

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela de Odontología



Trabajo de grado para la obtención de  
título:  
Doctor en Odontología

**Dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, periodo septiembre-diciembre 2019: estudio in vitro.**

### **Sustentantes**

Br. Nicole Turbi (14-2093)

Br. Alondra Abreu (15-0655)

### **Asesor temático**

Dr. Alberto Luis Martínez

### **Asesora metodológica**

Dra. Sonya Streese

Los conceptos emitidos en este trabajo de investigación son única y exclusivamente de los sustentantes

Santo Domingo, República Dominicana

2020

**Dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, periodo septiembre-diciembre 2019: estudio in vitro.**

## **Dedicatoria**

A nuestros amados padres quienes desde muy temprana edad han sido nuestra fuente de inspiración dándonos fuerzas cuando pensábamos desmayar y alentándonos, sabiendo que siempre podíamos dar más, encaminándonos con amor y paciencia en el camino de la sabiduría y el conocimiento para que pudiéramos materializar uno de nuestros más grandes sueños, convertirnos en profesionales capaces. Han sido nuestros consejeros y guías en este arduo camino brindándonos su compañía, apoyo moral, espiritual y sentimental a lo largo de esta trayectoria. Es para nosotras un orgullo y nuestro mayor privilegio ser sus hijas.

Todo esto es por y para ustedes, los amamos.

**Nicole Turbi, Alondra Abreu**

## **Agradecimientos**

Mi primer agradecimiento va dirigido a Dios, por estar presente en cada momento tanto de logro como de dificultades. Ha sido un soporte desde el día uno.

En especial a mis padres, Paulino y Sophy, fueron la Columna principal para que esto se hiciera posible y mis hermanos por poner su salud bucal en mis manos y ser mis pacientes.

A mi tía Raysa, por siempre estar presente en cada momento. Y a mi segunda madre Milka, por ser mi hada de oraciones en todo momento.

A mis amigas y hermanas que elegí; Balerin y Desiree por siempre estar presente en cada etapa de este trayecto, en especial a Lucero y Pilar por su apoyo incondicional y desinteresado tanto en la universidad como en Sugar Pop.

A Nathanael por el apoyo, la motivación y la paciencia en este largo camino.

A mis asesores Dra.Sonya Streese, por la entrega y la paciencia en esta investigación y al Dr.Alberto Martínez por su disposición y entrega en cada paciente que atendí, y por responder todas mis inquietudes.

**Nicole Turbi Herrera**

## **Agradecimientos**

Toda mi gratitud va principalmente dirigida a Dios Todopoderoso, por haber sido mi guía y acompañante en esta trayectoria, por las veces que vi su mano actuar cuando las cosas parecían imposibles haciéndolas posibles, por abrir puertas que me convenían y cerrar aquellas que no, por amarme más allá de mi entendimiento y permitirme alcanzar este gran logro. Gracias, mi Dios por darle plenitud a mi vida y llenarla de gozo y momentos felices.

Agradezco a mis padres, Nuri Vargas y Víctor Abreu, por inculcar en mí desde mi niñez valores que me han forjado como la adulta y profesional que hoy soy, por su amor incondicional, por calmar mi llanto en mis momentos tristes y escuchar y alentar mis ilusiones, risas y sueños, por empujarme a dar más de mí siempre, y la oportunidad de tener una excelente educación a lo largo de mi vida. Han sido y serán mi mayor fuente de inspiración y mi ejemplo a seguir de por vida. A mi madrina, Miguelina Morales, por haber sido como una segunda madre para mí en esta carrera y darme su apoyo incondicional, le estoy y estaré eternamente agradecida. Agradezco a mi hermano, Víctor JR, por siempre creer en mí y ayudarme cada vez que tuvo la oportunidad. A mi abuela, tíos y primos por sus oraciones y estar al tanto de mi educación confiando siempre en la profesional que llegaría a ser.

A mis amigos y compañeros, por acompañarme en este camino y brindarme su amistad y apoyo en todos los momentos de mi vida universitaria, por estar en los buenos tiempos y en los no tan gratos, infinitas gracias, nunca lo olvidaré. A mi compañera, Nicole Turbi, por dar todo de sí en este nuestro trabajo de tesis. Gracias por tu dedicación. Agradecer a Ernesto García, por animarme y abrazarme fuerte cuando lo necesitaba, por buscar soluciones e impulsarme a ser mejor persona. Por sus consejos y palabras, siempre estar dispuesto a brindarme su ayuda, eres una persona especial en mi vida, gracias por tu amor y paciencia.

Por último, quiero extender mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, que me vio crecer como profesional enriqueciendo mis conocimientos y se convirtió en mi segundo hogar. A mis docentes por sus enseñanzas y su dedicación desinteresada a mi aprendizaje y de manera especial a nuestros asesores, Dr. Alberto Martínez y Dra. Sonya Streese, por todo el valioso tiempo que dedicaron durante este proceso, por su orientación y paciencia les estoy infinitamente agradecida.

