las resinas RESINA BRIGHT LIGTH RESINA VITTRA APS-FGM RESINA HERCULITE PRÉCIS-KERR con un  $P= 0.04$  significativo estadísticamente, es por eso que se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis diferencial.

En el estudio, según el análisis de Tukey existe diferencia significativa la prueba estadística agrupado a la resina 2 y 3 en un mismo grupo, siendo la resina 1, forma un grupo aparte, se concluye que los grupos 2 y 3 son homogéneos no hay diferencias significativas entre estos dos grupos y la resina uno si es diferente significativamente.

Para este estudio se realizó la fotopolimerización con la lámpara LED B de Woodpecker para los tres grupos de resina; de los cuales el fabricante de cada tipo de resina recomienda diferentes tipos de marcas de lámparas de fotopolimerización, dentro no se encuentra la lámpara LED B de Woodpecker.

## CONCLUSIONES

1. según los resultados de los valores encontrados la resina HERCULITE, mostro mayor microdureza superficial (media = 41,8807) en comparación con la resina VITTRA APS (FGM) (media =41,2413) y BRIGHT LIGHT (media =30,8847) tuvo menor microdureza superficial comparado a las resinas anteriores.
2. Los valores encontrados de la resina compuesta VITTRA APS (FGM), mostro menor microdureza superficial (media=41,2413) que la resina HERCULITE, con una microdureza superficial mayor (media = 41,8807). Se concluyó que no muestran diferencias estadísticamente significativas.
3. Los valores encontrados de la resina compuesta HERCULITE, con una microdureza superficial mayor (media = 41,8807) a la resina compuesta BRIGHT LIGHT con una microdureza superficial (media =30,8847). Se concluyó que si muestran diferencias estadísticamente significativas.
4. Los valores encontrados de la resina compuesta BRIGHT LIGHT, con una microdureza superficial mayor (media =30,8847) a la resina compuesta VITTRA APS (FGM) con una microdureza superficial (media=41,2413). Se concluyó que si muestran diferencias estadísticamente significativas.

## SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el profesional tratar de conocer mejor sobre las propiedades de los materiales restauradores antes de realizar una restauración.
2. Se recomienda que con los conocimientos del profesional informar y orientar al paciente acerca del material que se va a utilizar para la restauración.
3. Se recomienda realizar más estudios sobre las propiedades mecánicas de los materiales restauradores.
4. En base al estudio realizado se recomienda que, al momento de seleccionar un material resinoso, el profesional debe tomar en cuenta el tamaño de la partícula ya que esto puede generar un aumento o disminución en la microdureza de la resina.
5. Recomendamos que, para los próximos estudios, hacer la comparación con las resinas más comerciales y posicionadas en el mercado.
6. Se recomienda seguir las indicaciones del fabricante en cuanto al tiempo de polimerización y las marcas de todas las lámparas de luz halógena.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvear O; cambio de color por exposición al café de dos tipos de resinas compuestas utilizadas en restauraciones dentales. estudio in vitro [tesis]; ecuador: universidad central del ecuador. facultad de odontología; 2015)
2. Cancncia M; microdureza de una resina de micropartículas utilizada en clínicas de la facultad de odontología sumergida a bebidas carbonatadas; título de odontólogo general; quito, ecuador; universidad central del ecuador facultad de odontología; 2017; 1pg. armado
3. Castilla O; comparación in vitro de la microdureza superficial de dos resinas compuestas (tetric® n- ceram y filtek™ z 350xt) sumergidas en una bebida isotónica (gatorade®) y una bebida energizante (red bull®); tesis para optar el título profesional; lima; Perú; upc; 2015; 3pg. armado
4. López R; microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio in vitro; tesis para optar el título profesional de cirujano dentista; lima; Perú; universidad nacional mayor de san marcos; 2015; 14pg. Armado.
5. Hervás, A., Martínez, M., Cabanes, J., Barjau, A., & Fos, P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2006; 11: 215-220.
6. Rodríguez, D., & Pereira, N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontol. Venez.,46(3): 381-392, 2008.
7. Barrancos, J., & Barrancos, P. Operatoria Dental. 4 ed. Buenos Aires, Panamericana, 2006.

8. Del Carmen J. morales R; comparación del grado de resistencia compresiva y dureza superficial de resinas compuestas monoincrementales y resinas compuestas incrementales en el periodo comprendido de octubre 2016 a febrero del año 2017; tesis monografica para optar al título de cirujano dentista; managua; nicaragua; universidad nacional autónoma de nicaragua recinto universitario rubén darío; 2017; 13pp.
9. Canencia M; microdureza de una resina de micropartículas utilizada en clínicas de la facultad de odontología sumergida a bebidas carbonatadas; tesis para optar el título profesional de cirujano dentista; quito; ecuador; universidad central del ecuador; 2017; xivpp.
10. Bravo G. Microdureza superficial de dos resinas compuestas frente a la acción de una bebida carbonatada: estudio in vitro. Título de Odontólogo General. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2017.
11. Dionysopoulos D, Tolidis K, Sfeikos T, Karanasiou C, et al. (Grecia 2017) Evaluation of Surface Microhardness and Abrasion Resistance of Two Dental Glass Ionomer Cement Materials after Radiant Heat Treatment. Hindawi 2017. Pag, 1–8.
12. Arun M, Steffy S, Kanita R, et al. Repeated exposure of acidic beverages on esthetic restorative materials: An in-vitro surface microhardness study. Journal of Clinical and Experimental Dentistry 2016. Vol 8. N° 3. Pag 312-317
13. Jácome J. Microdureza superficial de tres resinas compuestas nanohíbridadas y tres resinas compuestas fluidas de diferentes casas comerciales frente a la acción de una bebida carbonatada (coca cola): evaluación in vitro. Título de Odontólogo General. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2015.

14. Taron A, Frías S, Blanco S, et al. Comparación de la dureza superficial de diferentes tipos de materiales restauradores en premolares birradiculares, un estudio in vitro. Revista Avances en Odontoestomatología 2015. Vol; Núm 6; pp355-361.
15. Montaña M, Tello K; comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas bulk fill in vitro; tesis que para obtener el título de cirujano dentista; Cajamarca: Perú: 2018; viii pp
16. López A, González A; efecto en la microdureza de resinas compuestas aplicando un recubrimiento de nanopartículas de plata inmersas en un adhesivo hidrofílico; tesis que para obtener el título de cirujano dentista; toluca; México; universidad autónoma del estado de México; 2018; 5pp.
17. Vargas J; relación de las resinas nanohíbridas (feltek z350 xt -3m espe y herculite précis – kerr) en restauraciones clase i, con el grado de pigmentación al ser sumergidas en la bebida carbonatada coca cola en un periodo de 1 a 7 días. Tacna 2017; tesis para optar el título profesional de cirujano dentista; Tacna; Perú; universidad nacional jorge basadre grohmann; 2017; iii pp.
18. Gonzales K; comparación de la microdureza superficial de cuatro resinas compuestas sometidas a bebidas carbonatadas; para optar el título profesional de cirujano dentista; chichlayo: Perú; universidad señor de sipan; 2017; 7pp.
19. Quintanilla C. Comparación de la microdureza superficial in vitro de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempos de climatización. Grado de Maestro en Estomatología. Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2016.
20. López C; microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un

