

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA**  
**MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UNA RESINA**  
**COMPUESTA, TRUJILLO 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**CIRUJANO DENTISTA**

**AUTOR:**

**Br. AMAYA CERVERA VICTOR ALEXIS**

**ORCID: 0000-0003-3806-8134**

**ASESOR:**

**Dr. CASTILLO HIDALGO EFREN GABRIEL**

**ORCID: 0000-0002-0247-8724**

**TRUJILLO-PERÚ**  
**2018**

**TÍTULO DE LA TESIS**

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA  
MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UNA RESINA  
COMPUESTA, TRUJILLO 2019**

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Amaya Cervera, Victor Alexis  
ORCID: 0000-0003-3806-8134  
Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Facultad de Ciencias de la Salud,  
Trujillo, Perú.

### **ASESOR**

Castillo Hidalgo, Efren Gabriel  
ORCID: 0000-0002-0247-8724  
Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Facultad de Ciencias de la Salud,  
Trujillo, Perú.

### **JURADO DE INVESTIGACIÓN**

Ruiz Cisneros, Catherin Angélica  
Presidente  
ORCID: 0000-0002-0978-3465

Ganoza Larrea, Luis Jason  
Miembro

ORCID: .

Castillo Hidalgo, Efren Gabriel  
Miembro  
ORCID: 0000-0002-0247-8724

## **FIRMA DE JURADO Y ASESOR**

---

RUIZ CISNEROS, CATHERIN ANGÉLICA

Presidenta

---

GANOZA LARREA, LUIS JASON

Secretario

---

CASTILLO HIDALGO, EFREN GABRIEL

Vocal

---

CASTILLO HIDALGO, EFREN GABRIEL

Asesor

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por su inmenso amor y bondad, ya que me permite sonreír ante todos los logros que consigo gracias a su ayuda.

Agradezco a mis docentes, mentores, los cuales son personas de gran sabiduría, quienes han dedicado su tiempo y esfuerzo para ayudarme a conseguir una parte de mis metas.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Victor Amaya y Liliam Cervera, Por haberme forjado como la persona que soy actualmente, a mi hermana, Yamile Amaya que junto a mi Tenuski son motores para seguir, y a todos los familiares y amigos que me apoyaron a lo largo de este camino ya que todos los logros que estoy cumpliendo son gracias a ellos, por motivarme constantemente de una u otra forma para alcanzar mis metas.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de temperatura en la microdureza superficial de una resina compuesta.

La muestra estuvo conformada por 35 especímenes de resina compuesta FILTEK™ Z350XT, se dividieron en cinco grupos, siete especímenes por grupo. La resina compuesta fue sometida a diferentes temperaturas (0°, 10°, 20°, 30° y 40° C), para posteriormente fotopolimerizar por 20 segundos. Se envolvió en papel aluminio y se conservó por 24 horas para completar la polimerización en fase oscura y así evitar la exposición a la luz natural, posteriormente se evaluó la microdureza superficial para lo cual se usó el Microdurómetro Vickers, BS EN ISO 6507-3:2005/ASTME92-82:2003, utilizando una carga de 0.3 kgf durante 30 s. Se registraron tres indentaciones en la superficie de cada muestra. Obtenidos los datos se compararon los grupos usando la prueba ANOVA, donde se obtuvo  $p = 0.000 < 0.05$ , de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadística entre los grupos evaluados respecto a la microdureza superficial de la resina compuesta, para la comparación múltiple se utilizó el test de Duncan donde se observó que la microdureza superficial de la resina es similar a los 20° C y 30° C siendo alta; también es similar a los 10° C y 40° C siendo media y 0° C siendo baja. Se llegó a la conclusión de que la temperatura influye de manera importante en la microdureza superficial de la resina compuesta dado que en los 20° C y 30° C presentó mayor microdureza superficial.

**Palabras clave:** microdureza superficial, resina compuesta, temperatura.

## SUMMARY

The objective of this research was to determine the influence of temperature on the surface microhardness of a composite resin.

The sample consisted of 35 FILTEK™ Z350XT composite resin specimens, were divided into five groups, seven specimens per group. The composite resin was subjected to different temperatures (0 °, 10 °, 20 °, 30 ° and 40 ° C), to subsequently photopolymerize for 20 seconds. It was wrapped in aluminum foil and kept for 24 hours to complete the polymerization in the dark phase and thus avoid exposure to natural light, then the surface microhardness was evaluated for which the Vickers Microdurometer, BS EN ISO 6507–3 was used: 2005 / ASTM E92–82: 2003, using a load of 0.3 kgf for 30 s. Three indentations were recorded on the surface of each sample. Once the data were obtained, the groups were compared using the ANOVA test, where  $p = 0.000 < 0.05$  was obtained, from which we can indicate that if there is a statistical difference between the groups evaluated with respect to the surface microhardness of the composite resin, for multiple comparison Duncan test was used where it was observed that the surface microhardness of the resin is similar to 20 ° C and 30 ° C being high; It is also similar to 10 ° C and 40 ° C being medium and 0 ° C being low. It was concluded that the temperature has an important influence on the surface microhardness of the composite resin given that at 20 ° C and 30 ° C it presented greater surface microhardness.

**Keywords:** composite resin, surface microhardness, temperature.

## CONTENIDO

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| TÍTULO DE LA TESIS .....                                            | ii  |
| EQUIPO DE TRABAJO .....                                             | iii |
| HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR.....                              | iv  |
| HOJA DE AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA.....                         | v   |
| RESUMEN Y ABSTRACT .....                                            | vii |
| CONTENIDO.....                                                      | ix  |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS.....                           | x   |
| <br>                                                                |     |
| I. Introducción .....                                               | 1   |
| II. Revisión de literatura .....                                    | 3   |
| III. Hipótesis.....                                                 | 27  |
| IV. Metodología .....                                               | 28  |
| 3.1. Diseño de la investigación .....                               | 28  |
| 3.2. Población y muestra .....                                      | 28  |
| 3.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores ... | 29  |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....           | 30  |
| 3.5. Plan de análisis .....                                         | 32  |
| 3.6. Matriz de consistencia.....                                    | 34  |
| 3.7. Principios éticos .....                                        | 35  |
| V. Resultados .....                                                 | 36  |
| 4.1 Resultados .....                                                | 36  |
| 4.2 Análisis de resultados.....                                     | 46  |
| V. Conclusiones .....                                               | 50  |
| Referencias bibliográficas .....                                    | 52  |
| Anexos.....                                                         | 57  |

## **Índice de Tablas**

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> <i>Microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación</i> ..... | 36 |
| <b>Tabla 2:</b> <i>Microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación</i> ..... | 37 |
| <b>Tabla 3:</b> <i>Microdureza superficial de una resina compuesta según temperatura, prueba de normalidad</i> .....                       | 38 |
| <b>Tabla 4:</b> <i>Comparación de la microdureza superficial de la resina compuesta sometida a diferentes temperaturas</i> .....           | 39 |
| <b>Tabla 5:</b> <i>Relación entre la temperatura de la resina y la microdureza superficial</i> .....                                       | 44 |

## ***Índice de Gráficos***

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1:</b> <i>Microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación</i> ..... | 45 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **I. Introducción**

El material restaurador más utilizado en odontología es la resina compuesta, en la práctica clínica es estudiado hasta la actualidad y posee excelentes propiedades mecánicas y químicas, pero también estéticas y debido a esto tiene una alta demanda en la estética actual.<sup>1</sup>

En la práctica clínica al usar resinas compuestas podemos darnos cuenta que esta pasa por múltiples tiempos y ambientes desde que se adquiere, se almacena y se usa en el paciente. Según la literatura el paso más importante de una restauración es la polimerización ya que esta se relaciona con la biocompatibilidad de tejidos, propiedades físicas y químicas de la restauración y también con el crecimiento de bacterias.<sup>2,3</sup>

Por otro lado, si analizamos las causas que podrían alterar las características del material restaurador, podemos hablar de pasos que forman parte del protocolo para una restauración, entre los cuales podemos destacar la longitud de onda emitida, así como también la potencia de luz y el tiempo de fotoactivación. Se reporta en la literatura que la temperatura de la resina tiene una relación directa durante la polimerización de la misma.<sup>4,5</sup>

La siguiente investigación se realizó con la intención de determinar la influencia de temperatura en la microdureza superficial de una resina compuesta, para así poder dar a conocer cómo influye en las características mecánicas de este material, alertando así a la comunidad científica para que los operadores tomen en cuenta la temperatura como parte de sus protocolos de operatoria dental.

La metodología fue cuantitativa, nivel explicativo de diseño experimental. El resultado obtenido en esta investigación sobre determinar la microdureza superficial de resinas compuestas sometidas a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación fue, que al variar la temperatura de las resinas compuestas varía relativamente la microdureza superficial de estas, aumentando o disminuyendo, en conclusión, los grupos con la temperatura de 20° C y 30° C presentan la mayor microdureza superficial en relación a los demás grupos.