**Alondra Abreu**

# ÍNDICE

<b>Dedicatoria</b> .....	3
<b>Agradecimientos</b> .....	4
<b>Agradecimientos</b> .....	4
<b>Resumen</b> .....	9
<b>Introducción</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA DEL ESTUDIO</b> .....	11
1.1. Antecedentes del estudio .....	11
1.1.1. Antecedentes internacionales .....	11
1.1.2. Antecedentes nacionales .....	17
1.1.3. Antecedentes locales .....	18
1.2. Planteamiento del problema .....	19
1.3. Justificación.....	21
1.4. Objetivos .....	22
1.4.1. Objetivo general .....	22
1.4.2. Objetivos específicos.....	22
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	22
2.1. Resinas compuestas.....	23
2.2. Componentes de la resina.....	23
2.3. Clasificación de las resinas .....	25
2.4. Clasificación según su consistencia .....	27
2.5. Propiedades de la resina compuesta .....	28
2.6. Resinas utilizadas en el estudio .....	30
2.6.1. Brilliant NG, (Coltene,Switzerland,Suiza).....	30
2.6.2. Solare X (GC, Ikebukuro, Tokyo).....	31
2.7. Fotopolimerizadores.....	32
2.8. Tipos de fotopolimerizadores .....	33
2.9. Historia de fotopolimerizadores LED .....	34
2.10. Intensidad lumínica .....	35
2.11. Modos de polimerización .....	35
2.12. Lámpara utilizada en el estudio.....	36
2.13. Acabado y pulido de la resina .....	37

2.13.1.	Sistema de pulido Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos) .....	38
2.14.	Dureza superficial .....	38
2.14.1.	Métodos empleados para medir la dureza .....	38
2.15.	Microdurómetro utilizado en el estudio .....	40
<b>CAPÍTULO III. LA PROPUESTA .....</b>		<b>42</b>
3.1.	Formulación de la hipótesis.....	42
3.2.	Variables y operacionalización de las variables.....	42
<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>43</b>
4.1.	Tipo de estudio .....	43
4.2.	Localización, tiempo .....	44
4.3.	Universo y muestra.....	44
4.4.	Unidad de análisis estadístico .....	45
4.5.	Criterios de inclusión y exclusión .....	45
4.5.1.	Criterios de inclusión .....	45
4.5.2.	Criterios de exclusión.....	45
4.6.	Técnicas y procedimientos para la recolección y presentación de la información .....	46
4.6.1.	Confección de la muestra .....	46
4.6.2.	Codificación y división de las muestras .....	47
4.6.3.	Ensayo mecánico de dureza .....	47
4.6.4.	Envío de las muestras al laboratorio .....	48
4.6.5.	Procesamiento de las muestras confeccionadas .....	48
4.6.6.	Procesamiento de los datos .....	49
4.7.	Plan estadístico de análisis de la información .....	49
4.8.	Aspectos éticos implicados en la investigación .....	49
4.9.	Prueba piloto .....	49
4.10.	Limitaciones del procesamiento de las muestras .....	50
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS .....</b>		<b>50</b>
5.1.	Resultados del estudio.....	50
5.2.	Discusión.....	56
5.3.	Conclusiones .....	58
5.4.	Recomendaciones.....	59
Referencias bibliográficas.....		60
Anexos .....		68

Glosario..... 80

## **Resumen**

Las resinas compuestas en odontología surgen para sustituir las amalgamas. Varios factores son importantes para que las resinas compuestas tengan una microdureza óptima, dentro de ellas, el tiempo de fotopolimerización y el momento de pulido. El objetivo de este estudio fue determinar la dureza superficial de resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, periodo mayo-agosto 2019. Se confeccionaron 90 muestras de resina, 45 (Brilliant NG) y 45 (Solare X) de seis mm altura x seis mm de diámetro, fotopolimerizadas con Lámpara LED Valo y pulidas con discos Soft-Lex 3M. Sometidas a prueba de microdureza en el laboratorio de ensayos de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, con el microdurómetro digital HMV-2T-M Shimadzu. Los resultados arrojaron: que la resina Brilliant NG Coltene presentó mayor grado de microdureza fotocurada a los 10 seg, con una dureza (57.50 HV) y la menor dureza fotocurada a los 20 seg; en la resina Solare X GC el mayor grado de microdureza se observó en las muestras pulidas 24 horas después de fotocuradas con una dureza (36.05 HV) y la menor dureza en las muestras sin pulido (33.11 HV). Por lo que la resina Brilliant NG Coltene presentó mayor grado de dureza superficial según tiempo de fotocurado y momento de pulido que la resina Solare X GC.

**Palabras claves:** *operatoria dental, resinas compuestas, microdureza superficial, nanotecnología.*

## **Introducción**

La resina compuesta es un material constituido por dos o más componentes, el resultado de estos componentes es un producto que supera las propiedades de estos por separado. Las resinas compuestas de nanopartículas son combinaciones de la matriz tradicional de resina orgánica y las nuevas partículas de sílice coloidal, estas combinaciones proveen mejoras en las propiedades físicas y químicas de los materiales compuestos a base de resina.<sup>1</sup>

En la actualidad, debido a la gran demanda estética y funcional por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas se han transformado en uno de los materiales de restauración definitiva más utilizados para la confección de restauraciones directas. Estas son estéticamente aceptables, poseen una plasticidad adecuada para su manipulación en la técnica directa, y tienen la capacidad de adherirse al diente mediante procedimientos adhesivos específicos; logrando preservar la estructura dentaria sana, sin necesidad de extenderse hacia un diseño cavitario retentivo, liderando así los avances hacia la odontología mínimamente invasiva<sup>2</sup>.