- solo bloque: estudio in vitro; tesis para optar el título profesional de cirujano dentista; lima; Perú; universidad nacional mayor de san marcos; 2015; 5pp
21. Huavil, K; nieves, L; microdureza superficial entre dos resinas compuestas a base de zirconia, según el momento del pulido: estudio in vitro; para optar el título profesional de cirujano dentista; Huánuco; Perú; Unheval; 2019; 4pp.
22. Gonzales K; comparación de la microdureza superficial de cuatro resinas compuestas sometidas a bebidas carbonatadas; para optar el título profesional de cirujano dentista; Chiclayo: Perú; universidad señor de Sipan; 2017; 7pp.
23. Nodarse M. Composición y clasificación de los composites dentales restaurativos. Facest 1998. pp 29- 35. Disponible en: [http://web.archive.org/web/20040213113414/http://www.facest.sld.cu/articulos/composites\\_clasificacion\\_composicion.html](http://web.archive.org/web/20040213113414/http://www.facest.sld.cu/articulos/composites_clasificacion_composicion.html)
24. Canencia M; microdureza de una resina de micropartículas utilizada en clínicas de la facultad de odontología sumergida a bebidas carbonatadas; tesis para optar el título profesional de cirujano dentista; quito; ecuador; universidad central del ecuador; 2017; xivpp.
25. Hervas G, Martinez L, Cabanes V, et all; Escribano, 2006.
26. Graham J. Mount, W. Rory Hume; Conservación y restauración de la estructura dental; 1° ed; Hart Court Brace. 1999.
27. Federico Humberto Barceló Santana, Jorge Mario Calero. (2008). Materiales dentales conocimientos básicos aplicados. México, Argentina, España, Colombia, Puerto Rico, Venezuela; Trillas. Primera Edición, 105- 120.
28. José Luis Cova N. (2009). Biomateriales Dentales. Amolca. Caracas, Venezuela; Segunda Edición, 245-278.

29. Kenneth J. Anusavice. (2004). Phillips Ciencia de los materiales dentales. Malaga, España; ELSEVIER SAUNDERS. 11° Edición, 77-99, 381-389.
30. In Grumezescu, Mihai Alexandru. (2016). Nanobiomaterials in dentistry: Applications of Nanobiomaterials. Rumania: ELSEVIER. 6ta edition, 1-11, 107-114, 135-143, 223, 311-315, 390, 432-434, 446.
31. Hamouda, I. M.(2012). Current perspectives of nanoparticles in medical and dental biomaterials. Journal of biomedical research, 26(3), 143-151.
32. Sokołowski, J., Szynkowska, M. I., Kleczewska, J., Kowalski, Z., Sobczak-Kupiec, A., Pawlaczyk, A., & Łukomska-Szymańska, M. (2014). Evaluation of resin composites modified with nanogold and nanosilver. Acta of bioengineering and biomechanics, 16(1), 51-61.
33. Alla, R. K., Swamy, K. R., Vyas, R., Konakanchi, A., Guduri, V., & Gadde, P. (2017). Influence of Silver Nanoparticles Incorporation on Flexural Strength of Heat-cure 8 Acrylic Denture Base Resin Materials, Annual Research & Review in Biology, 17(4), 1-.
34. Macchi RL. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio. 2° ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana S.A; 1993.
35. Chuenarrom, C., Benjakul, P., & Daosodsai, P. (2009). Effect of indentation load and time on knoop and vickers microhardness tests for enamel and dentin. Materials Research, 12(4), 473-476.
36. José Luis Cova N. (2009). Biomateriales Dentales. Amolca. Caracas, Venezuela; Segunda Edición, 245-278.
37. Shackelford, J. F. (1995). Ciencia de materiales para ingenieros. Barcelona, España; Prentice Hall Hispanoamericana. Tercera Edición. Traducción al español, 113-146.

38. Craig- O'Brien-Powers. Materiales dentales. Propiedades y manipulación. 6ta edi. Argentina: Editorial Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996.
39. Craig R. Materiales dentales. 6ta Edición. Madrid. Editorial Mosby/Doyma; 1998. p 101.
40. Federico Humberto Barceló Santana, Jorge Mario Calero. (2008). Materiales dentales conocimientos básicos aplicados. México, Argentina, España, Colombia, Puerto Rico, Venezuela; Trillas. Primera Edición, 105- 120
41. Friedenthal M. Diccionario Odontológico. 2da Edición. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana; 1996. pp 286, 403, 489,820.
42. In Grumezescu, Mihai Alexandru. (2016). Nanobiomaterials in dentistry: Applications of Nanobiomaterials. Rumania: ELSEVIER. 6ta edition, 1-11,107-114, 135-143, 223, 311-315, 390, 432-434, 446.
43. Addition to the methodology of research into permanent teeth hardness. (2010). Archives of Biological Sciences, 62(3), 739-746.
44. Chuenarrom, C., Benjakul, P., & Daosodsai, P. (2009). Effect of indentation load and time on knoop and vickers microhardness tests for enamel and dentin. Materials Research, 12(4), 473-476.
45. <https://www.sdpt.net/OPERATORIADENTAL/tiposresinacompuesta.htm#:~:targetText=Resinas%20Compuestas%20H%C3%ADbridas%3A,de%201%20a%205%20um>
46. <https://www.sdpt.net/OPERATORIADENTAL/tiposresinacompuesta.htm>
47. <https://estudidentalbarcelona.com/los-composites-dentales-cuando-se-utilizan/>
48. <https://seminariodeinvestigacion.com/carta>

49. <https://www.dentaltix.com/es/woodpecker/lampara-fotocurado-inalambrica-led-b#descripcion>
50. [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1276080187-microdurmetro-vikers-leitz-impecavel-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1276080187-microdurmetro-vikers-leitz-impecavel-_JM)
51. <https://www.studocu.com/en/document/university-of-northern-iowa/advanced-applied-public-relations/lecture-notes/informe-1-ensayos-de-dureza/2086681/view>
52. [http://stel.ub.edu/sites/default/files/agenda/documents/14anova1\\_spss\\_0.pdf](http://stel.ub.edu/sites/default/files/agenda/documents/14anova1_spss_0.pdf)
53. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/>
54. [https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama\\_cajas\\_y\\_bigotes.html](https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_cajas_y_bigotes.html).