## **II. Revisión de la literatura**

### **2.1 Antecedentes**

AlShaafi M. et al. (2016) en Arabia, realizó un estudio con el propósito de evaluar qué efectos producen cuando la resina compuesta es sometida a diferentes temperaturas y cuáles son sus repercusiones en la microdureza superficial. En la metodología se usaron dos tipos de compuestos a base de resina. (RBC) se curaron con luz utilizando un diodo emisor de luz (LED). Las muestras de resina se centraron en una placa infrarroja transformada de Fourier con reflectancia total atenuada (FT-IR) calentada a 23 ° C o 33 ° C. El grado de conversión de la resina se calculó después de 120 segundos, se extrajeron los especímenes, y el KHN (Microdureza Knoop) fue probado en la parte inferior de las muestras tanto inmediatamente, después de 24 horas, y después de 7 días de almacenamiento en agua destilada en su totalidad. Oscuridad a 37 ° C. Los datos señalan que al aumentar la temperatura se presentó un resultado significativo ( $p < .05$ ). Se produjo mayor conversión y dureza cuando la temperatura de curado se incrementó de 23 ° C a 33 ° C. Se concluye que las propiedades físicas de los materiales dentales pueden ser mejores cuando se hacen en la boca que cuando se hacen en un laboratorio a temperatura ambiente.<sup>12</sup>

Dimitrios et al (2015), en Grecia, cuyo estudio evaluó la microdureza de dos resinas compuestas cuando se las somete a tres temperaturas diferentes y tres tiempos de curado por luz diferentes. Se utilizaron dos compuestos; Filtek Z250 y Grandio. Se utilizaron tres temperaturas diferentes (23, 37 y 55 °C), utilizando un calentador compuesto. Las muestras calentadas se inyectaron inmediatamente en moldes cilíndricos (6 mm x 2 mm) y la superficie superior de las muestras se polimerizó durante 10, 20 y 40 segundos, utilizando una unidad de fotopolimerización

de cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH LCU). Las mediciones de microdureza de Vickers se realizaron desde el área inferior y superior de los modelos, después del almacenamiento en seco durante 24 horas en la oscuridad. Los resultados indicaron que hubo un aumento en la microdureza a medida que la temperatura del compuesto aumentó en la superficie superior o inferior. Además, hubo un aumento general en la microdureza para ambos compuestos a medida que aumentaba el tiempo de curado. El tipo de materiales compuestos no influyó en la microdureza de la superficie. La temperatura de los composites afecta a su microdureza superficial. Además, el tiempo de fotopolimerización influye en los valores de microdureza de los compuestos probados.<sup>9</sup>

Jongsma. et al. (2015), en Países Bajos cuyo estudio mide la influencia de la temperatura en la tensión de contracción y la contracción volumétrica de Clearfil AP-X, Venus Diamond, Premise y Filtek Z250. Las mediciones de la contracción volumétrica se llevaron a cabo utilizando la dilatometría de mercurio, mientras que se utilizó una configuración de tensilómetro de restricción para la medición de la tensión de contracción. Las mediciones se llevaron a cabo con una temperatura compuesta de 23, 30, 37 y 44 °C. Los resultados demostraron que la contracción de volumen incrementa con la temperatura más elevada. Venus Diamond y Premise presentan una contracción de volumen más baja que Filtek Z50 y Clearfil AP-X. Este último presenta tensión de contracción más alta la cual incrementa tenuemente con temperaturas más elevadas. Los demás materiales solo presentan un incremento de la tensión de contracción entre 23 y 30°C. Se concluyó que, al calentar los compuestos odontológicos la contracción volumétrica es más alta. No obstante, la tensión de

contracción no se modifica drásticamente por el incremento de la temperatura en más de 30°C.<sup>10</sup>

Calheiros. et al (2014), en Brasil, cuyo estudio presentó como evaluar el grado de conversión (GC) y el estrés de polimerización (PS) aumenta con la temperatura del material compuesto, también que la reducida exposición a la luz aplicada a los compuestos precalentados produce una conversión similar a la temperatura ambiente con PS disminuido. Las muestras compuestas (diámetro: 5 mm, altura: 2 mm) se analizaron isotérmicamente a 22°C (control), 40°C y 60°C utilizando exposiciones a la luz de 5 o 20 s (control). El GC fue medido 5 min después del inicio de la luz con la espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) en la superficie inferior de la muestra. El estrés no isotérmico también se midió con material compuesto mantenido a 22°C o 60°C, e irradiado durante 20 s a 30°C. Tanto la tensión máxima del GC como la isotérmica aumentaron con la temperatura y duración de la exposición. Se concluyó que el aumento de la temperatura en el material compuesto permite una duración de exposición reducida y un menor estrés de polimerización (tanto máximo como final) mientras se perdura o incrementa el grado de conversión.<sup>11</sup>

Santana et. al. (2009), En Brasil cuyo estudio evaluó cómo influye la temperatura en la microdureza Knoop de los composites, determinaron si es que hay desigualdad entre las superficies fotocuradas antes y después de aplicar la luz. Usando 84 modelos de forma rectangular (10 x 2 x 2mm) en su totalidad, las cuales se fotocuraron a (600mW/cm<sup>2</sup>- 40 s), se utilizaron siete especies para cara composite (FillMagic, Natural Look, TE-Economic, Glacier, Prisma APH) para luego ser precalentadas a 170° C durante 10 minutos, los especímenes fueron conservados en recipientes oscuros

a 37° C por 72h. Los datos KHN se consiguieron en 3 lugares para cada modelo con distancia de 0.2, 1.0, y 2.0 mm del área con irradiación. Como resultado se presentó mejoría de los datos KHN que dependería de los composites investigados. Dichos datos de TE-Economic, Prisma y Natural Look mejoraron significativamente gracias al procedimiento térmico, entretanto FillMagic y Glaciar no presentaron modificaciones. Luego del calentamiento, la discrepancia desde la superficie de irradiación y las zonas más cercanas al área de irradiación presentaron un valor KHN mayor. Como conclusión se obtuvo que es importante seleccionar el composite como uso de precalentamiento. Los lugares más cercanos del área de irradiación muestran mayor dureza, inclusive luego de realizar el procedimiento térmico.<sup>5</sup>

Quintanilla et al. (2016) en Perú cuyo estudio tuvo como finalidad evaluar la microdureza superficial de un composite fotocurativo a distintas temperaturas y concluir el tiempo ideal de estancia después de estar en refrigeración. Se fabricaron 5 modelos de 5mm de diámetro por 2 en altura usando el composite Filtek™ Z350<sup>XT</sup> A1(3M ESPE). En la primera etapa los modelos se precalentaron y fotocuraron a temperatura de 0, 10, 0, 30 y 40 °C; para la segunda etapa los composites se refrigeraron a 0 °C, para luego ser retirados y reposar por 0, 10, 20 y 30 min previo a ser fotocurados. Se empleó una lámpara Bluephase® C8 (Ivoclar Vivadent) a 600mW/cm<sup>2</sup> de potencia de luz. Para los valores de microdureza se empleó Vickers MMT (Buehler). Para analizar los valores obtenidos se realizó la prueba ANOVA/Tukey. Como resultado se determinó que, mientras más alta la temperatura de los composites, mayor es la microdureza superficial. Se obtuvo que en 20 °C la resina compuesta presentó los datos de microdureza superficial más altos en el momento que se comparó a 0, 10 °C ( $p < .05$ ) de temperatura. Los composites

refrigerados a 0 min o a 10 min presentaron menor valor de microdureza superficial que en 20 min y 30 min ( $p < .05$ ). Concluyeron que la temperatura de los composites debe ser superior a 20°C para ser fotoactivado y que los composites al ser refrigerados para ser conservados, debe preservarse por lo menos 20 min antes de ser fotoactivado.<sup>8</sup>

## **2.2. Marco Teórico**

### Dureza superficial

Es una característica de gran consideración cuando se desea contrastar los composites que podrían determinarse como la resistencia que da el composite a la indentación, impregnación o ranura persistente del área. La dureza es una escala de la resistencia a la deformidad plástica que se calcula como la potencia por unidad de área de indentación. La intensidad se manifiesta en: valor de dureza, y este dato es dependiente del procedimiento usado para ser evaluado.<sup>34</sup>

Generalmente, datos por debajo del número de dureza señalan ser un elemento suave y al revés. La dureza sugiere la simplicidad para el pulido de una composición y su capacidad de soportar rayaduras lo que conlleva a un buen acabado estético. Un deficiente acabado presenta la posibilidad de disminuir la fuerza de resistencia a la fatiga y mayor frecuencia de fallos precoces.<sup>34</sup>

### Técnicas para medir la dureza

Concepto:

Existen diversos modos de prueba que permiten calcular la dureza, la diferencia radica en el elemento, la forma y por la carga del penetrador. El penetrador puede ser:

- Acero
- Carburo Tungsteno
- Diamante
- De forma esférica, cónica o piramidal.

Para seleccionar el método de dureza se necesita saber que elemento se va a estudiar, la dureza esperada y el nivel de ubicación requerido. Indistintamente del método, la técnica genérica para calibrar la dureza es utilizar presión homogénea o una fuerza precisa en la punta del penetrante. Este peso crea hendiduras semejantes. La profundidad, el área o el ancho se pueden medir con un microscopio. Luego, correlacione el tamaño de la sangría con el valor ya listado. El tamaño de la abolladura es inversamente proporcional a la resistencia a la inserción del elemento inspeccionado.<sup>35</sup>

Varios de los procedimientos más usados para corroborar la microdureza de los composites son:

#### Método de Brinell para calcular la dureza

El método de dureza Brinell se considera una de las pruebas de mayor antigüedad utilizadas para estudiar metales y aleaciones dentales. El proceso depende de la resistencia que proporciona la penetración de pequeñas bolas de acero o carburo de

tungsteno con un diámetro de 1,6 mm al soportar una carga de 123 N. Al calcular la dureza Brinell del composite, se sujeta el indentador y se estudia la muestra dentro de una fase fija de 30 segundos, luego se aparta el indentador y se calcula cuidadosamente el calibre de la hendidura. Para definir la medida de la dureza final, llamado valor de dureza Brinell (BHN), se manifiesta en  $\text{Kg/mm}^2$ , este método calcula la relación entre la fuerza sobrepuesta y el área de indentación. Mientras menos sea la indentación, la dureza del composite será más duro y más grande va a ser la valoración del BHN. Este método presenta un área de indentación subjetivamente extenso y por este motivo el método es válido para delimitar la dureza media y menos aconsejable para establecer valores muy precisos. Con el fin de conseguir impresiones de menor tamaño, se utilizan indentadores de mayor dureza que las esferas de acero; es por ello que se utilizan otros métodos.<sup>35</sup>

#### Método de Rockwell para calcular la dureza

El desarrollo de esta prueba es una forma de comprender la dureza de materiales muy rígidos. Generalmente es utilizado un indentador en forma de:

- Bola de acero
- Cono diamante.