Los avances tecnológicos y la evolución en el material dental restaurador han hecho que la resina compuesta sea el material de elección en todo el mundo para las restauraciones directas, debido a su capacidad para unir la estructura del diente fácilmente con adhesivos. Su amplia gama de tonalidades, imitando el color de los dientes naturales, es también lo que la ha llevado a ser el material restaurador más utilizado a nivel mundial por los odontólogos<sup>3</sup>.

Pese a los avances logrados, aún las resinas compuestas siguen presentando ciertas deficiencias que limitan su aplicación clínica, siendo el desgaste y la contracción de polimerización los principales factores que conllevan a fracasos clínicos durante su uso<sup>4</sup>.

Para lograr el éxito clínico en estos materiales que presentan larga durabilidad, existen factores que inciden de manera directa en las características tanto intrínsecas como extrínsecas del material, como por ejemplo el ambiente al que son expuestos. Cabe destacar que el comportamiento de un material depende mucho de la medida, es decir el porcentaje tanto en volumen o en peso, composición, dimensión y la forma<sup>4</sup>.

Las resinas compuestas poseen un mecanismo de polimerización por activación de los radicales libres que se encuentran en ella, donde la molécula alfadiquetona es el agente iniciador de la reacción y por lo general una canforoquinona es activada por luz dentro de una longitud de onda

entre 400-500 nm del azul del espectro visible. Según estudios <sup>11</sup> realizados, si existe una lenta reacción de polimerización de las resinas compuestas esta puede producir un menor daño a la interfaz de la restauración, lo que causa un aumento del escurrimiento del material en la fase inicial de formación de los polímeros. Una intensidad y tiempo de luz insuficiente puede inducir propiedades inferiores, como una menor dureza y resistencia, por lo que la intensidad de luz emitida y el tiempo de fotocurado es otro factor determinante en las propiedades físicas y químicas de las resinas compuestas <sup>5</sup>.

A pesar de nuevos estudios relacionados con estos materiales de restauración definitiva, es escasa la literatura que hace referencia a la evaluación de la microdureza superficial en las resinas compuestas de nanotecnología de presentación comercial Brilliant Coltene y la presentación comercial Solare X GC, en relación con la exposición de luz LED. Esta investigación tiene como propósito determinar la dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento de pulido.

## **CAPÍTULO I. PROBLEMA DEL ESTUDIO**

### **1.1. Antecedentes del estudio**

#### **1.1.1. Antecedentes internacionales**

Barbosa et al <sup>5</sup>, realizaron un estudio en el año 2008 en Venezuela, de tipo experimental, in-vitro, denominado “Evaluación de la dureza Knoop de resina compuesta en función de la variación de la técnica de polimerización complementaria”. En este estudio fueron realizadas 50 muestras, y se separaron en cinco grupos con 10 muestras cada uno, con diferentes tipos de polimerización para medir la microdureza superficial utilizando un microdurómetro. Los resultados arrojaron que en general las técnicas de polimerización complementarias fueron eficaces en el aumento de microdureza Knoop de la resina compuesta; en todos los grupos, la región de superficie presentó el mayor valor de microdureza Knoop en relación con la región de hondo; el grupo cinco (grupo experimental) fue el que obtuvo el mejor desempeño y el mayor valor de medias de microdureza Knoop, con diferencias estadísticamente significantes para los demás. Los resultados logrados fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA), seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con nivel de significancia de 5% ( $p < 0,05$ ).

Flaviane et al <sup>6</sup>, realizaron un estudio en el año 2010 en Sao Paulo, Brasil titulado: “Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación con la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo”. Para la realización de este ensayo clínico tipo comparativo-experimental, se confeccionaron siete cuerpos de prueba de ocho x dos x cuatro mm en una matriz a base de carbono, con incrementos de un mm cada uno y fueron fotopolimerizadas con las lámparas Optilux (Dabi Atlante) y LED (Optic). Las muestras fueron sometidas a los ensayos de dureza Vickers; inmediato, 24 horas y un mes después de la confección, se almacenaron en agua destilada y estuvieron a 37 °C. El análisis de microdureza fue realizado por el microdurómetro Shimadzu HMV-2000, con cinco indentaciones y 500 g de peso. La resina compuesta Z100 3M presentó mayor valor de microdureza en relación con la resina compuesta Charisma. Los resultados presentados estadísticamente valorables (p= 5%) para todas las condiciones que se presentaron. Las dos resinas presentaron la microdureza disminuida acorde al aumento de la profundidad y presentaron valores mayores con el aparato de luz halógena que con el de diodo.

En el mismo año, Price et al <sup>7</sup> realizaron un estudio in vitro en Estados Unidos titulado: “Dureza Knoop de cinco compuestos curados con luces de polimerización LED de pico único y polywave”. La metodología consistió en comparar dos luces LED de curación de pico único de segunda generación y dos luces LED de poliuretano de tercera generación. Se utilizaron cinco resinas compuestas de diferentes marcas comerciales y se polimerizaron durante 10 segundos a cuatro y ocho mm desde el final de la guía de luz. La microdureza de Knoop se midió en 49 ubicaciones tanto en las superficies superior e inferior de las muestras para determinar la capacidad de cada luz para curar cada marca de compuesto en 10 segundos. Resultó que, a cuatro y ocho mm, la luz Bluephase G2 entregó el rango espectral más amplio de longitudes de onda, mayor irradiación y densidad de energía. El Bluephase G2 siempre produjo resinas más duras y mejor curadas en comparación con las otras tres luces. Se realizó con test ANOVA y prueba de comparación múltiple REGWQ arrojó resultados de  $P < .01$ ).