## **ANEXOS**

**ANEXO N°1: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

<b>Material</b>	<b>Muestra</b>	<b>Dureza Promedio (HV)</b>
<b>BRIGHT LIGTH</b>	<b>1</b>	
	<b>2</b>	
	<b>3</b>	
	<b>4</b>	
	<b>5</b>	
	<b>6</b>	
	<b>7</b>	
	<b>8</b>	
	<b>9</b>	
	<b>10</b>	
	<b>11</b>	
	<b>12</b>	
	<b>13</b>	
	<b>14</b>	
	<b>15</b>	
<b>VITTRA APS-FGM</b>	<b>16</b>	
	<b>17</b>	
	<b>18</b>	
	<b>19</b>	
	<b>20</b>	
	<b>21</b>	
	<b>22</b>	
	<b>23</b>	
	<b>24</b>	
	<b>25</b>	
	<b>26</b>	
	<b>27</b>	
	<b>28</b>	
	<b>29</b>	
	<b>30</b>	
<b>HERCULITE PRÉCIS-KERR</b>	<b>31</b>	
	<b>32</b>	
	<b>33</b>	
	<b>34</b>	
	<b>35</b>	
	<b>36</b>	

	<b>37</b>	
	<b>38</b>	
	<b>39</b>	
	<b>40</b>	
	<b>41</b>	
	<b>42</b>	
	<b>43</b>	
	<b>44</b>	
	<b>45</b>	

## **ANEXO N° 2: ISO 4049: 2009- DENTAL MATERIALS MATERIALES DE RESTAURACIÓN A BASE DE POLÍMEROS**

### **APARTADO 5.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

#### **Correspondencia**

Esta norma es la versión oficial en español; de la Norma Europea ISO 4049:2009.

Que a su vez adopta LA Norma Internacional ISO 4049:2009.

#### **Clasificación**

Para los fines de esta norma internacional, los materiales de restauración dental a base de polímeros se clasifican en los siguientes:

- a) Tipo 1: Materiales de restauración a base de polímeros declarados por el fabricante como adecuados para restauraciones que impliquen las superficies oclusales.
- b) Tipo2: Todos los demás materiales de restauración a base de polímeros y los materiales de sellado.

Las tres clases de materiales de restauración dental a base de polímeros son los siguientes:

- Clase 1: Materiales cuya polimerización se realiza mezclando un iniciador y un activador (materiales “autopolimerizables”)
- Clase 2: Materiales cuya polimerización se realiza mediante la aplicación de energía procedente de una fuente externa, tal como luz azul o calor [materiales “activados por energía externa”, Estos materiales a su vez se subdividen en:
  - 1) Grupo 1: Materiales cuya utilización requiere aplicación de una energía intraoral.
  - 2) Grupo 2: Materiales cuya utilización requiere la aplicación de una energía extraoral. Después de fabricados, estos materiales se sellarán in situ. Algunos

materiales pueden ser declarados por los fabricantes en los dos grupos, grupo 1 y grupo 2. En este caso, el material debería cumplir los requisitos de ambos grupos.

Nota: Los materiales de sellado de la clase 2 solo se encontrarán en el grupo 1.

- Clase 3: Materiales cuya polimerización se realiza mediante la aplicación de energía externa, y que además presenta un mecanismo de autopolimerización (materiales de “doble polimerización”)

## **5. Requisitos**

### **5.1 Biocompatibilidad**

### **5.2 Propiedades físicas y químicas**

#### **5.2.1 Generalidades**

Si el fabricante suministra un material de restauración en varias tonalidades, cada tonalidad, incluyendo los opacos, debe satisfacer todos los requisitos relativos a la sensibilidad a la luz ambiental. (5.2.2), profundidad de polimerización (5.2.8), tono (5.3) y estabilidad de color (5.4), apropiados para el tipo y clase de material. Si el material se suministra como “tintado” o “mezclado”, según la petición del usuario debe cumplir los requisitos tanto cuando se utiliza solo como cuando se utiliza en la máxima proporción recomendada de tinte o mezcla [ véase el punto d) de 8.3]

De forma similar, si el fabricante suministra un material para sellado en varias tonalidades, cada tonalidad, debe satisfacer los requisitos de profundidad de polimerización (5.2.8).

La estabilidad de color (3.4) de los materiales para sellado no se debe ensayar, salvo que el fabricante lo declare como una propiedad.

Con respecto a otros requisitos del apartado 5.2 y los del apartado 5.5, solo se debe ensayar un tono que sea representativo de los materiales de restauración. Este tono

representativo de be estar clasificado por el fabricante como “universal” o, en caso de que no esté clasificado así, debe corresponder al “A3” de la guía de clasificación de tonalidades “vita”. No obstante, si el fabricante declara un valor más alto de la radiopacidad [véase 5.5 y el punto 0) de 8.3] para cualquier otro tono, este valor se puede ensayar. Los requisitos se resumen en las tablas 1, 2 y 3.

#### **5.2.2. Espesor de la película de los materiales de sellado**

El espesor de película de los materiales de sellado, cuando se determina de acuerdo con el apartado 7.5, no debe exceder en más de 10µm al valor declarado por el fabricante y en ningún caso debe ser mayor de 50µm.

#### **5.2.3. Tiempo de trabajo de los materiales de restauración de las clases 1 y 3, excluidos los materiales de sellado.**

El tiempo de trabajo de los materiales de restauración de las clases 1 y 3, excluidos los materiales de sellado, determinado de acuerdo con el apartado 7.6 no debe ser menor de 90 segundos.

#### **5.2.4 Tiempo de trabajo de los materiales de sellado clase 1 y 3**

Cuando se ensaye de acuerdo con el apartado 7.7, el material debe poder formar una capa fina, durante su formación no se deben detectar cambios en su homogeneidad.

#### **5.2.5. Tiempo de fraguado de los materiales clase 1**

El tiempo de fraguado de los materiales de restauración clase 1, excluidos de los materiales de sellado, determinado de acuerdo con el apartado 7.8, no debe ser mayor de 5min. El tiempo de fraguado e los materiales de clase 1, determinado de acuerdo con el apartado 7.8 no debe ser mayor de 10min.

#### **5.2.6. Tiempo de fraguado de los materiales de clase 3**

Determinado de acuerdo con el apartado 7.8, no debe ser mayor de 10 min.

#### **5.2.7. Sensibilidad a la luz ambiental de los materiales clase 2**

Cuando se ensaya de acuerdo con el apartado 7.9, el material se debe mantener físicamente homogéneo.

### **5.2.8. Profundidad de polimerización de los materiales clase2**

La profundidad de polimerización de los materiales para restauración de clase 2, excluidos los materiales de sellado, cuando se determina de acuerdo con el apartado 7.10 no debe ser menor de 1mm si el fabricante los ha clasificado como opacos, o menor de 1.5mm para el resto de los materiales de restauración.

La profundidad de polimerización de los materiales de sellado, cuando se determina de acuerdo con el apartado 7.10 no debe ser menor de 0.5mm si el fabricante los ha etiquetado como opaco, ni menor de 1.5mm para el resto de los materiales.

En cualquier caso, los valores de todos los materiales, en excepción de los materiales para sellado opacos, no deben ser inferiores a 0.5mm por debajo del valor declarado por el fabricante.

### **5.2.9. Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión de los materiales para restauración a base de polímeros, determinado de acuerdo con el apartado 7.11, debe ser igual o mayor que los límites especificados en la tabla 1.