El indentador presenta un ángulo en la punta de  $120^\circ$ , radio redondeado de 0,2mm. De esta forma, la profundidad de la hendidura se mide con un micrómetro graduado muy sensible. Utiliza indentadores esféricos o cónicos con diferentes diámetros y desigual valor de carga (60 kg a 150 kg); toda mezcla se detalla como una medida única de Rockwell. En este método hay 2 fuerzas distintas que trabajan. Inicialmente se emplea

una pequeña carga para suprimir errores causados por irregularidades en la superficie. Después de eso, se aplicó una carga considerable sin mover la muestra. La carga de menor tamaño recibe el nombre de precarga y la adición de la carga de menor tamaño con la carga de mayor tamaño recibe el nombre de carga de prueba.

Para este método se presenta una modificación (método superficial de Rockwell) en donde se utilizan cargas con una valoración menor. Este método fue utilizado para investigar los materiales moldeables que se usan en odontología. Es una modificación que utiliza precarga parcialmente de menor tamaño (3Kg) y una fuerza subjetivamente menor además (15-45 Kg). El error de este método es que hace falta una precarga, es necesario una mayor duración y la indentación puede ocultar datos.<sup>35</sup>

#### Método de Knoop para medir la dureza

Este método ha sido inventado con la finalidad de contemplar las pretensiones sobre un procedimiento de prueba para microindentación. Radica en el uso de una fuerza a un indentador de diamante atentamente listo y la subsiguiente medida de las magnitudes de las diagonales dadas por la indentación final en el composite. Los datos de dureza de Knoop son el resultado entre la fuerza administrada y el área de la indentación.

Esta prueba está elaborada con el fin de poder usar cargas distintas variantes encima de un indentador. Por lo tanto, el área de la indentación.<sup>36</sup>

El desenlace variará en relación a la fuerza administrada y del comportamiento normal del elemento estudiado. Esta prueba presenta la ventaja de poder aprender con objetos de dureza bastantes desiguales con tan solo ir modificando la intensidad de la carga

administrada. Debido que al ir implementando fuerzas bastantes suaves se consiguen microindentaciones muy débiles, este método puede usarse para averiguar elementos con regiones de distinta dureza.<sup>36</sup>

#### Método de Vickers para medir la dureza

Este método utiliza un penetrador que contiene su pirámide diamantada con apoyo cuadrangular formando un ángulo de 136° entre sus caras opuestas, aprobando un examen muy pequeño e impactaciones de poca profundidad, piramidal, de área adyacente S, a medida que:<sup>37</sup>

$$H = \frac{P}{S} = 14,23 \frac{P}{D^2}$$

#### Influencia de la temperatura en la micro-dureza superficial

La colocación de materiales compuestos a una temperatura alta reduce su viscosidad y aumenta la efectividad de la polimerización. El calentamiento del material compuesto anterior a la colocación en la cavidad y la polimerización aumenta la tasa de transformación del monómero y, entonces, la duración del tiempo de irradiación puede reducirse. Al incrementar la temperatura de la pasta, los radicales libres y las cadenas de polímeros desarrollándose se tornan más dinámicas como consecuencia de la reducción de untuosidad de la pasta y reaccionan con gran volumen, lo cual concluye en una mejor contracción de polimerización y una más enorme reticulación. Un crecimiento en el grado de polimerización de los compuestos puede conducir a una mejor conformación interna a los muros de la cavidad, características mecánicas mejoradas y más enorme resistencia al desgaste.<sup>8,9,10</sup>

## Composite Filtek Z350 3M ESPE

Es un composite fotopolimerizable utilizado como material obturador en dientes anteriores y posteriores, tiene la capacidad de adherirse de manera resistente al remanente dental. Es un composite radiopaco que viene en presentación de jeringas, con gran variedad de tonos para esmalte, dentina, cuerpo y translúcidos.

Es escogida para este análisis por tener mejores características según estudios, como:

- Resistencia al pulido
- Resistencia al desgaste de 3 cuerpos
- Resistencia a las tensiones de diametrales
- Resistencia a las fracturas
- Resistencia a la compresión
- Contracción volumétrica.

## Resina compuesta

Hoy en día, la resina compuesta es sin duda alguna el material más usado en la reconstrucción estética. En el campo de la odontología conservadora, se agregaron resinas compuestas para minimizar las deficiencias de las resinas acrílicas, hasta la década de 1940, las resinas acrílicas habían reemplazado al cemento de Silicato, y hasta entonces, eran el único material estético. Buonocore, en el año 1955 usó ácido grabador con el fin de mejorar la adherencia del composite en la pared dental. Bowen, en el año 1962 En 1962, Bowen inventó el copolímero de BisGMA intentando dar mejoría en sus propiedades mecánicas del composite. Como resultado, los monómeros

de los composites solo formaron polímeros de cadena lineal.<sup>13</sup> Estos materiales compuestos curados químicamente iniciales requieren la combinación de una suspensión base y un catalizador para lograr este objetivo. El problema proviene de las proporciones, la mezcla y la durabilidad del color.<sup>14</sup> En los años 70 se dieron a conocer composites polimerizables por radiación electromagnética que evitaban el batido y los consecuentes problemas, en un inicio se usaba energía radiante de luz ultravioleta a 365nm, sin embargo frente a sus consecuencias dañinas y su poca capacidad de polimerización a profundidad, fue reemplazada por una luz evidente de 427 – 491nm, a la actualidad, ello sigue siendo investigado.<sup>15</sup>

Los composites tienen 3 etapas:

- Matriz polimérica
- Partículas de relleno
- Agente de acoplamiento

Matriz polimérica

Mayormente los composites utilizan monómeros como el BisGama, UDMA, TEGMA que presentan un elevado peso molecular y gran viscosidad a temperatura ambiente. Debido a en otros términos requisito la implementación de monómeros diluyentes para lograr conseguir el grado de partículas de relleno, sino además para lograr una rigidez sencilla de manejar. El disolvente podría ser el metalacrilato, sin embargo, además son utilizados monómeros desde dimetacrilatos, pero presentan un menor peso molecular cuando es comparado con el BisGMA y el DMU.<sup>16</sup>

Por desgracia, al añadir dichos monómeros disolventes con mínimo peso molecular, se incrementa la contracción al polimerizar, esto permite no utilizar mucha porción en composites. Los monómeros a base de dimetacrilato proporcionan paso al enlace entrecruzado en medio de las cadenas, debido a esta contraposición conseguimos una matriz más profunda a los solventes. Más allá que las características físicas del BisGMA son mejores a la de los composites, no tiene adherencia determinada al tejido dental y, por consiguiente, la deformación del material y la contracción al polimerizar.<sup>17</sup>

#### Partícula de relleno

Al integrar partículas en su matriz, aumenta considerablemente las características mecánicas y físicas. En comparación con la resina sin relleno, al contraer la matriz de resina en el material compuesto, se puede reducir la tasa de contracción de polimerización. La permeabilidad de líquido y su factor de transferencia de calor se reducen a la comparación de la resina sin relleno. Mejoran características físicas, tolerancia a la compresión, tolerancia a la flexibilidad, patrón de flexión y resistencia al desgaste. Estos cambios se proporcionan a medida que aumentan sus partículas de relleno. Estas suelen ser producto del triturado de cuarzo o vidrio, con un tamaño entre el 0,1 y 100µm. El tamaño coloidal (0,04 µm) de las partículas de sílice se obtiene mediante el desarrollo de precipitación o pirólisis. Como cargas se ha usado, terbio, silicato de litio, aluminio, bario, estroncio, cuarzo, dióxido de silicio y zinc.<sup>17</sup>

### Agente acoplador

Es sustancial que las moléculas de relleno se entrelacen a la matriz del composite composite. Lo que concede una matriz polimérica muy moldeable, que traslade la tensión a las moléculas de relleno, siendo aquellas muy duras. Un intermediario de unión usado idealmente puede dar mejores características fisicomecánicas, así como también mejor equilibrio hidrolítico, evitando así la permeabilidad de agua. Además, se aplican titanio y circonio como intermediarios de unión; los intermediarios más usados son procedentes de silanos orgánicos entre ellos el metacriloxipropiltrimetoxisilano. El silano presenta dentro de sus conjuntos al silanol cuando se encuentra en estado hidrolizado. El silanol puede enlazarse con silanoles encima de las áreas de relleno, por medio de la constitución del enlace siloxano. Sin embargo, dichos conjuntos de metacrilato del componente organosilano conforman hipervínculos covalentes con el composite una vez que éste polimeriza completando su desarrollo de unión.<sup>17</sup>

### Método activador

Los monómeros de metacrilato de metilo y metacrilato de dimetilo son polimerizados por sus contrapartes además de reacciones de polimerización iniciadas por radicales libres. Estos últimos podrían ser causados por estimulación química o estimulación física. Dichos materiales compuestos activados por luz se utilizan más ampliamente que los materiales activados químicamente. Se propone un composite dental activado por luz en forma de masa sencilla englobada en una jeringa. El proceso de iniciación en los radicales libres se basa en el fotocurado del receptor fotosensible y su efecto

sobre el activador amínico englobado en la masa. Al exponerse a la luz de una longitud de onda estricta (aproximadamente 468nm) generará una condición alterada del fotoiniciador y formará una relación con las aminas alifáticas, formando así radicales libres e iniciará la polimerización mediante reacciones de adición. El fotoiniciador más utilizado es la canforquinona, que tiene una sensibilidad de 468 nm en el espectro de longitud de onda azul.<sup>18</sup> Este promotor está en la masa a escenarios contiguos a 0.2% en carga o escaso. <sup>17</sup>

#### Inhibidor

En caso de disminuir y/o eludir la polimerización imprevisible de los monómeros, se adicionan inhibidores a la composición de los composites. Dichos inhibidores poseen profunda capacidad de contraposición con radicales libres. Al conformarse un radical independiente, como en una corta exhibición a la luminosidad una vez que se ha desvanecido el elemento, el inhibidor tiene una actitud con el radical independiente y así evitar la dispersión de la contraposición en serie finalizando con la disposición del radical independiente de empezar el desarrollo de polimerización. Una vez que todos los inhibidores se han consumido, va a pasar la propagación de la contraposición si se crea el desdoblamiento de los radicales. Un inhibidor común es el hidroxitolueno butilado que se usa en conglomerados de 0.01 % en carga.<sup>17</sup>