En el año 2012, Poggio et al <sup>8</sup> realizaron un estudio experimental, in vitro en Estados Unidos titulado: “Evaluación de la dureza de Vickers y la profundidad de curado de seis resinas

compuestas fotoactivadas con diferentes modos de polimerización”. Se seleccionaron seis composites para el estudio: tres microhíbridos (Esthet.X HD, Amaris, Filtek Silorane), dos nano híbridos (Grandio, Ceram. X mono) y uno nanocarga (Filtek Supreme XT). La dureza vickers de la superficie se determinó con un medidor de microdureza usando una punta de diamante Vickers y la carga de 200 g por un tiempo determinado de 15 segundos. La relación VK media y de dureza se calculó mediante la fórmula siguiente: relación de dureza = VK de la superficie inferior / VK de la superficie superior. Todos los materiales y todos los modos de polimerización sometidos arrojaron que la relación de dureza esperada fue mayor que el valor mínimo. El tiempo de curado no tuvo afectación con relación a los valores de la relación de dureza para Filtek Silorane, Grandio y Filtek Supreme XT. Según al análisis estadístico (t –Student), se observó que para todos los materiales no había diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,5$ ) en los valores de dureza grabados en las superficies superiores. Se registró una diferencia estadística significativa ( $P < 0,01$ ) de un por ciento en las superficies inferiores para todos los materiales probados; y esto debido a que la energía reducida alcanza las capas inferiores, afectando así la dureza final.

En el mismo año y país, Santini et al <sup>9</sup> realizaron un estudio experimental denominado: “Grado de conversión y microdureza de compuestos basados en resina que contenían TPO curados por unidades de LED polywave y monowave”. Se prepararon tres grupos en moldes de teflón de cinco mm de diámetro y dos mm de espesor y se curaron lámparas Polywave Bluephase, polywave Valo y monowave Bluephase, dando como resultado nueve grupos. DC y KHN se determinaron usando espectroscopia micro-Raman y microdureza Knoop, respectivamente. Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando ANOVA de una y dos vías y DC y KHN. Ambas LCU de polywave resultaron en KHN significativamente mayor para Vit-l-escencia y mayor DC en Tetric EvoCeram y Vit-l-escencia que monowave Bluephase. Por el contrario, Bluephase mostró mayor DC que las dos LCU de polywave en Herculite XRV Ultra.

Siguiendo con el mismo año, Valverde et al <sup>10</sup>, hicieron un estudio in vitro llamado: “Microdureza de las resinas compuestas marca Filtek Z350 (3M) y TPH (Dentsply) utilizadas en un servicio odontológico de la caja costarricense de seguro social”. En dicho estudio se implementó un diseño experimental in vitro de un ciego, se utilizaron dos marcas de resinas

compuestas de uso frecuente en la consulta dental, Filtek Z350 (3M ESPE) y TPH3 (DENTSPLY) de la CGSS como material de restauración, para la elaboración de las muestras se emplearon moldes de teflón de 10 mm x dos mm sin fondo. Luego de espatulada la resina se hizo un solo incremento en los moldes de teflón para disminuir la posibilidad de formación burbujas de aire. Los especímenes se situaron sobre una banda de acetato. La distancia de la guía de luz al molde de teflón se estandarizó en dos mm y ésta se colocó perpendicular a la muestra de resina. Las matrices de resina fueron sometidas a polimerización por 20 segundos con dos lámparas de luz halógena convencional. Las muestras fueron conservadas en agua destilada por 24 horas a 37 °C. Se empleó una punta de diamante bajo una carga de 100 gramos por 10 segundos. Se efectuaron cinco indentaciones para determinar la microdureza superficial Vickers. Esta información fue sometida a ANOVA y test Tukey. El grupo con la mayor microdureza superficial fue el de la resina de la marca Filtek Z350 fotopolimerizada con la lámpara Hilux® Optimax con un promedio de 113.33 HV y el grupo con la menor microdureza fue el de la resina de la marca TPH3 polimerizada con la lámpara Hilux® 250, la cual obtuvo un promedio de 90.21 HV. Lo que concluyó que no existió disimilitud estadísticamente relevante entre las lámparas de fotocurado, pero sí entre las resinas compuestas.