Tabla 1. Resistencia a la flexión

Materiales para restauración		Resistencia a la flexión
Tipo 1	Clase1	80
	Clase2, grupo1	80
Tipo 2 (incluido material de	Clase1	50
	Clase2, grupo1	50

### **5.2.10. Absorción de agua y solubilidad**

Cuando e determina de acuerdo con el apartado 7.12;

- a) La absorción de agua de todos los materiales debe ser  $\leq 40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$
- b) La solubilidad de todos los materiales debe ser  $\leq 7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$

### **5.3. Tonalidad de los materiales para restauración**

Cuando el material se ensaye de acuerdo con el apartado 7.13 y la norma ISO 7491, la tonalidad del material polimerizado se debe adjuntar a la guía de tonalidades del fabricante, si el fabricante no proporciona una guía de tonalidades disponible en el mercado que se puede utilizar en la evaluación del cumplimiento de este requisito [véase punto 1) de 8.3].

Además, el material polimerizado debe presentar una pigmentación uniforme cuando se mire sin utilizar aumento.

### **5.4. Estabilidad de color después de la irradiación y de la absorción de agua**

Cuando el material se ensaye de acuerdo con el apartado 7.13 y norma ISO 7491, no se debe observar más que un ligero cambio de color. En cuanto lo materiales de sellado, la estabilidad de color solo se debe ensayar en el caso de que el fabricante declare estabilidad del color. En este caso, el material no debe presentar más que un ligero cambio de color después de ser ensayado de acuerdo con el apartado 7.13 y norma ISO 7491.

### **5.5 Radiopacidad**

**5.5.1.** Si el fabricante declara que el producto es radiopaco [véase el punto h) de 8.2.3], la radiopacidad, determinada de acuerdo con el apartado 7.14, debe ser igual o mayor que la que presenta el mismo espesor del aluminio y no inferior a 0.05mm por debajo del valor declarado por el fabricante.

**5.5.2** Este ensayo se debe realizar sobre una tonalidad “universal” (véase

3.2.1), pero si el fabricante declara un valor para una o varias tonalidades que sea al menos dos veces el valor de la tonalidad “universal”, esta otra tonalidad o tonalidades se debe ensayar como se descubre en el aparatado

3.5.2 [véase el punto 0) de 8.3]

Tabla2 Requisitos de profundidades físicas y químicas de los materiales para restauración, excluidos materiales de sellado (véase la tabla1 para resistencia mínima a la flexión)

Clase de material	Requisitos				
	Tiempo de trabajo Seg	Tiempo de Fraguado min	Absorción de agua Ug/mm3	Solubilidad Ug/mm3 Max	Profundidad de curado Mm
Clase1	90	5	40	7.5	
Clase2	-	-	40	7.5	1,0 (opaco) 1.5 (otros)
Clase 3	90	10	40	7.5	

## 6. Toma de muestra

Las muestras de ensayo deben constituirse de un envase preparado para la venta al por menor, que pertenezcan al mismo lote, que contengan suficiente cantidad de material para realizar los ensayos específicos y para permitir ensayar, si fuera necesario.

## 7. Métodos de ensayo

### 7.1. Reactivo general –agua

Para los ensayos, se utiliza agua de grado 2 preparado de acuerdo con la norma ISO 3696.

### 7.2. Condiciones de ensayo

Salvo que el fabricante especifique otra cosa, todas las probetas se preparan y ensayan a  $(23\pm 1)$  °C. Se controla la humedad relativa para asegurarse que en todo momento se mantienen por encima del 30% y por debajo del 90%. Si el material se ha mantenido refrigerado durante el almacenaje, se permite que suba hasta  $(23\pm 1)$  °C.

Para los materiales Clase 3, los ensayos del tiempo de trabajo (vease 7.6) y del tiempo de fraguado (vease 7.8) se deben realizar sin que exista radiación de activación.

Nota: La luz ambiental, tanto natural como artificial puede producir la activación de estos materiales. Para un buen control, el ensayo se debería realizar en una habitación oscura con luz artificial filtrada a través de un filtro amarillo.

### **7.3 Inspección**

Se realiza una inspección visual para comprobar que se cumplen los requisitos especificados.

### **7.4 Preparación de las probetas**

Para la preparación de los materiales de clases 2 y 3, se deben consultar las instrucciones del fabricante [véase el punto e) de 8.3], donde se especifican la fuente o fuentes de energía externa recomendadas para los materiales a ensayar. Se debe tener la precaución de comprobar que la fuente se encuentra en condiciones de funcionamiento satisfactorias. [La norma ISO 10650(AMBAS PARTES) proporciona la guía sobre esto] Se mezcla o se prepara el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con las condiciones de ensayos especificadas en el apartado 7.2.

Cuando se requieran probetas totalmente polimerizadas por el ensayo (véase 7.11 a 7.14), es importante comprobar que las probetas sean homogéneas tras retirarlas del molde. Cuando se examinen, sin utilizar dispositivos de aumento, no deben presentar hendiduras, vacíos, discontinuidades ni burbujas de aire.

Algunos materiales a base de polímeros, particularmente ciertos materiales para sellado, tiene afinidad química por los metales de la base de polímeros. Esta propiedad crea dificultades al retirar las probetas de los moldes de metal. La información proporcionada por el fabricante [véase el punto m) 8.3] debe hacer referencia a esta propiedad y, cuando ésta se declare, los moldes destinados a la preparación de probetas de estos materiales se pueden preparar con materiales no metálicos, tal como, polietileno de alta densidad.

## **7.5 Medición del espesor de película de los materiales de sellado**

### **7.5.1 Aparatos**

**7.5.1.1.** Dos placas de vidrio, ópticamente planas, cuadradas u circulares, cada una con una superficie de contacto de  $(200\pm 25)$  mm<sup>2</sup>. Cada placa debe tener un espesor conforme no inferior a 5mm.

**7.5.1.2.** Dispositivo de carga, del tipo que se ilustra e la figura 1, o un medio equivalente, con el que se pueda aplicar una fuerza de  $(150\pm 2)$  N en sentido vertical sobre la probeta por medio de la placa de vidrio superior. En la figura 1, el yunque sujeto a la parte inferior del vástago debe estar horizontal y paralelo a la base. La carga se debe aplicar suavemente y de tal manera que no produzca rotación. Nota: Se puede utilizar un soporte para ayudar al posicionamiento de las placas.

**7.5.1.3** Fuente de energía externa (para material clase 2 y 3) que sea conforme con la recomendación del fabricante, para ser utilizada con el material de ensayo.

### **7.5.2 Procedimiento de ensayo**

#### **7.5.2.1. Pasos preliminares**

Con el micrómetro (7.5.1.4.) se mide, con una precisión de 0.001mm el espesor combinado de las 2 placas de vidrio ópticamente planas (7.5.1.1) mantenidas en

contacto. Se retira la placa superior, y en el centro de la placa inferior se coloca una cantidad comprendida entre 0.02ml y 0.10ml del material de ensayo tratado de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y se centra sobre la platina inferior del dispositivo de carga. La segunda placa de vidrio se coloca centrada sobre la probeta con la misma orientación que tenía en la medición inicial. El soporte es útil.