#### Transformadores óticos.

Para conseguir el aspecto de la estructura dental, los composites deben presentar un matiz y trasluz que sea similar a la estructura dental original. Tal combinación de

colores se consigue por la agregación de distintos tintes. Dichos tintes convencionalmente son óxidos metálicos distintos que se adicionan en reducidas proporciones.<sup>17</sup>

## Clases de resinas compuestas

### Resinas de macrorelleno o convencionales

Estos composites fueron los primeros en desarrollarse y con el tiempo se fueron modificando, pero de manera muy lenta en la época. El cuarzo era uno de los rellenos más reconocido de dichos materiales, aun cuando el volumen general de las partículas rodeaba un 8 a 20 $\mu$ m, además se podría encontrar partículas más grandes con un tamaño de 80 $\mu$ m. El relleno en gran parte de los sucesos muestra carga del 70 a 80 % de su peso, y un volumen de 60 a 65%. Las partículas de relleno presentaban gran tamaño, así como también matriz de resina visible a su alrededor. Mostraban ser rígidas en el área como producto de la abrasión seleccionada de la matriz que rodea a las moléculas de rellano. Al realizar el acabado de este modelo de reconstrucciones dejaban áreas ásperas, debido al distinto padrón de acabamiento que tenía la matriz y el relleno, provocando que las moléculas de relleno de gran tamaño permanezcan visibles dejando un área demasiado áspera. Estas reconstrucciones tenían tendencia a mancharse, de cierta forma por la textura rugosa del área que tendía a guardar componentes que provocaban pigmentaciones.<sup>17</sup>

### Resinas de microrelleno

Este tipo de resinas dieron lugar como refuerzo para solucionar la rugosidad de los composites comunes. Se creó un elemento que contiene partícula de sílice coloidal. El volumen normal de las partículas de relleno varia en un rango de 0,04 y 0,4 $\mu$ m. Como volumen final del contenido inorgánico es cercano al 50% de carga. El último contenido de relleno inorgánico es cerca de 50% en peso. Por esto, sus características fisicomecánicas son menores que la de las resinas comunes, porque el 70 % del vol del composite se acomoda a la matriz resinosa, y a más grande proporción de composite en comparación con la proporción de relleno otorga lugar a más grande porción de líquido, con mínimo soporte físico, a más grande coeficiente de propagación térmica y a reducción del patrón de flexibilidad.<sup>17</sup>

### Composite relleno de moléculas diminutas

Fueron desarrollados para mejorar el rendimiento de las resinas compuestas de macrocargas e imitar el rendimiento de las resinas de microcargas. El volumen medio del relleno es de 1 a 8 $\mu$ m, pero la estructura de dimensión es extensa, lo cual permite alta carga de relleno, y los compuestos con partículas diminutas suelen tener mayores rellenos inorgánicos más alto que los materiales compuestos ordinarios. Ciertos materiales compuestos llenos de partículas diminutas utilizan partículas de cuarzo como rellenos, pero diferentes rellenos unirán cristales con metales pesados en el interior. Las resinas de matriz de estos materiales son similares a los materiales compuestos ordinarios y micro-rellenos. El volumen de partícula de relleno de estos composites les permite obtener una superficie lisa y se pueden aplicar a los dientes

anteriores, pero no se asemejan a los productos como los compuestos de micro-relleno o los compuestos híbridos por lo cual se han descontinuado.<sup>17</sup>

### Composites híbridos

Dieron lugar como ayuda por lograr el área con acabado liso de los composites de micro-relleno y la resistencia física de los composites de macro-relleno. Las partículas de relleno híbridas modernas presentan sílice coloidal y partículas diminutas de cristales que engloban metales pesados, formando una composición de relleno de 75 a 80% en carga. Dichas partículas presentan un volumen de 0.04 y 5 $\mu\text{m}$ . En una organización común, 75% de las partículas poseen un volumen superior a 1.0 $\mu\text{m}$ . El sílice coloidal representa el 10 a 20% de carga total. Las 23 partículas de relleno inferiores, así como la más enorme cantidad de microrelleno, hace que incremente el área de contacto, por lo que el contenido total del relleno no es tan prominente como el de los composites rellenos de partículas pequeñas. Las características físicas y mecánicas de dichos sistemas generalmente permanecen en medio de las de resina comunes y resinas rellenas de partículas pequeñas.<sup>17</sup>

### Composites microhíbridos

Son composites mejores que los composites híbridos pues mezclan las propiedades mecánicas de composite híbrido y las propiedades estéticas de los composites de microrelleno. El relleno inorgánico de estos composites está formado por moléculas de volumen entre el 0,04 y 3 $\mu\text{m}$ . El volumen normal de las partículas de relleno varía de 0,4 y 0,9 $\mu\text{m}$  relacionadas a la marca, y además tiene dentro partículas de

microrrelleno ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{YbF}_3$ ) cuyo tamaño promedio de grano oscila entre 0,04 y 0,05  $\mu\text{m}$ . poseen un 65% de relleno en volumen. Estos composites son una prueba por integrar una más enorme cantidad de relleno inorgánico, lo que permite mejorar varias características de las resinas compuestas.<sup>18</sup>

### Composites de nanotecnología

Las partículas a nanoescala se incorporan en forma de rellenos, y se adhieren partículas con un tamaño medio de 1 micra. Sobre las partículas. Un nanómetro es igual a una millonésima parte de un milímetro, similar a 10 átomos de hidrógeno. Los composites de nanotecnología se separan en dos tipos:

### Composites de Nanorelleno

Presenta dos estructuras básicas. El primero son las nanopartículas o nanomonómeros, con un rango de precisión de 25 a 75 nm, y el segundo son los "nanoclusters", con un rango de precisión de 0,4 a 1,4  $\mu\text{m}$ . Estos nanoclusters son nanogrupos de la misma aglomeración o nanoagregación. A muestra de racimos de uva compuestos por granos. En contraste con las densas partículas de relleno de los híbridos, estos nanoclústeres son porosos y aceptan que la matriz de resina del composite rellene los espacios presentes dentro y entre los clústeres.<sup>20</sup>

Los objetivos que se persiguen al integrar las nanopartículas en los composites son: hacer mejor las características mecánicas y estéticas, entre otras cosas, resistencia a la abrasión, hacer mejor la lisura superficial y aceptar mejor terminado, integrar más ingrediente cerámico, bajar la proporción de resina en la

fórmula del composite, y con ello, bajar la contracción de polimerización volumétrica (CPV) del mismo. Al poseer un composite más carga cerámica, decrece su porcentaje de contracción (22) Hace poco la nanotecnología hizo viable achicar todavía más el volumen de las partículas de relleno, hasta lograr dimensiones nanométricas. El primer material de esta clase fue anunciado a la profesión en 2002, por la firma 3M-ESPE, con el nombre de Filtek Supreme, hoy Filtek Supreme Agregado (actualmente Filtek Supreme XT), caracterizado por integrar una conjunción de partículas de zirconio, sílice silanizada y partículas aglomeradas de zirconio.<sup>21</sup>

#### Composites nanohíbridos

A la hora de intentar clasificarlas y detallar sus propiedades clínicas, este tipo de resina compuesta causó mucha confusión porque son claramente diferentes de las resinas nanorrelleno. Actualmente se utiliza el término "nanohíbrido", que significa la integración de nanopartículas en materiales microhíbridos. En esencia, cualquier híbrido con  $0.04\mu\text{m} = 40$  nanómetros de sílice ahumada en su interior pueden llamarse "nanohíbrido". Por tanto, este tipo de resinas tienen precisamente nanopartículas en la estructura inorgánica en el rango de 20 a 60 nm, pero a diferencia de las resinas nanocargas, no tienen nanoclusters compuestos por nanopartículas agrupadas. Su volumen medio de llenado es de 0,7 micrones. Estas partículas interactúan como un portador de nanomateriales y darán viscosidad al material, ajustarán la consistencia y darán color y radiopacidad. En concreto, en términos de diferentes desarrollos comerciales, las diferentes formas de proporcionar este tipo de soporte a las nanopartículas son la diferencia más importante. El aporte clínico de estos materiales es similar al de los nanorrellenos, pero su desventaja es la pérdida de sus partículas de

soporte (microhíbrido) bajo la abrasión que produce un efecto de "descontaminación" completo y cambia la superficie lisa Y protección de brillo.<sup>21</sup>

### Características de los composites

#### Resistente al desgaste

Las resinas acrílicas son capaces de tolerar la pérdida del área por la fricción con la estructura del diente, la masa de alimentos o cerdas. Este defecto no presenta una consecuencia destructiva inmediata, pero da como resultado la degeneración de la estructura anatómica de las obturaciones, reduciendo así utilidad. Esta característica es dada según su tamaño, estructura y composición de sus partículas de relleno, así como de la colocación y relación oclusal de la obturación en el arco dentario. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, más pequeñas serán sus partículas y cuanto mayor sea su dureza, menos abrasiva tendrá la resina.<sup>22,23</sup>

Como el patrón elástico de los composites es menos que el módulo elástico de las moléculas de relleno, las moléculas que constituyen el relleno son más fuertes a la abrasión. Estrechan la matriz en el momento de la compresión (como carga cíclica), lo que provocará el relleno para separarse de sus partículas y el enlazador (silano), exhibiendo la matriz, que es más fácil de usar. Este hecho causado por la degeneración de moléculas del exterior se denomina " plucking out".<sup>24,25</sup>

#### Textura superficial

La textura de superficie se define como la similitud de la superficie de la resina compuesta, la suavidad de la superficie está relacionada con: el tipo, tamaño y número de partículas de relleno, así como también con el correcto pulido y acabado. El

composite rugoso facilita el depósito de biofilm oral y podría ser un erosionante mecánico, principalmente en el área cercana al tejido de las encías. Cuando se realiza el pulido de las restauraciones se obtiene una mínima energía superficial, se evita la adherencia de placas bacterianas, se suprime la capa de inhibición y se alarga el tiempo de uso de las obturaciones con composites. La resina compuesta de nano-relleno puede proporcionar un excelente brillo superficial.<sup>26</sup>

#### Coeficiente de expansión térmica

Es la tasa de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Cuando más cerca esté el coeficiente de expansión térmica del composite al del tejido del diente, menos probable es que se forme un espacio en el borde entre el diente y la restauración a medida que cambia la temperatura. El menor coeficiente de expansión térmica se asocia con una mayor adaptabilidad de los bordes.<sup>27</sup>

El coeficiente de expansión térmica del composite es aproximadamente tres veces al del esqueleto del diente, que es muy importante ya que la categoría de la temperatura de la obturación es de 0 grados centígrados a 60 grados cenígrados.<sup>28</sup>

#### Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica.