En el año 2013, Salas y Lozano <sup>4</sup> realizaron un estudio experimental in vitro, en Lima, Perú bajo el tema: “Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y silorano P90” con el objetivo de determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de metacrilato Z350 XT respecto a la resina de silorano P90. Se confeccionaron 10 cilindros de seis mm de diámetro por seis mm de altura de cada uno de los materiales. La matriz empleada para preparar la probeta fue un tubo de plástico de anestesia, alrededor de su parte externa se fijó una cinta adhesiva transparente de seis mm de altura que fue antes calibrada cada dos mm, la cual funcionaba como referencia para depositar los incrementos de resina. Antes de que se polimerizara la última capa de resina se colocó una banda matriz de poliéster o banda celuloide y sobre ella una lámina portaobjeto de 75 mm x 25 mm con un espesor de 0.8- 1,1 y fueron polimerizadas con LED 40 segundos para después ser preservadas en agua destilada a 37°C durante 24h. Se evaluaron los especímenes con un microdurómetro programado para aplicar una carga de 500 gt por 10 segundos y después de esto fueron observados por un microscopio a 20x. Luego de someter los bloques de resina al durómetro, se pudo observar que el grupo de resina de metacrilato Z350 XT obtuvo una media de microdureza superficial que fue de 86.40

Kg/mm<sup>2</sup>, siendo el valor mínimo de microdureza 85.20 Kg/mm<sup>2</sup> y el valor máximo 89.60 Kg/mm<sup>2</sup>. En el grupo de la resina de silorano P90, ésta presentó un promedio de microdureza de 84.64Kg/mm<sup>2</sup>, siendo 82.40 Kg/mm<sup>2</sup> el mínimo valor de microdureza aceptables y 86.40 Kg/mm<sup>2</sup> el valor máximo aceptable. Mediante la prueba estadística T-Student se aceptó la hipótesis planteada: La microdureza superficial de la resina compuesta de metacrilato Z350 XT fue superior que la de la resina compuesta de silorano P90,  $p=0.0066$ .

En el mismo año y país, Suarez y Lozano <sup>11</sup> realizaron un estudio titulado “Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro” donde se confeccionaron 32 cilindros de acuerdo a la norma ISO 4049 y colocaron las muestras divididas en dos grupos de 16 cada uno, un grupo de resina nanohíbridas y otro de nanorelleno; la mitad de cada grupo fue pulido al instante y la otra parte a las 24 horas luego de ser polimerizados, la microdureza Vickers se obtuvo aplicando una carga de 500 g durante 10s, para poder comparar el promedio de dureza superficial los resultados se sometieron a la prueba T-Student con nivel de significancia de 95%. El pulido después de 24 horas obtuvo una superficie con una dureza superficial superior respecto al pulido inmediato, siendo estadísticamente representativo.

Galvão et al <sup>12</sup>, siguiendo en el mismo año, presentaron un estudio experimental en Estados Unidos titulado: “Evaluación del grado de conversión y dureza de los compuestos dentales fotoactivados con diferentes puntas de guía de luz”. Cinco especímenes fueron hechos para cada grupo evaluado. Las mediciones de dureza Vickers se realizaron en una máquina de prueba universal. El penetrador se utilizó bajo una carga de 50 g, con un tiempo de permanencia de 30 segundos. El grado de conversión y los valores medios de dureza se analizaron por separado mediante Tukey y ANOVA, con un nivel significativo establecido en cinco por ciento. Los valores medios de grado de conversión para el polímero y la punta de la guía de luz de fibra óptica fueron estadísticamente diferentes. Los valores medios de dureza fueron estadísticamente diferentes entre las puntas de guía de luz, pero también hubo diferencia entre las superficies superior e inferior.

En el año 2014, Esmaeli et al <sup>13</sup> publicaron un estudio de tipo comparativo-experimental bajo el tema: "Evaluación de la dureza de las resinas compuestas curadas con QTH y LED" en Estados

Unidos. Para la realización de este estudio se proporcionaron 30 muestras de resinas compuestas Filtek Z250 y C-Fill. Las muestras se fotopolimerizaron con Ultralume 2, Valo y Astralis 7. El número de dureza de Vickers (VHN) se midió en cero, uno, dos mm de profundidad. Los resultados arrojaron lo siguiente: las LCU tuvieron un alcance de profundidad mayor que la lámpara Valo, y la diferencia entre Ultralume 2 y Valo fue significativa en profundidad de un mm (0,05) y dos mm (0,02). En el composite C-Fill, en la superficie superior, Astralis 7 mostró una VHN más alta, pero a una profundidad de dos mm, el rendimiento de todos los dispositivos fue bastante similar. Teniendo como resultado de un 80% en comparación con las demás lámparas.

Im et al <sup>14</sup> publicaron un estudio observacional en el año 2015, titulado “Efecto del grosor de la resina sobre la microdureza y las propiedades ópticas de los composites de resina bulk-fill,” en Maryland, Estados Unidos. Para llevar a cabo este estudio se utilizaron cuatro resinas bulk-fill diferentes y dos composites de resinas regulares. Se prepararon 60 moldes acrílicos cilíndricos para cada espesor (dos, tres y cuatro mm). Los moldes se dividieron en seis grupos para resina compuesta. La microdureza se midió en las superficies superior e inferior, y los colores se midieron utilizando el sistema de Comisión Internacional de Eclairage (CIE) . Se analizaron las diferencias de color según el espesor y los parámetros de translucidez y las correlaciones entre la microdureza y el parámetro de translucidez. Los resultados arrojaron que la microdureza disminuyó al aumentar el espesor de la resina. Los compuestos de resina bulk-fill mostraron una relación de dureza inferior / superior de casi 80% o más en muestras de cuatro mm de espesor. El parámetro de translucidez más alto se observó en Venus Bulk Fill. Todos los compuestos de resina utilizados en este estudio a excepción de Venus Bulk Fill mostraron correlaciones lineales entre la microdureza y el parámetro de translucidez de acuerdo con el espesor.