#### **7.5.2.2. Materiales Clase 1**

Cuando transcurran  $(60 \pm 2)$  s después del mezclado de los materiales clase 1, se aplica cuidadosamente una fuerza de  $(150 \pm 2)$  N en sentido vertical y centrada sobre la probeta por intermedio de la placa superior, durante  $(180 \pm 10)$  s. Asegurarse de que el cemento ha llenado completamente el espacio situado entre las placas de vidrio. Al menos 10 min después el comienzo del mezclado, se retiran las placas del dispositivo de carga y se mide el espesor combinado de las dos placas de vidrio y de la película de la probeta, tomándose la lectura otra vez en el centro de las placas.

#### **7.5.2.3. Materiales de Clases 2 y 3**

Inmediatamente después se preparar los materiales de clase 2 o de mezclar los materiales de clase 3, se aplica cuidadosamente una fuerza de  $(150 \pm 2)$ N en sentido vertical y centrada sobre la probeta por intermedio de la placa superior de vidrio, durante  $(180 \pm 10)$ s. Asegurarse de que el cemento ha llenado completamente el espacio entre las dos placas de vidrio, después de  $(180 \pm 10)$ s, se retira el sistema de carga y se irradia la probeta a través del centro de la placa superior de vidrio durante 2 veces el tiempo de exposición recomendado por el fabricante.

Después de la irradiación de los materiales de las clases 2 y 3, se retiran las placas del dispositivo de carga y se mide el espesor combinado de las 2 placas de vidrio y de la película de la probeta, tomándose la lectura otra vez en el centro de las placas.

### **7.10. Profundidad de polimerización para materiales de clase 2**

### **7.10.1 Aparatos**

**7.10.1.1.** Molde de acero inoxidable, para la preparación de una probeta cilíndrica de 6mm de longitud y 4mm de diámetro, salvo que el fabricante especifique una profundidad de polimerización de más de 3mm, en tal caso, el molde debe ser al menos 2mm más largo que 2 veces la profundidad de polimerización especificada por el fabricante.

Nota: Para facilitar la extracción de la probeta, se puede usar un agente de desmoldeo que no interfiera en la reacción de polimerización, por ejemplo, una solución al 3% de éter polivinilo en hexano.

**7.10.1.2.** Dos placas/láminas de vidrio, cada una de ellas con área suficiente para cubrir todo el lado del molde.

Nota: Se puede usar placas de vidrio normalizadas para microscopio.

**7.10.1.3** Papel filtro blanco

**7.10.1.4.** Película, transparente a la radiación de activación, de  $(50\pm 30)$  um de espesor; por ejemplo; poliéster.

**7.10.1.5.** Fuente de energía externa, como la recomendada por el fabricante para ser utilizada con el material de ensayo. [véase el punto e) de 8.3]

**7.10.1.6.** Micrómetro, con precisión de 0.01mm

**7.10.1.7** Espátula de plástico

### **7.10.2 Procedimiento**

Se coloca el molde (7.10.1.1.) sobre una banda de película transparente (7.10.1.4) situada sobre una placa de vidrio para microscopio (7.0.1.2). Se lleva el molde con el material a ensayar preparado de acuerdo con las instrucciones del fabricante, teniendo cuidado de que no se formen burbujas de aire. Se sobrellevo ligeramente el molde y se pone una segunda banda de película transparente sobre su parte superior,

seguida de la segunda placa de microscopio. Se presiona el molde y los bordes de película entre las 2 láminas de vidrio (7.10.1.2) para eliminar el exceso de material. Se coloca el molde sobre el papel filtro (7.10.1.3), se retira la placa de microscopio que cubre la banda de película superior y se coloca cuidadosamente la ventana de salida de la fuente de energía externa (7.10.1.5.) contra la banda de polimerización de al menos 0.5mm para los materiales de sellado más opacos (1,0mm) para los materiales de restauración opacos, o 1,5mm para resto de material.

Inmediatamente después de terminado la irradiación, se extrae la probeta del molde y se elimina el material sin polimerizar con la espátula de plástico (7.10.1.7). Por medio de micrómetro (7.10.1.6.), se mide la altura del cilindro de material polimerizado con una precisión de  $\pm 0.1$ mm y el valor obtenido se divide entre 2. Este valor se registra como la profundidad de polimerización.

El ensayo se repite 2 veces.

Los materiales de clase 2 grupo 2, se debe ensayar tras la exposición a la irradiación de una fuente de energía primaria y no después de que se procesen en un horno de polimerización.

Este ensayo está previsto para demostrar la conversión de monómero a polímero en la etapa de modelado, lo que permite al material ser transferido desde el molde al horno de polimerización.

## **7.11 Resistencia a la flexión**

**7.11.2 Preparación de probetas.** Se preparan 8 probetas como mínimo.

### **7.11.2.1. Materiales clase1**

Se cubre una de las placas de metal (7.11.1.2) con el papel filtro (7.11.1.5) seguido de la película (7.11.1.4) y se coloca el molde (7.11.1.1.) sobre ella. Se prepara el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se introduce

inmediatamente en el molde de la manera más uniforme posible sin que se produzcan burbujas de aire o huecos, con un ligero exceso. Se coloca una segunda pieza de película sobre el material en el molde y se cubre en la segunda placa de metal.

#### **7.11.2.2. Materiales de Clase 2 y 3**

Se prepara el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se llena el molde con el material, como se describe en el apartado 7.11.2.1. Para los materiales de la clase 2, grupo 1, y de la clase 3, se sustituye una de las placas de metal por una placa de vidrio (7.11.1.2) y se coloca la ventana de salida de la fuente de energía externa (7.11.1.7) en el centro de la probeta y contra la placa de vidrio. Se irradia esta sección de la probeta durante el tiempo de exposición recomendado por el fabricante. Se mueve la ventana de salida a la sección próxima al centro que solapa a la sección anterior, una distancia igual a la mitad del diámetro de la ventana de salida y se irradia durante tiempo apropiado. Después se irradia de la misma forma la sección del otro lado del centro. Se continúa este procedimiento hasta que toda la longitud de la probeta ha sido irradiada durante el tiempo recomendado por el fabricante. Se repite el procedimiento de irradiación sobre el otro lado de la probeta. Se coloca este conjunto en el baño de agua mantenido  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$  durante 15min. Después se retira la probeta del molde y se elimina cuidadosamente las rebabas lijándose suavemente con el papel abrasivo se grano 320. Después se conserva en agua (7.1) a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  hasta el comienzo del ensayo.

Para materiales clase 2 grupo2, se siguen las instrucciones del fabricante respecto del uso de fuente de energía externa. Si en las instrucciones se requiere un tiempo preliminar de exposición a la luz azul antes de la colocación de la probeta en el aparato e energía externa, se efectúa esta exposición de acuerdo con el procedimiento especificado en el apartado anterior (materiales grupo 1). Se entre la probeta del

molde y se eliminan cuidadosamente las rebabas lijándola suavemente con papel abrasivo de grano 320. Se coloca directamente en el aparato de energía externa. Después de la polimerización, se retira la probeta del aparato y se conserva en agua (7.1) a  $37\pm 1$  °C hasta el comienzo del ensayo.