Aquella característica se encuentra vinculada con la porción de líquido captado por el exterior y la cantidad de agua captada por el bloque del composite durante un período,

así como con la cantidad de hinchazón asociada con esta captación. La mezcla de líquido con el composite provocará la disolución de la matriz, lo que tendrá un impacto negativo en el rendimiento de la resina, fenómeno que se denomina degradación hidrolítica. Dado que la adsorción es una característica de la fase orgánica, cuanto más es el porcentual de llenado, la absorción de líquido es mínima. Baratieri y Anusavice informan que la expansión asociada con la absorción de agua puede compensar la contracción de la polimerización. La resina híbrida proporciona una baja absorción de agua.<sup>29</sup>

#### Soporte a la fractura

Esta es la máxima resistencia de ocasionar fracturas. Los composites tienen diferente soporte a las fracturas, que dependerá del volumen del relleno. Los composites de gran viscosidad presentan mejor soporte a las fracturas ya que pueden absorber y distribuir más los efectos de la fuerza al masticar.<sup>30</sup>

#### Resistencia a la tracción y a la compresión

La resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción suelen ser muy semejantes a la dentina. Se encuentra relacionado con la dimensión y el porcentual de moléculas de relleno: cuanto más grande es la dimensión, mejor es el soporte a la compresión y la resistencia a la tracción.<sup>31</sup>

#### Patrón de elasticidad

El patrón de elasticidad representa la parte rígida del material. Aquel material con un patrón elástico alto presentará más dureza, por otro lado, un material con un módulo elástico más bajo será más blando. En los composites, esta característica igualmente se vincula con la dimensión y el porcentual de moléculas de relleno: cuanto más grande es la dimensión y porcentual de moléculas de relleno, más grande es el patrón de elasticidad.<sup>32</sup>

#### Estabilidad de color

Estabilidad del color La resina compuesta experimentará cambios de color debido a la contaminación de la superficie y el descoloramiento interno. Las pigmentaciones visibles se encuentran en relación con la impregnación de pigmentos especialmente de los alimentos y cigarrillos, que tiñen la restauración. El descoloramiento interno se da debido al proceso de fotooxidación de ciertos componentes de la resina (como las aminas terciarias). Por ello es clave señalar que los composites fotopolimerizables presentan mayor estabilidad a los cambios de coloración que las resinas activadas químicamente.<sup>33</sup>

#### Radiopacidad

El fundamental para los composites incorporar ingredientes radiopacos como, estroncio, bario, circonio, itrio, zinc y lantano, lo que facilita la explicación de la presencia de caries mediante radiografías antes y después o alrededor de la obturación.<sup>33</sup>

### Contracción de polimerización

Es la más grande desventaja de los composites. Antes de la polimerización, la distancia media entre partículas de la matriz del composite (monómero) es de 4 nm. (Distancia de enlace secundario), mediante la agregación mutua y el establecimiento de enlaces covalentes, la discrepancia se acorta a 1,5 nm (discrepancia de enlace covalente). Esta reordenación "estrecha" o espacial de monómeros (polímeros) da como resultado una reducción en el volumen del composite. La contracción de polimerización de la resina es un procedimiento complicado en el que se provocan cargas en el interior del composite, cuando el material se adhiere a la superficie del diente, las fuerzas internas se convierten en tensión.<sup>33</sup>

### **III. Hipótesis**

Al aumentar la temperatura de la resina compuesta antes de fotopolimerizarla aumenta la Microdureza superficial.

## IV. Metodología

### 4.1 Diseño de la investigación

El siguiente estudio es de tipo cuantitativo porque recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, de nivel explicativo, porque es causal y explica la relación entre variables.<sup>39</sup>

El diseño de la investigación es: <sup>34</sup>

**Experimental**, dado que manipula la variable independiente con la finalidad de medir sus efectos en la variable dependiente.

**Transversal**: La variable de estudio es medida en un solo periodo de tiempo

### 4.2. Población y muestra

Fue constituida por 35 especies a 5mm de diámetro por 2mm de largo confeccionados con Resina Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE en color A1.

#### 4.2.1. Muestra

Se utilizó formula de muestreo para estimar medias en poblaciones infinitas<sup>8</sup>.

$$n = \frac{Z^2_{\alpha} \times S^2}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 69,6351^2}{0.05^2}$$

$$n = 35$$

En donde:

$Z$  = nivel de confianza 95%=1.96

$S$  = Varianza muestral = 69,63

$D$  = Error máximo admisible en términos de proporción = 0.05

La muestra constituida de 35 especímenes de resina compuesta, que será dividida en 5 grupos.

- Grupo A: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE Color A1 llevada a 0°C antes de su fotoactivación.
- Grupo B: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE Color A1 llevada a 10°C antes de su fotoactivación.
- Grupo C: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE Color A1 llevada a 20°C antes de su fotoactivación.
- Grupo D: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE Color A1 llevada a 30°C antes de su fotoactivación.
- Grupo E: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE Color A1 llevada a 40°C antes de su fotoactivación.

### 4.3 Definición y Operacionalización de variables

| Variable                          | Definición conceptual                                                                                  | Definición operacional                                                    | Indicador          | Valores finales         | Tipo de variable | Escala de medición |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------|
| Microdureza<br>(v. dependiente)   | Es la dificultad o facilidad que presenta un material al ser penetrado en su superficie. <sup>40</sup> | Haciendo uso del microdurómetro Vickers para indentar en los especímenes. | Microdurómetro     | Vickers                 | Numérica         | De razón.          |
| Temperatura<br>(v. independiente) | Es una propiedad física que se refiere a las nociones comunes de calor o ausencia de calor.            | Usando un termómetro digital en la escala de grados centígrados           | Termómetro digital | Grados Centígrados (°C) | Numérica         | De intervalo       |

### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 4.4.1 Matriz para la confección de especímenes

Para la confección de los especímenes se fabricaron matrices de aluminio con resina acrílica donde se realizaron 7 orificios a 5mm de diámetro y 2mm de fondo.

#### 4.4.2 Prueba de temperatura

La jeringa de resina compuesta fue exhibida a distintas temperaturas que fueron planificadas en una máquina de temperatura que se encuentra en la

Clínica Odontológica ULADECH, las cuales fueron 20°, 30°, 40°C°. Se esperó que el equipo obtenga la temperatura y luego 15 minutos que el elemento adquiriera y permanezca con la temperatura.<sup>8</sup>

En el caso de la temperatura a 0° y 10° se realizó el mismo procedimiento en una congeladora ya que el equipo mencionado antes no cuenta con estas temperaturas.

#### **4.4.3 Confección de especímenes**

Para la realización de los especímenes se empleó la siguiente secuencia, Una vez obtenida la temperatura deseada para cada grupo, se procedió a colocar un incremento de la resina compuesta en el orificio de la matriz con una espátula de resina, luego se cubrió con una cinta celuloide con el fin de eliminar excesos y obtener una superficie lisa al ras de la matriz acrílica. El tiempo de elaboración de cada espécimen se estuvo controlando con un cronómetro digital para evitar en lo posible diferencias significativas en relación al tiempo de exposición del compuesto a la luz natural, el tiempo de trabajo promedio fue de 90 s. Los especímenes se fotoactivaron con una Lámpara de polimerizar Woodpecker LED-F a 1200 mW/cm<sup>2</sup>. Se calibró previamente la intensidad de luz con su radiómetro antes de cada confección de espécimen. Se fotoactivaron los especímenes durante 20 segundos a 2 mm de distancia de la superficie de la matriz.<sup>8</sup> (VER ANEXO 6)

#### **4.4.4 Conservación y medición de microdureza**

Después de realizada la fotoactivación de todos los especímenes se procedió a envolverlos en papel aluminio y se almacenó en recipientes oscuros por 24 horas para complementar la polimerización en fase oscura y así evitar la exposición a la luz natural, posteriormente se sometió a pruebas de microdureza superficial, realizadas por el investigador principal con supervisión del Ingeniero de Materiales, para lo cual se usó el Microdurómetro Vickers, BS EN ISO 6507-3:2005/ASTME92-82:2003, utilizando una carga de 0.3 kgf durante 30 s en el laboratorio de Facultad de ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo. Se registraron 3 indentaciones en la superficie de cada muestra. Los datos obtenidos fueron registrados en la ficha de recolección de datos (Anexo 1).

#### **4.5 Plan de análisis**

Los datos recolectados experimentalmente fueron tabulados en una base de datos en el software SPSS V.22, posterior a ellos se realizará la prueba de normalidad de datos, para seleccionar las pruebas estadísticas adecuadas, para ser luego ser presentados en tablas con medidas descriptivas y comparativas

Dado que el resultado de la prueba de Normalidad de Klgomorov Smirnov, se obtuvo evidencia que los datos no siguen una distribución normal, por lo que corresponde aplicar un estadígrafo de naturaleza paramétrica denominado prueba ANOVA, que compara el análisis de varianza de tres a más grupos, y se trabajó con un nivel de significancia de 0.05 y para la comparación múltiple se utilizó el test de Duncan

Y para la comparación de dos grupos de temperaturas, se empleará la prueba T-student, para poder evaluar si dichos grupos son independientes o no, la significancia será considerada si  $p < 0.05$ .