AlShaafi et al <sup>15</sup>, realizaron un estudio experimental in vitro en el año 2016 en Maryland, Estados Unidos, al que titularon, “Efecto de una luz LED de curado de amplio espectro sobre la microdureza Knoop de cuatro composites posteriores a base de resina a profundidades de dos, cuatro y seis mm.” Para llevar a cabo este estudio se utilizaron anillos metálicos de dos, cuatro o seis mm de espesor con un diámetro interno de cuatro mm a 30 ° C. Las muestras no curadas se cubrieron con una tira de Mylar y se utilizó una unidad de fotopolimerización con LED en un ajuste de alta potencia durante 20 segundos. Las muestras se extrajeron y se colocaron

inmediatamente en un dispositivo de prueba de microdureza Knoop y se midió la microdureza en nueve puntos en ambas superficies superior e inferior de las muestras. Cinco especímenes fueron hechos para cada condición. No hubo diferencias significativas en los valores de microdureza en la zona superior en muestras de dos, cuatro y seis mm de grosor. Surefil SDR Flow fue la resina más blanda, pero la única que no mostró una diferencia entre los valores KHN en la parte inferior de los dos y cuatro mm. Aunque el KHN de Surefil SDR Flow fue sólo marginalmente significativamente diferente entre el espesor de dos y seis mm, el fondo a seis mm fue sólo el 59% de la dureza medida en la parte superior.

Webb-Linares LJ et al <sup>56</sup> realizaron un estudio in vitro en Perú en el año 2009 denominado “Evaluación de la microdureza superficial de una resina compuesta según fuente de luz, su opacidad y tiempo de exposición, el objetivo de este estudio fue comparar la microdureza superficial de una resina compuesta según el tipo de lámpara o fuente de luz, opacidad y tiempo de exposición. Fueron utilizadas la lámpara halógena Astralis® 10 (Ivoclar Vivadent) y la lámpara LED BluePhase® (Ivoclar Vivadent) y las resinas microhíbrida 4Season® (Ivoclar Vivadent) en los colores Esmalte y Trans Super Clear (ETSC), Esmalte A2 , Dentina A2. El tiempo de exposición fue de 20s, 40s y 60s, confeccionaron 5 muestras de 5x5x2 mm por cada grupo de estudio. Las muestras se almacenaron durante 24 horas en un recipiente seco y oscuro después de la polimerización. Se sometieron a prueba microdureza Vickers con un microdurómetro HMV-2 (Shimadzu, Kyoto, Japón), en la superficie superior e inferior. Los datos fueron analizados a través de la prueba ANOVA/Tukey. Los mayores valores de microdureza superficial fueron para la resina Enamel Trans Super Clear. La lámpara halógena proporcionó mayores valores de microdureza superficial. Para las lámparas LED o hubo diferencia significativa a los 20s, 40s y 60s. Para la lámpara halógena a los 20s se obtuvo los menores valores de microdureza; entre 40s y 60s no hubo diferencia significativa.

### 1.1.2. Antecedentes nacionales

En la Universidad Iberoamericana de Santo Domingo en el año 2010, se realizó un estudio experimental-in vitro bajo el título “Evaluación de la dureza superficial de resinas compuestas fotoactivadas con diferentes tipos de lámparas” en esta investigación se realizaron 30 cuerpos, divididos en tres grupos de 10 cada uno. Se utilizó la resina compuesta Filtek Supreme XT A1

Esmalte y A4 dentina, y tres tipos de lámparas, una halógena Biolite 2000, dos LED, Bluephase y Ultralume cinco. Los cuerpos fueron confeccionados utilizando una arandela metálica de dos mm de profundidad y cinco mm de largo; fueron fotopolimerización por 40 segundos los tres grupos con 10 muestras cada grupo. El primer grupo fue de 10 fotopolimerizado con lámpara halógena Biolite 2000, el segundo grupo 10 con lámpara LED Bluephase y el último con lámpara Ultralume 5. Para la medición de dureza superficial vickers fue utilizado un microdurómetro QV 1000 Qualiet. Los resultados fueron sometidos a pruebas estadísticas ANOVA tomando en cuenta tres factores; color, lámpara y superficie y test de proporción múltiple Tukey. De todas las lámparas la que presentó mayor dureza fue la Ultralume 5 en el color A1y A4 <sup>16</sup>.

En este mismo año, Guzman et al <sup>17</sup> realizaron un estudio experimental in vitro titulado “Dureza superficial de resinas compuestas fotoactivas con diferentes lámparas y técnicas”. Para la realización de este se utilizaron 16 premolares extraídos a los que se les realizó una apertura una fresa redonda en el centro de la cara oclusal, se restauraron con resina compuesta y fueron fotopolimerizados. Ocho cuerpos de prueba fueron fotocurados con una lámpara halógena, cuatro por 10 segundos y otros cuatro por 20 segundos; otros ocho grupos fueron fotocurados con una lámpara LED, cuatro por 10 segundos y otros cuatro por 20 segundos. Estos fueron divididos en tres capas (superficial, media y profunda), luego las muestras fueron almacenadas a una temperatura de 37° C por 24h y finalmente llevadas al microdurómetro para medir la dureza superficial Vickers. Los resultados arrojaron que de todas las lámparas estudiadas la que presentó mayor resultado de dureza fue la LED en 10 segundos en la capa profunda.