Si no requiere acondicionamiento previo a la introducción del material en el aparato, el material y el molde se deben colocar en el aparato para la polimerización. Después de la polimerización, se extrae la probeta del molde y se eliminan cuidadosamente las rebabas lijándola suavemente. A continuación, se conserva en agua (7.1) a  $37\pm 1$ °C hasta el comienzo del ensayo.

Se preparan 8 probetas como mínimo.

**4.1.1 ANEXO N° 3: INFORME DEL INGENIERO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**  
 Laboratorio de Mecánica – Lab. N° 4

INFORME TECNICO  
 Lb4-1853-2019

**ENSAYO DE MICRODUREZA SUPERFICIAL  
 EN RESINAS**

SOLICITANTE : **LAURENCIO BEJARANO Deysi Yanina Y  
 ROMERO MORALES Gaby**

FECHA : Lima, 12 de Septiembre de 2019

1.	ANTECEDENTES	Se recibió cuarenta y cinco (45) muestras de resinas, con la finalidad de realizarles ensayos de microdureza superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	Se identificó según el cliente, como: Cuarenta y cinco (45) muestras de resinas compuestas, según los grupos: Grupo 1: Quince (1-15) muestras de dientes artificiales, BRIGHT - LIGHT Grupo 2: Quince (16-30) muestras de dientes artificiales, VITTRA APS-FGM Grupo 3: Quince (31-45) muestras de dientes artificiales, HERCULITE PRECIS-KERR  TESIS : "MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA, VITTRA APS-FGM, HERCULITE PRECIS-KERR Y BRIGHT LIGHT: ESTUDIO IN VITRO"
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	• Durómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 18 °C H.R. : 78 %





RESULTADOS

5.1 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo 1

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	33,95
2	33,71
3	41,26
4	34,24
5	36,13
6	34,32
7	32,82
8	32,96
9	33,49
10	32,32
11	32,60
12	22,39
13	33,04
14	14,12
15	15,92

5.2 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo 2

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
16	23,48
17	16,94
18	35,77
19	21,86
20	34,79
21	34,41
22	52,15
23	51,80



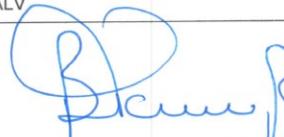


24	29,53
25	56,08
26	58,46
27	53,66
28	48,64
29	51,22
30	49,83

5.3 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo 3

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
31	33,18
32	43,66
33	43,88
34	43,88
35	39,61
36	39,94
37	43,11
38	36,97
39	47,21
40	40,10
41	42,03
42	47,09
43	34,55
44	47,61
45	45,39

\* Código de autenticación : MDCCCLIII TAPI CALV

  
ING. BERNABÉ TARAZONA BERMÚDEZ  
CIP. 61907  
Jefe del Laboratorio de Mecánica – Lab. N°4



#### 4.1.2 ANEXO N° 4: RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA, VITTRA

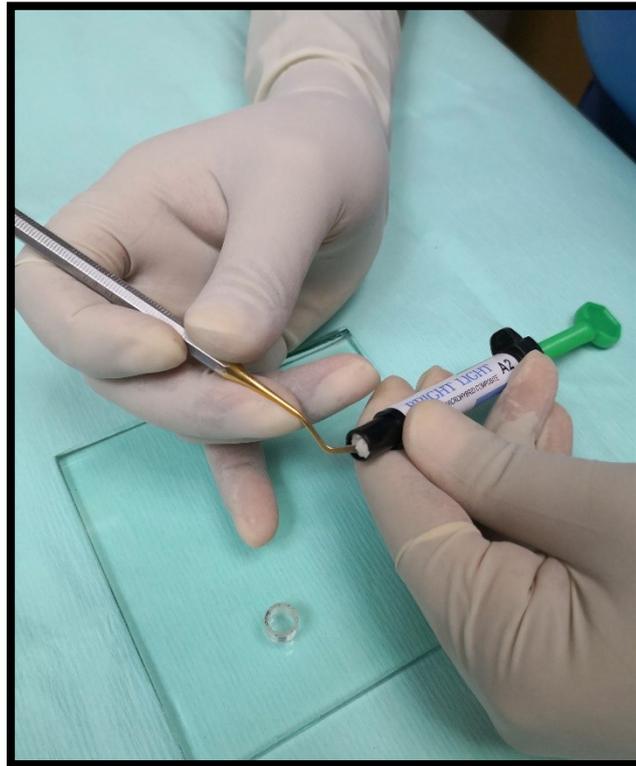
#### 4.1.3 APS-FGM, HERCULITE PRÉCIS-KERR Y BRIGHT LIGHT



#### RESINA COMPUESTA BRIGHT LIGHT



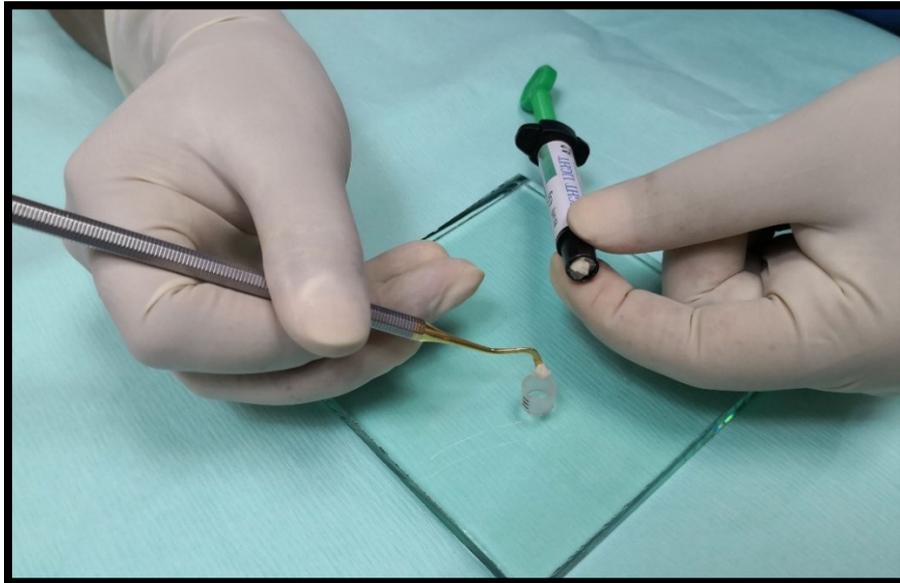
## CONFECCIONANDO LOS CILINDROS DE LA RESINA BRIGHT LIGHT