#### 4.6 Matriz de consistencia

| Título                                                                                            | Problema                                                                                        | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Variables                                                                 | Población y Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Influencia de la temperatura en la microdureza superficial de una resina compuesta, Trujillo 2019 | ¿Cuál es la influencia de la temperatura en la microdureza superficial de una resina compuesta? | <p><b>Objetivo general</b></p> <p>-Determinar la influencia de la temperatura en la microdureza superficial de una resina compuesta.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>- Evaluar la microdureza superficial de la resina FILTEK™ Z350XT llevada a 0°C antes de su fotoactivación.</p> <p>- Evaluar la microdureza superficial de la resina FILTEK™ Z350XT llevada a 10°C antes de su fotoactivación.</p> <p>- Evaluar la microdureza superficial de la resina FILTEK™ Z350XT llevada a 20°C antes de su fotoactivación.</p> <p>- Evaluar la microdureza superficial de la resina FILTEK™ Z350XT llevada a 30°C antes de su fotoactivación.</p> <p>- Evaluar la microdureza superficial de la resina FILTEK™ Z350XT llevada a 40°C antes de su fotoactivación</p> <p>-Comparar la microdureza superficial de la resina compuesta sometida a diferentes temperaturas.</p> | <p>Microdureza (v. dependiente)</p> <p>Temperatura (v. independiente)</p> | <p>Fue conformada por 35 especímenes de 5 mm de diámetro x 2 mm de alto Confeccionados con Resina Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE Color A1.</p> <p>Será dividida en 5 grupos.</p> <p>Grupo A: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta llevada a 0°C antes de su fotoactivación.</p> <p>Grupo B: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta llevada a 10°C antes de su fotoactivación.</p> <p>Grupo C: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta llevada a 20°C antes de su fotoactivación.</p> <p>Grupo D: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta llevada a 30°C antes de su fotoactivación.</p> <p>Grupo E: Este grupo tendrá 7 especímenes de resina compuesta llevada a 40°C antes de su fotoactivación.</p> |

#### **4.7 Principios éticos**

Por ser una investigación experimental in vitro se consideró en categoría de exonerado de revisión del “Comité de Ética” de ULADECH.

Se seguirá los principios éticos estipulados por el comité institucional de ética en investigación (CIEI) de la Universidad Católica “Los Ángeles de Chimbote”. Aprobado por acuerdo del Consejo Universitario con Resolución N°0942-2018-CU-ULADECH católica, de fecha 10 de agosto de 2018.

## V. Resultados

### 4.1 Resultados

**Tabla 1:** Microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación.

| <i>Temperaturas</i> | <i>N</i> | <i>Microdureza (Vickers)</i> |                          | <i>F</i> | <i>Sig. (p)*</i> |
|---------------------|----------|------------------------------|--------------------------|----------|------------------|
|                     |          | <i>Media</i>                 | <i>Desviación típica</i> |          |                  |
| <i>0°</i>           | 7        | 68                           | 4.40                     | 83.53    | 0.000            |
| <i>10°</i>          | 7        | 83.11                        | 1.95                     |          |                  |
| <i>20°</i>          | 7        | 89.96                        | 1.05                     |          |                  |
| <i>30°</i>          | 7        | 90.79                        | 2.87                     |          |                  |
| <i>40°</i>          | 7        | 81.14                        | 1.65                     |          |                  |

*Fuente:* Datos propios obtenidos de la medición de temperaturas  
*p\*:* prueba ANOVA, nivel de significancia estadística ( $p < 0.05$ )

**Interpretación:** De la tabla N° 01, aplicado la prueba paramétrica ANOVA, se obtuvo ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadística entre los grupos

Es decir si existe diferencia significativa entre las temperaturas (0°,10°,20°,30°,40°) evaluadas respecto a la microdureza superficial de resinas compuestas.

**Tabla 2:** Microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación.

| DUNCAN      |   |                                              |       |       |
|-------------|---|----------------------------------------------|-------|-------|
| Temperatura | N | Subconjunto para alfa =0.05<br>(Test Duncan) |       |       |
|             |   | 1                                            | 2     | 3     |
| 0°          | 7 | 68                                           |       |       |
| 40°         | 7 |                                              | 81.14 |       |
| 10°         | 7 |                                              | 83.11 |       |
| 20°         | 7 |                                              |       | 89.96 |
| 30°         | 7 |                                              |       | 90.79 |
| <b>Sig.</b> |   | 1.000                                        | 0.175 | 0.562 |

**Interpretación:**

En la tabla N° 02, se observa que la microdureza superficial de la resina FILTEK™ Z350XT es similar a los 20° C y 30° C; también es similar a los 10° C y 40° C

**Tabla 3:** Microdureza superficial de una resina compuesta según temperatura, prueba de normalidad.

|                                            | Temperatura (C°) |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
|                                            | 0°C              | 10°C       | 20°C       | 30°C       | 40°C       |
| 1                                          | 72.0             | 81.7       | 88.7       | 88.0       | 81.3       |
| 2                                          | 66.3             | 87.0       | 89.0       | 87.7       | 83.3       |
| 3                                          | 72.3             | 82.7       | 90.7       | 90.7       | 80.0       |
| 4                                          | 61.7             | 81.0       | 90.3       | 89.7       | 81.7       |
| 5                                          | 65.0             | 82.7       | 89.3       | 90.7       | 79.7       |
| 6                                          | 73.0             | 82.7       | 90.0       | 92.7       | 79.0       |
| 7                                          | 65.7             | 84.0       | 91.7       | 96.0       | 83.0       |
| <b>Promedio</b>                            | 68.0             | 83.1       | 90.0       | 90.8       | 81.1       |
| <b>Sig.</b>                                | 0.245            | 0.152      | 0.828      | 0.470      | 0.601      |
| <b>Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)</b> | Normalidad       | Normalidad | Normalidad | Normalidad | Normalidad |

**Interpretación:** Al tener menos de 50 datos por cada grupo, es recomendable usar la prueba de normalidad del Shapiro- Wilk, para evaluar la distribución normal de los datos, de donde se puede observar que existe la prevalencia de los grupos de datos con una significancia mayor a 0.05 (Sig. > 0.05).

Con lo cual podemos concluir que todos los grupos de datos (temperaturas) presentan una distribución normal.

**Tabla 4:** Comparación de la microdureza superficial de la resina compuesta sometida a diferentes temperaturas.

| <i>Temperaturas</i>                                   |           |            |
|-------------------------------------------------------|-----------|------------|
|                                                       | <i>0°</i> | <i>10°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 68        | 83.11      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 4.40      | 1.95       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | -8.301    |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.000     |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |           |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |           |            |

**Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 0° y 10°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 0° y 10°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |           |            |
|-------------------------------------------------------|-----------|------------|
|                                                       | <i>0°</i> | <i>20°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 68        | 89.96      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 4.40      | 1.05       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | -12.831   |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.000     |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |           |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |           |            |

**Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 0° y 20°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 0° y 20°.

| <b>Temperaturas</b>      |           |            |
|--------------------------|-----------|------------|
|                          | <b>0°</b> | <b>30°</b> |
| <b>Media</b>             | 68        | 90.79      |
| <b>Desviación Típica</b> | 4.40      | 2.87       |
| <b>Estadístico t</b>     | -11.472   |            |
| <b>Sig. (p)*</b>         | 0.000     |            |

*Nivel de significancia estadística (p<0.05)*  
*p\*: prueba T-Student*

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 0° y 30°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 0° y 30°.

| <b>Temperaturas</b>      |           |            |
|--------------------------|-----------|------------|
|                          | <b>0°</b> | <b>40°</b> |
| <b>Media</b>             | 68        | 81.14      |
| <b>Desviación Típica</b> | 4.40      | 1.65       |
| <b>Estadístico t</b>     | -7.392    |            |
| <b>Sig. (p)*</b>         | 0.000     |            |

*Nivel de significancia estadística (p<0.05)*  
*p\*: prueba T-Student*

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 0° y 40°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 0° y 40°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                       | <i>10°</i> | <i>20°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 83.11      | 89.96      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 1.95       | 1.05       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | -8.164     |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.000      |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |            |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |            |            |

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 10° y 20°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 10° y 20°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                       | <i>10°</i> | <i>30°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 83.11      | 90.79      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 1.95       | 2.87       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | -5.851     |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.000      |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |            |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |            |            |

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 10° y 30°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 10° y 30°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                       | <i>10°</i> | <i>40°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 83.11      | 81.14      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 1.95       | 1.65       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | 2.038      |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.065      |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |            |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |            |            |

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 10° y 40°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.065 > 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 10° y 40°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                       | <i>20°</i> | <i>30°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 89.96      | 90.79      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 1.05       | 2.87       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | -0.718     |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.487      |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |            |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |            |            |

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 20° y 30°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.487 > 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 20° y 30°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                       | <i>20°</i> | <i>40°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 89.96      | 81.14      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 1.05       | 1.65       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | 11.897     |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.000      |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |            |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |            |            |

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 20° y 40°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 20° y 40°.

| <i>Temperaturas</i>                                   |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                       | <i>30°</i> | <i>40°</i> |
| <b>Media</b>                                          | 90.79      | 81.14      |
| <b>Desviación Típica</b>                              | 2.87       | 1.65       |
| <b>Estadístico t</b>                                  | 7.707      |            |
| <b>Sig. (p)*</b>                                      | 0.000      |            |
| <i>Nivel de significancia estadística (p&lt;0.05)</i> |            |            |
| <i>p*: prueba T-Student</i>                           |            |            |

### **Interpretación:**

Comparando las temperaturas, 30° y 40°, haciendo uso de la prueba T-student, se obtuvo un ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las temperaturas 30° y 40°.