### 1.1.3. Antecedentes locales

No se encontraron antecedentes locales relacionados.

## 1.2. Planteamiento del problema

La caries dental es una enfermedad infectocontagiosa, multifactorial de alta prevalencia a nivel mundial. Se caracteriza por la desmineralización de los tejidos duros del diente, en los que ocurre cavitación y pérdida de estructura. La pieza dentaria debe entonces ser restaurada para permitir la protección de los tejidos remanentes, procedimiento para el cual es necesario el uso de materiales de restauración definitiva, dentro de los cuales se encuentran las resinas compuestas, siendo este el material más utilizado para las restauraciones directas <sup>18</sup>.

Dentro de la odontología restauradora, surge la operatoria dental que como indicó Barrancos Mooney<sup>18</sup> es la disciplina encargada de: “prevenir, diagnosticar y restaurar las lesiones, como alteraciones o defectos que puede sufrir un diente, para devolver su forma, estética y función dentro del aparato masticatorio en armonía con los tejidos adyacentes”.

Para cumplir con los requisitos antes planteados, existen materiales con alto grado de dureza en su estructura superficial, ya que los procedimientos restauradores deben ser capaces de soportar las cargas masticatorias, la trituración de alimentos y los hábitos patológicos en caso de que el paciente padezca de alguno. En la actualidad el objetivo de la odontología restauradora más que limitarse a preparaciones conservadoras y materiales de alta estética, busca conseguir restauraciones más longevas y de mayor dureza en su superficie <sup>22</sup>.

La dureza superficial en las restauraciones a base de resinas compuestas según reporta la literatura, está directamente relacionada con: tipo de lámpara utilizada, longitud de onda, la densidad lumínica de la lámpara y el tiempo de exposición de la luz emitida por la lámpara sobre la resina compuesta <sup>17</sup>. El pulido final de las restauraciones también es un factor que influye en la dureza superficial de las restauraciones definitivas a base de resina compuesta según los reportes científicos <sup>4</sup>.

En la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz, en el área de operatoria dental se utiliza resina compuesta de dos marcas comerciales diferentes, las cuales son; Brilliant Coltene y Solare X GC, las mismas son seleccionados de acuerdo con la marca para un sector específico, donde la resina

Brilliant NG, (Coltene,Switzerland,Suiza) se utiliza para restaurar los procedimientos en el sector posterior y la Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) en todos los procedimientos realizados en dientes anteriores. Es determinante identificar de las dos presentaciones comerciales la que presenta mejores propiedades en cuanto a la dureza superficial, con el fin de seleccionar la más adecuada para cada procedimiento en función a sus propiedades físicas. Los tiempos de fotocurado de las resinas son factores que intervienen directamente en la dureza del material según los estudios antes citados. El tiempo de exposición a la luz de la lámpara afecta de manera directa el grado de polimerización de la resina compuesta y por lo tanto la microdureza del material. Al momento de hacer restauraciones directas en resina compuesta es importante tomar en cuenta el pulido; el objetivo principal de este es alisar las superficies ásperas, darles un acabado correcto a los márgenes y remover el exceso de material, para así evitar el cúmulo de placa y conservar las restauraciones sin manchas. De realizarse un pulido inmediato no se consigue disminuir la rugosidad superficial de manera adecuada debido a que solo un 70% de la resina está polimerizada; es por esto que se recomienda realizar el pulido final de la restauración en una cita posterior <sup>6,8</sup>. En este estudio se pretende investigar si los distintos tiempos utilizados en las lámpara de fotocurado y el momento del pulido interfieren en cuanto a la dureza superficial del material, con el objetivo de identificar el material con mejores propiedades en cuanto a su dureza para ser utilizado en los procedimientos restaurativos en el sector posterior con mayor dependencia de cargas masticatorias.

En función a lo antes planteado surgieron las siguientes interrogantes de investigación:

¿Cuál es la dureza superficial que presentarán las resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña?

¿Cuál será el grado de microdureza superficial en la resina compuesta Brilliant NG Coltene <sup>TM</sup> según el tiempo de fotocurado y el momento del pulido?

¿Cuál será el grado de microdureza superficial en la resina compuesta Solare X GC según el

tiempo de fotocurado y el momento del pulido?

### 1.3. Justificación

Este estudio compara la dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales según el tiempo de fotocurado y el momento de pulido, en el área de operatoria dental en la clínica de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña en el periodo sep-dic 2019. Estudios han revelado que el modo de uso de la lámpara y el tiempo de fotocurado frente a las resinas compuestas son elementos que influyen directamente en cada propiedad física de las mismas, por lo que es determinante saber la microdureza superficial de las resinas compuestas evaluadas, para que a la hora de seleccionar una marca comercial se tenga conocimiento de la dureza que va a presentar en función al caso<sup>32</sup>.

Esta investigación se realizó para demostrar la relación entre la dureza superficial y los tiempos de polimerización de las resinas compuestas, con el uso de lámparas de luz expulsadas por diodos LED, ampliar conocimientos y brindar alternativas al operador sobre el material y uso de técnicas adecuadas para garantizar la longevidad en las restauraciones a base de resinas compuestas, utilizando una lámpara de luz LED. Por lo que esta aporta una información detallada, en cuanto la dureza superficial de resinas compuestas de la misma generación y su tecnología, y en lo clínico; porque las resinas compuestas tienen un conjunto de propiedades físicas y químicas que las hacen de gran utilidad para la odontología restauradora, por lo que evaluar la microdureza superficial es una de ellas y analizarla se convierte en un tema de estudio necesario y relevante.