**INCREMENTOS DE 1.5MM Y FOTOCURADO DE 20 SEGUNDOS POR  
CADA CAPA DE INCREMENTO.**



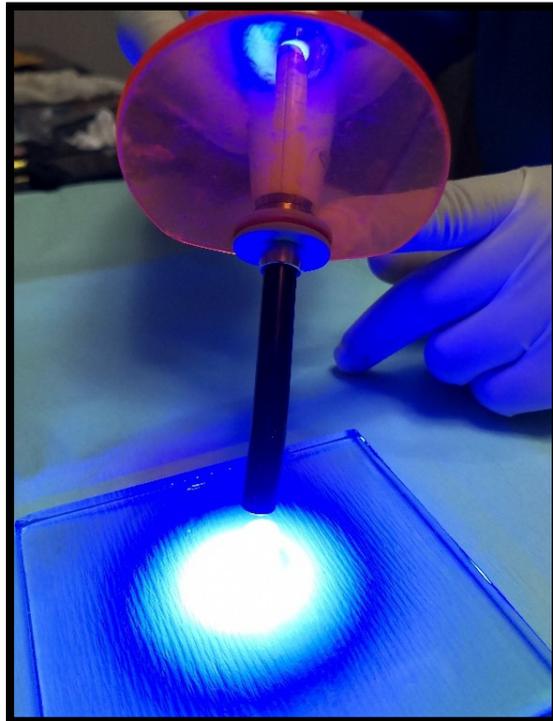
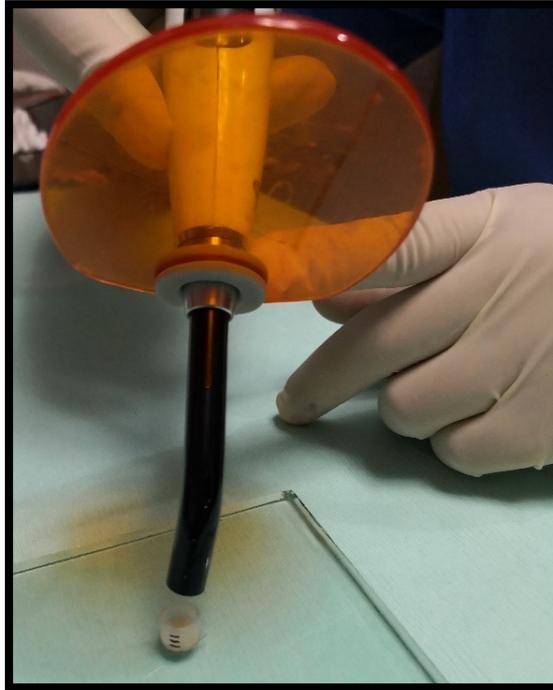
**INCREMENTOS DE 1.5MM Y FOTOCURADO DE 20 SEGUNDOS POR  
CADA CAPA DE INCREMENTO.**



**INCREMENTO DE LA ÚLTIMA CAPA DE RESINA BRIGHT LIGHT**



**FOTOCURADO DE 20 SEGUNDOS POR CADA CAPA DE INCREMENTO.**



**FOTOCURADO DE 20 SEGUNDOS POR CADA CAPA DE INCREMENTO.**



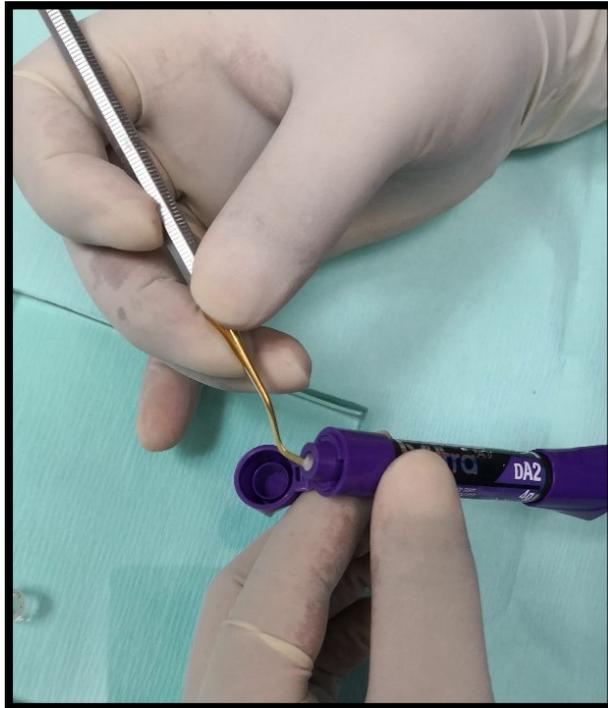
**MUESTRA RESINA BRIGHT LIGHT**



## RESINAS COMPUESTA VITTRA APS-FGM



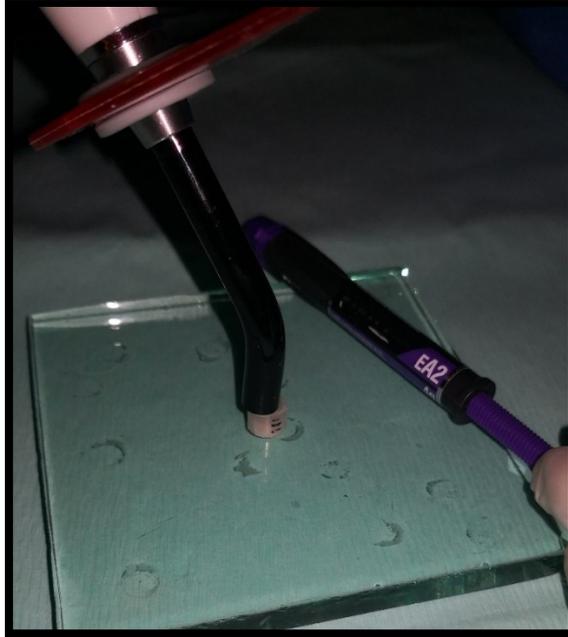
**CONFECCIONANDO LOS CILINDROS DE LA RESINA VITRA – FGM.**