- *A fin de evaluar la relación entre la temperatura de las resinas y la microdureza superficial, se empleó el coeficiente de Pearson*

**Tabla 5:** *Relación entre la temperatura de las resinas y la microdureza superficial.*

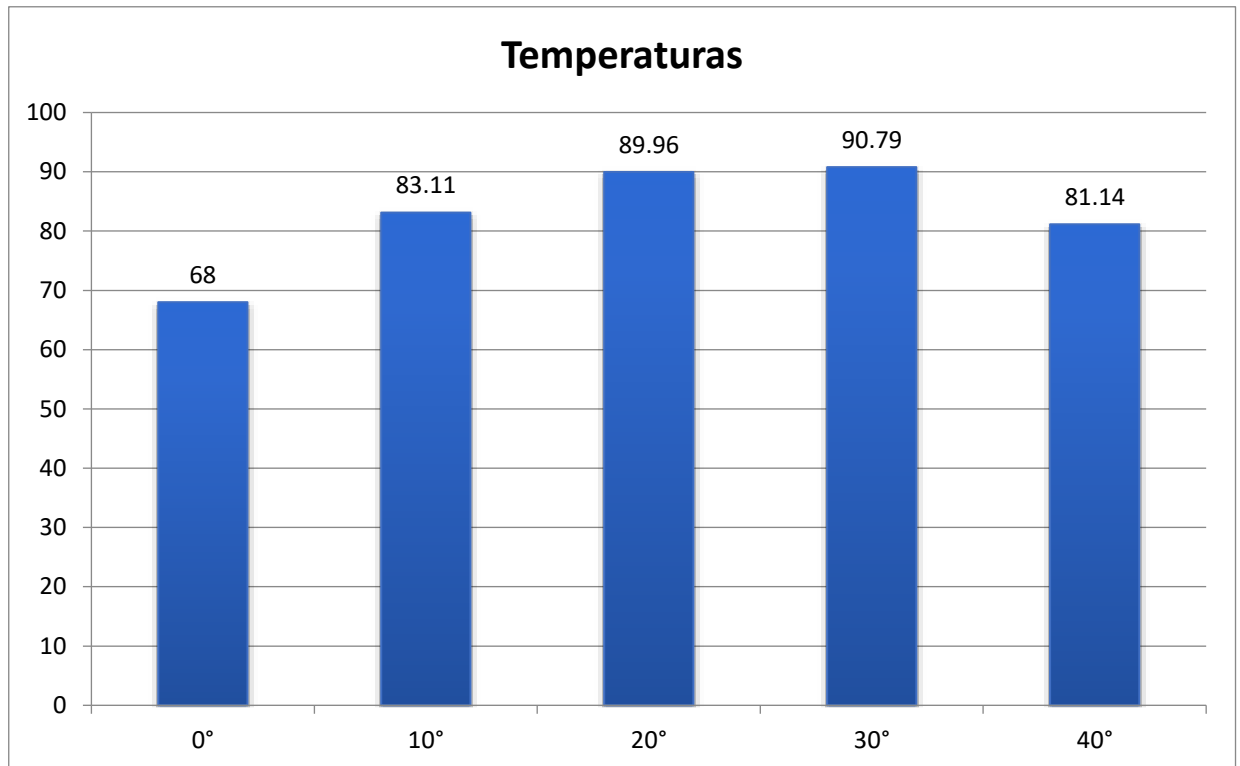
| <b>Variables</b>       |                         | <b>Coeficiente de Pearson</b> |
|------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Temperatura de resinas | Microdureza superficial | 0.561                         |

La correlación es significativa al 0.01

#### **Interpretación:**

Para evaluar la relación entre la temperatura de resinas y la microdureza superficial, con un coeficiente de Pearson, se obtuvo un valor 0.561, el cual nos indica que existe una correlación moderada directa, es decir a mayor temperatura mayor será la microdureza superficial.

**Gráfico 1:** *Microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación.*



*Fuente:* Datos obtenidos de la tabla N° 01

**Interpretación:** De la tabla N° 01, aplicado la prueba paramétrica ANOVA, se obtuvo ( $p = 0.000 < 0.05$ ), de lo cual podemos indicar que si existe una diferencia estadística entre los grupos

Es decir si existe diferencia significativa entre las temperaturas (0°,10°,20°,30°,40°) evaluadas respecto a la microdureza superficial de resinas compuestas.

## 4.2. Análisis de los Resultados

En la presente investigación se buscó determinar la microdureza superficial de una resina compuesta sometida a diferentes temperaturas antes de su fotoactivación, en donde quedó demostrado que dependiendo la temperatura a la que se encuentre expuesto el material, repercutirá en su microdureza superficial debido a que mejora o reduce la polimerización, la conversión de monómeros a polímeros, siendo en los grupos C y D de 20° y 30° respectivamente en donde presentó una mayor microdureza superficial en promedio, en tanto a los grupos A,B y E de 0°, 10 y 40° respectivamente presentan valores menores en relación al C y D, por ende la microdureza superficial es menor.

Existen resultados contradictorios con Quintanilla C, (Perú, 2016)<sup>8</sup> quien en su estudio “Comparación de la microdureza superficial *in vitro* de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempos de climatización”, en el cual se basó este estudio, el fin fue evaluar la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek<sup>TM</sup> Z350XT 3M ESPE Color A1, el mismo producto con el cual se trabajó en el presente estudio, los especímenes fueron fotoactivados pre calentados a las temperaturas de 0, 10, 20, 30 y 40 °C, él usó una intensidad de 600

mW/cm<sup>2</sup> para la fotoactivación a comparación de los 1200 mW/cm<sup>2</sup> que se usó en este estudio. Los resultados se obtuvieron usando un microdurómetro Vickers que nos indicó que a mayor temperatura de las resinas, mayor microdureza superficial. Se encontró que a partir de 20 °C presentó los mayores valores de microdureza superficial y concluyó que la temperatura de la resina compuesta deberá ser mayor a 20°C para su fotoactivación. Obtuvimos diferentes resultados al de Quintanilla C. en su grupo de 40° C, pudiéndose deber a la variación metodológica que se realizó, ya que él usó diferentes matrices para la confección de los especímenes de resina y/o a los diferentes materiales o equipos usados, así como también puede deberse a otros factores como el medio en el que se realizó, es decir el área geográfica por el clima generando alteraciones en el compuesto.

Se halló relación con AlShaafi M. (Arabia Saudita, 2016)<sup>12</sup> Quien realizó un estudio denominado “Efectos de diferentes temperaturas y tiempo de almacenamiento sobre el grado de conversión y microdureza de composites a base de resina” con el fin de evaluar qué efectos produce cuando la resina compuesta es sometida a diferentes temperaturas y cuáles son sus consecuencias en la microdureza superficial. Los resultados le indicaron que el aumento de la temperatura tuvo un efecto significativo ya que se produjo mayor conversión y dureza cuando la temperatura de

curado se incrementó de 23 ° C a 33 ° C, a pesar de haber usado diferentes métodos, equipos y materiales, este también es el rango de temperatura en promedio en la cual encontré mayor microdureza superficial de la resina compuesta en la presente investigación.

Al igual que anteriores autores, Dimitrios D. et al (Grecia, 2015) tiene similitud con su estudio “Efecto de la temperatura, el tiempo de curado y la composición del relleno sobre la microdureza de la superficie de las resinas compuestas” donde evaluaron la microdureza de dos resinas compuestas cuando se las expone a tres grados de temperatura diferente y tres tiempos de curado por luz diferente. En este caso ellos usaron dos compuestos, una resina Filtek Z250 y Grandio. Se utilizaron tres niveles de temperatura diferentes ascendiendo gradualmente (23, 37 y 55 °C). Los resultados indicaron que hubo un aumento en la microdureza a medida que la temperatura del compuesto aumentó. Concluyó que la temperatura de los composites afecta a su microdureza superficial. Además él también evaluó, el tiempo de fotopolimerización y determinó que también influye directamente en los valores de microdureza de los compuestos sometidos a estas pruebas.<sup>9</sup>

Santana I. et. al. (Brasil, 2009)<sup>5</sup>, En su estudio “Efecto del tratamiento térmico experimental sobre las propiedades mecánicas de los compuestos de resina”, Donde realizaron un estudio en el que evaluaron cómo influye la temperatura en la microdureza Knoop (KHN) de las resinas compuestas, y determinaron si es que existe diferencia entre las áreas fotoactivadas antes y después de la aplicación de luz. Ellos concluyeron que la temperatura no necesariamente afectaría e influiría en la microdureza a todos los compuestos resinosos, por ello es importante la elección del material cuando se quiere precalentar el material, también concluyeron que mientras más cerca esté la fuente de luz al material, mayor microdureza superficial presentará, es decir, nuestro estudio tiene similitud en el sentido de que la microdureza aumenta al precalentar la resina a mayor temperatura sin embargo Santana indica que para que esto funcione es necesario saber elegir el material a precalentar ya que algunos no sufren cambio o mejora y él agrega que mientras menos distancia halla entre el compuesto y la luz de la lámpara de fotocurado, mejorará aún más la microdureza superficial.

## V. Conclusiones

El nivel de la temperatura influye directamente sobre la resina compuesta modificando sus propiedades, se concluyó que aumentando o disminuyendo su microdureza según la temperatura en la que se encuentre el material, es decir, al aumentar la temperatura aumentará la microdureza superficial, la temperatura sugerida para una mejor polimerización y por ende mayor microdureza superficial es de mínimo 20°C.

## Aspectos complementarios/Recomendaciones

1. Se recomienda realizar más estudios con diferentes grados de temperatura considerando el ambiente en el que se realiza, es decir, el área geográfica por el clima de las diferentes ciudades.
2. Se recomienda también realizar estudios con otros compuestos resinosos a fin de evaluar cual podría presentar mejores propiedades al interactuar con distintas temperaturas.

## **Referencias bibliográficas:**

1. Combe E, Burke F. Contemporary Resin-based Composites Materials for Direct Placement Restorations: Packables, Flowables and Others. Dent Update 2000; 27: 326-36.
2. Trujillo M, Newman S, Stansbury J. Use of near-IR to monitor the influence of external heating on dental composite photopolymerization. Dent Mater 2004;20:766-77.
3. Daronch M, Rueggeberg F, De Goes F. Monomer Conversion of Pre-heated Composite. J Dent Res 2005; 84(7):663-67.
4. Miyazaki C, Medeiros I, Santana I, Matos J, Rodrigues Filho L. et al. Heat treatment of a direct composite resin: influence on flexural strenght. Braz Oral Res 2009;23:241-7.
5. Santana I, Lodovici E, Matos J, Medeiros I, Miyazaki C, Rodrigues Filho L. et al. Effect of experimental heat treatment on mechanical properties of resin composites. Braz Dent J 2009;20:205-10
6. Bagis Y, Rueggeberg F. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. Dent Mater 2000;16:244-7.
7. Viljanen E, Skrifvars M, Vallittu P. Dendritic copolymers and particulate filler composites for dental applications: degree of conversion and thermal properties. Dent Mater 2007;23:1420-7.

8. Quintanilla Quispe, C. Comparación de la microdureza superficial In Vitro de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempos de climatización. [Tesis maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2016
9. Dimitrios D, Constantinos P, Koliniotou E. Effect of temperature, curing time, and filler composition on surface microhardness of composite resins, J Conserv Dent. 2015 Mar-Apr; 18(2): 114–118.
10. Jongsma, L. A., & Kleverlaan, C. J. Influence of temperature on volumetric shrinkage and contraction stress of dental composites. Dental Materials, 2015 .31(6), 721–725.
11. Calheiros F, Daronch M, Rueggeberg F, Braga R. et al. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. Elsevier 2014; 30(6): 613–618.
12. AlShaafi M. Effects of Different Temperatures and Storage Time on the Degree of Conversion and Microhardness of Resin-based Composites. J Contemp Dent Pract 2016;17(3):217-223.
13. Phillips, R. Avery, D. Mehra, R. Swatz, M. McCune, R. Observations on a composite resin for class ii restorations: three-years report. The Journal of Prosthetic Dentistry. (1973); 30(6):891-897.
14. Belvedere, p. posterior composites experiencing growth trend. dentistry today. (1999); 18(3). 44: 46-47.

15. Tveit, a. espelid, i. radiographic diagnosis of caries and marginal defect in connection with radiopaque composite fillings. dent. mater (1986); 2: 159- 162.
16. Lang, b. jaarda, m. wang, r. filler particle size and composite resin classification systems. j oral rehabil. (1992); 19: 569-584.
17. bayne, c. perspective: our future in restorative dental materials. j. esthetic dent. (2000); 12:175-183. 69
18. Miyasaka, t. effects of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. j. dent materials. (1996); 15: 98-110.
19. Braga r. ballester r. ferracane j. factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. dent mater (2005) ;21: 962-70.
20. Wakefield c. kofford k. advances in restorative materials. dent clin north am. 2001; 45:7-29.
21. Lutz f. krejci i. oldenburg t. elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. quintessence int (1986); 17: 777-784.
22. Dietschi d, magne p, holz j. recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. quintessence int. (1994);10:659-677.
23. Yin r. Heiss m. Sharp l. Suh b. Development and physical properties of a new low shrinkage composite. J. Dent. Res. (2002). 80: 514.

24. Geraldi, s. perdigão, j. microleakage of a new restorative system in posterior teeth. j. dent. res. (2003); 81:127-65.
25. Hinostroza g. adhesión en odontología restauradora 2da ed. editorial ripano, madrid, 2009.
26. Stefanello busato adair l. odontología restauradora y estética, actualidades médico odontológicas latinoamérica, são pulo. (2005).
27. Soderholm k. degradation of glass filler in experimental composites. j dent res (1981);60:1867-75.
28. Kreulen c. van amerongen w. wear measurements in clinical studies of composites resin restorations in the posterior region: a review. j dent. child. (1991); 58:109-123.
29. Leinfelder k. wilder a. jr. teixeira l. wear rates of posterior composite resins. j am dent assoc (1986); 112: 829-833. 71
30. Chapman r. nathanson d. excessive wear of natural tooth structure by opposing composite restorations. j. am dent. assoc. (1983); 106:51-53.
31. Burgogne a. nicholls j. brudvik j. in vitro two-body wear of inlaysonlays composite resin restoratives. j prosthet dent. (1991); 65:206-214.
32. Kreulen c. van amerongen w. wear measurements in clinical studies of composites resin restorations in the posterior region: a review. j dent. child. (1991); 58:109-123.
33. Craig robert g. materiales de odontología restauradora. 10ma ed. editorial harcourt brace 1998 españa.

34. Jeinfeld, k. using composite resin as a posterior restorative material. jada. (1991); 122:65.
35. Soderholm, k. influence of silane treatment and filler fraction on thermal expansion of composite resins. j. dent. res. (1984); 63:1321.
36. Chains, b. polymers in the service of prosthetic dentistry. j. dent. (1984); 12:203. 72
37. Santos j. leinfelder k. o estágio atual das resinas compostas. rev. ass. paul. cirurg. dent., 36(3):322-5, maio/jun. (1982).
38. Kobussen GA, Craig BD, Halvorson RH, Doruff MC, Bigham WS. Optical Properties of Highly Aesthetic Composite Restoratives, J Dent Res 88 (Spec Iss A):1508, 2009.
39. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación, Quinta Edición. México: McGraw Hill.
40. Tauquino, Jaime. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada. Perú, 2002

Anexos

Anexo 1: Ficha de Recolección de Datos

|                 | T= .....°C |   | <b>Observaciones</b> |   |
|-----------------|------------|---|----------------------|---|
|                 |            | 1 | 2                    | 3 |
|                 | 1          |   |                      |   |
|                 | 2          |   |                      |   |
|                 | 3          |   |                      |   |
| <b>Probeta</b>  | 4          |   |                      |   |
|                 | 5          |   |                      |   |
|                 | 6          |   |                      |   |
|                 | 7          |   |                      |   |
|                 |            |   |                      |   |
| <b>Promedio</b> |            |   |                      |   |

**Anexo 2: Oficio pidiendo equipos al coordinador de carrera.**

“Año de la lucha contra la corrupción e impunidad”

Trujillo, 23 de Febrero del 2019

OFICIO N° 001-/2019

Sr.

José Antonio Paredes Calderón

COORDINADORA DE CARRERA - ODONTOLOGÍA  
CIUDAD. -

**ASUNTO: USO DE EQUIPO DEL ÁREA DE ESTERILIZACIÓN**

Tengo el agrado de dirigirme a usted para solicitar el uso de parte del equipo del área de esterilización de la Clínica Odontológica siendo este uno de los hornos, para ser usado como herramienta para realización de proyecto de tesis.

La ejecución se llevará a cabo el día 26 de Febrero a las cuatro de la tarde en el área de esterilización de la Clínica Odontológica en Avenida Vera Enriquez N° 745 en esta localidad. Espero contar con su aprobación para el inicio de la ejecución.

Sin más que expresarle me despido esperando se encuentre muy bien.

Atentamente;



Alexis Amaya Cervera  
ALUMNO

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE – SEDE TRUJILLO

AAC/

**Anexo 3: Solicitud de equipos por parte del coordinador de carrera a la coordinadora de clínica.**



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES  
CHIMBOTE  
FILIAL TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

Trujillo, 28 de febrero del 2019

CD. KAREN NUÑEZ ALZA  
COORDINADORA DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA ULADECH CATÓLICA TRUJILLO

Presente

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla muy cordialmente en mi condición de Coordinador de Carrera de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote Filial Trujillo. Siendo el motivo de la presente manifestarle que, en el marco del cumplimiento curricular de la carrera profesional de odontología, en el curso de Tesis II, nuestro alumno, AMAYA CERVERA, Victor Alexis ; debe llevar acabo el desarrollo de su proyecto de tesis titulado "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS – TRUJILLO 2019". Así mismo para realizar el presente trabajo ha sido seleccionada su digna institución, por lo cual se solicita el permiso respectivo para que nuestro alumno pueda ejecutar con toda normalidad su proyecto de tesis en las instalaciones del local que dignamente usted dirige.

Es propicia la oportunidad, para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente



Calle Aquamarina N°181 - 185 - Urb. San Inés - Trujillo - Perú  
Teléfonos : (044) 800 569 / 800 566  
Cel. 948 425 708  
www.uladech.edu.pe

**Anexo 4: Constancia de Colaboración de Ingeniero Estadístico DAVID JONATAN CUBA CAMPOS de la Universidad Nacional de Trujillo.**

**CONSTANCIA DE COLABORACIÓN**

El que suscribe DAVID JONATAN CUBA CAMPOS, con DNI: 45488304, Ingeniero Estadístico por la Universidad Nacional de Trujillo.

Dejo constancia de haber colaborado con el alumno AMAYA CERVERA, VICTOR ALEXIS, identificado con DNI: 71448409, con domicilio legal en Urb. Manuel Arévalo 3ra Etapa Mz. C38 Lote: 8, La Esperanza, Trujillo, Estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, en la ejecución de la tesis titulada: *INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS, TRUJILLO 2019.*

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado.

Trujillo, 23 de Junio 2019



David J. Cuba Campos  
ING. ESTADÍSTICO  
DNI 45488304

FIRMA

**Anexo 5: Constancia de colaboración del Doctor en Ciencias de Materiales  
NORBERTO D. ÑIQUE GUTIÉRREZ, Ingeniero Metalurgista de la Escuela  
Profesional de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Ingeniería, UNT.**



Universidad Nacional de Trujillo  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Análisis Estructural



**CONSTANCIA**

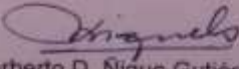
Yo, Norberto D. Ñique Gutiérrez, Doctor en Ciencia de Materiales, Ingeniero Metalurgista de la Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo, con CIP N° 52434,

Mediante la presente hago constancia de haber colaborado externamente en el diseño de probetas y toma de datos para el trabajo de investigación, "Influencia de la temperatura en la microdureza superficial de resinas compuestas, Trujillo 2019", ejecutado por el estudiante **VÍCTOR ALEXIS AMAYA CERVERA** con DNI 71448409, domiciliado en Urb. Manuel Arevalo III etapa Mz C-38 Lt. 8, La Esperanza-Trujillo, de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Escuela Profesional de Odontología, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote:

Certifico, que los ensayos efectuados desde la calibración del equipo hasta la toma de microdurezas para los diferentes tipos de materiales solicitados han sido realizados bajo mi supervisión.

Atentamente:

Trujillo, 24 Junio de 2019.

  
Norberto D. Ñique Gutiérrez  
Departamento de Ingeniería de Materiales UNT

**Ing. Norberto D. Ñique G.**  
DPT. LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURALES  
Y ENSAYOS DE TRACCIÓN  
DPT. INGENIERÍA DE MATERIALES UNT.

## Anexo 6: Evidencias Fotográficas.



Matrices para la confección de las muestras

## Materiales para la confección.



Calentamiento de la resina en el horno



Verificación de la intensidad de la luz en radiómetro.

Confección de especímenes.



Indentación de muestras.