**INCREMENTOS DE 1.5MM**



**INCREMENTO DE LA ÚLTIMA CAPA DE RESINA VITTRA – FGM,,  
FOTOCURADO DE 20 SEGUNDOS POR CADA CAPA DE INCREMENTO.**



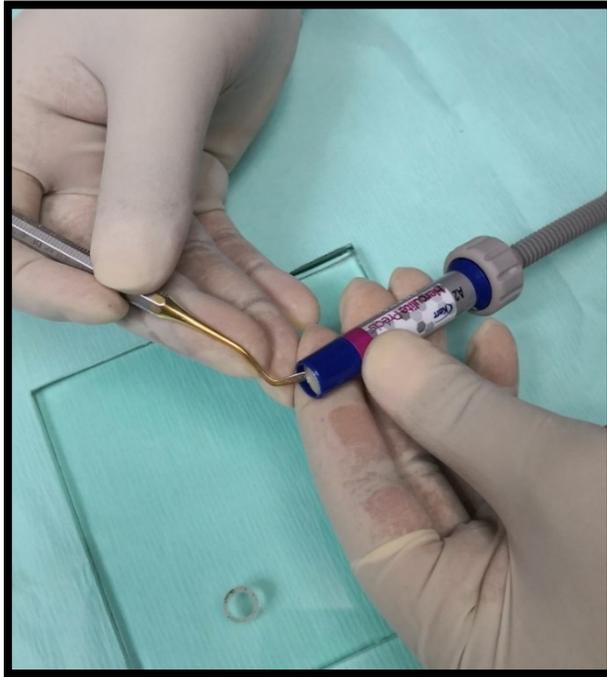
## MUESTRA VITRA APS-FGM



## RESINAS COMPUESTA HERCULITE



## CONFECCIONANDO LOS CILINDROS DE LA RESINA HERCULITE



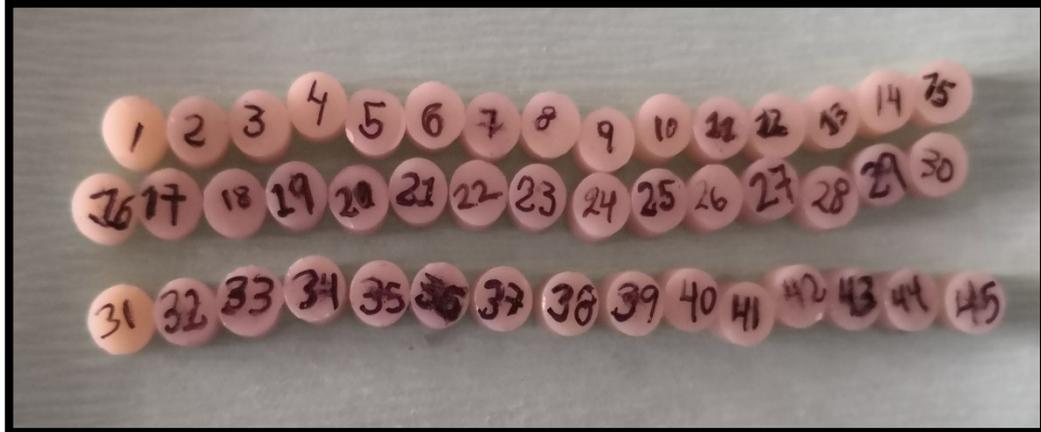
## INCREMENTO DE LA ÚLTIMA CAPA DE RESINA HERCULITE

FOTOCURADO DE 20 SEGUNDOS POR CADA CAPA DE INCREMENTO





**SE ENUMERA LAS MUESTRAS DE RESINA DE ACUERDO AL ORDEN  
DE LA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**



SE REALIZA LA CALIBRACIÓN DE CADA MUESTRA DE RESINA, CON  
EL CALIBRADOR DIGITAL.



**PESAS DE ACERO DE 100**





**DURÓMETRO VICKERS**



**ENSAYO DE IDENTACIÓN CON UN PESO DE 100G, EN UN TIEMPO DE  
15 SEGUNDOS.**



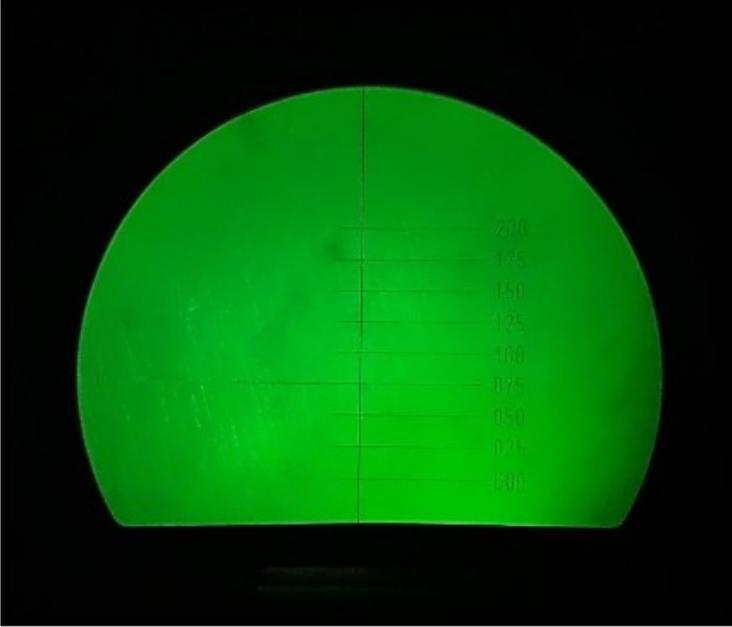
**ENSAYO DE IDENTACIÓN.**



**OBSERVANDO EN EL ENSAYO DE IDENTACION DE CADA MUESTRA  
DE RESINA**



**IDENTACIÓN VISTA DESDE EL MICROSCOPIO.**



**INSTITUTO DE CIENCIA DE LOS MATERIALES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - UNI**

MICRODUREZA VICKERS

The diagram illustrates the Vickers hardness test. It shows a diamond-shaped indenter with a 136-degree angle pressing into a material. The resulting indentation is a square with diagonals. A scale below the diagram shows the distance from the center of the indenter to the edge of the indentation, with markings at 0, 5, 15, and 20. A 45-degree angle is also indicated. The text 'posición de operación' is visible in the diagram.

**LABORATORIO DE FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**



**EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO "VALDIZAN DE HUÁNUCO"  
FACULTAD DE MEDICINA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PATA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
CIRUJANO DENTISTA

En la ciudad Universitaria de Cayhuayna, a los 04 días, del mes MARZO del año dos mil veinte, siendo las 13 horas con 00 minutos, y de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNHEVAL, se reunieron en el auditorio de la EP de Odontología, los miembros del Jurado calificador de tesis, nombrados con la Resolución N° 064-2020-UNHEVAL-FM-D, de fecha 26.feb.2020, para proceder con la evaluación de la tesis titulada "**MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE RESINAS COMPUESTAS CON NANOTECNOLOGIA, VITTRA APS – FGM, HERCULITE PRÉSIS – KERR Y BRIGHT LIGHT: ESTUDIO IN VITRO**", elaborado por las Bachilleres en Odontología, **LAURENCIO BEJARANO, Deysi Yanina y ROMERO MORALES, Gaby**, para obtener el **TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA**, conformado el jurado por los siguientes docentes:

- Mg. GONZÁLES SOTO, César Lincoln
- Mg. BALDEÓN VALLADARES, Luis Alberto
- Mg. AZAÑEDO RAMIREZ, Victor Abraham
- Cd. CACHAY CHÁVEZ, Rafael

Finalmente el acto de sustentación de Tesis, el Presidente del Jurado Evaluador indica a los sustentantes y al público presente retirarse de la sala de sustentación por un espacio de cinco minutos para deliberar y emitir la calificación final, quedando las sustentantes APROBADO, con la nota de 17 equivalente a MUY BUENO, con lo cual se da por concluido el proceso de sustentación de Tesis a horas 13:05, en fe de lo cual firmamos.

  
Mg. GONZÁLES SOTO, César Lincoln  
**PRESIDENTE**

  
Mg. BALDEÓN VALLADARES, Luis Alberto  
**SECRETARIO**

  
Mg. AZAÑEDO RAMIREZ, Victor Abraham  
**VOCAL**

**Observaciones**

- .....  
.....
- Excelente (19 y 20)
  - Muy Bueno (17,18)
  - Bueno (14,15 y 16)