Los resultados de esta investigación benefician tanto a los estudiantes, como al profesional de la odontología dentro y fuera del área de operatoria de la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz (UNPHU) de modo que provee información para la selección del material, según la marca comercial con mejores propiedades físicas a ser utilizadas en el sector a restaurar ya sea anterior o posterior, dependiendo de la condición del caso, aportando además si existe variación en el uso de la lámpara y el tiempo de exposición de acuerdo a la densidad lumínica emitida por la misma.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Determinar la dureza superficial que presentarán las resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

### 1.4.2. Objetivos específicos

1.4.2.1. Determinar el grado de microdureza superficial en la resina compuesta Brilliant NG Coltene™ según el tiempo de fotocurado y el momento del pulido.

1.4.2.2. Determinar el grado de microdureza superficial en la resina compuesta Solare X GC según el tiempo de fotocurado y el momento del pulido.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Resinas compuestas

“Las resinas compuestas, o composites, son materiales sintéticos compuestos por elementos variados. Se definen como combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfaz distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual”. Esta combinación de materiales aporta propiedades que no se podrían conseguir con los materiales individuales. El material de restauración está compuesto, en el momento que se ha añadido un relleno inorgánico a la matriz de resina, de esta manera sus propiedades son mejoradas <sup>19,20</sup>.

En este estudio se manejaron los siguientes temas y subtemas: las resinas compuestas, componentes de las resinas compuestas: matriz de resina, partículas de relleno, agente de unión y sistema iniciador-activador de la polimerización, clasificación de las resinas compuestas según el tamaño de las partículas de relleno: resinas de macrorelleno, microrelleno, híbridas, microhíbridas, nanorelleno y monohíbridas, su consistencia: resinas compuestas convencionales, condensables y fluidas, propiedades de las resinas compuestas: resistencia al desgaste, contracción a la polimerización, coeficiente de expansión térmica sorción acuosa, resistencia a la compresión y a la tracción, estabilidad del color y módulo de elasticidad, resinas compuestas usadas en el estudio: resina Brilliant NG, (Coltene,Switzerland,Suiza); indicaciones de uso, y ventajas, resina nanohíbridas Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio); indicaciones de uso, sistema de rellenos y ventajas, sistema de pulido Sof-lex utilizado en el estudio, pulido de las restauraciones: etapas del acabado y pulido de las restauraciones, acabado inicial, acabado intermedio, acabado final e importancia del pulido.

## 2.2. Componentes de la resina

“Los componentes básicos que conforman las resinas compuestas son:

- **Matriz:** material de resina plástica que forma una fase continua.
- **Relleno o fase inorgánica:** partículas / fibras de refuerzo que forman una fase dispersa.

- Agente de conexión o acoplamiento: es quien favorece la unión del relleno con la matriz (conocido como Silano).
- Sistema activador: es el iniciador de la polimerización”<sup>21</sup>.

Matriz: está formada por un monómero de dos funciones y los más utilizados son Bis-GMA y el DMU (dimetacrilato de uretano) o una mezcla de ambos tipos de monómeros. El metilmetacrilato en comparación con el Bis-GMA tiene un mayor peso molecular por lo que su contracción durante su polimerización resulta ser menor <sup>9</sup>.

Estos suelen ser muy viscosos a temperatura ambiente por lo que es una desventaja y dificultad la manipulación de este, entonces se encuentra diluido otro monómero bifuncional de menos viscosidad denominado TEGMA (Tietilenglico 6 dimetacrilato), lo que permite un resultado clínicamente manejable <sup>22</sup>. Los principales monómeros que han sido utilizados desde la antigüedad hasta el momento para la confección de resinas dentales son: Metilmetacrilato (MMA), Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), Uretano dimetil metacrilato (UDMA) y el Trietilenglicol Dimetacrilato (TEGDMA). El monómero base más utilizado durante los últimos años ha sido el Bis-GMA<sup>19</sup>.

Partículas de relleno: corresponde a las partículas que la conforman, las partículas usualmente que están presente son de cuarzo y de vidrio, pero también están de aluminio, silicatos de litio, cristales de bario, sílice. El relleno que tiene la resina compuesta le ofrece unas propiedades mecánicas mejores. Cabe destacar que cuanto mayor sea el relleno a la matriz mejor serán las propiedades y se disminuye la contracción de polimerización<sup>19-21</sup>.

Agentes de unión: para que los componentes mencionados anteriormente sean compatibles entre sí, estas partículas de relleno son empapadas de un agente de acoplamiento o un agente de conexión, en este caso llamado vinil silano y su única función es unificar químicamente la matriz orgánica del relleno que es inorgánico. Esta unión se da por grupos químicos funcionales que están capacitados para reaccionar por un lado con la matriz orgánica y por otro lado con partículas del relleno teniendo como resultado el acoplamiento de ambas partes <sup>19-20</sup>.

Sistema iniciador de polimerización: para que las resinas compuestas puedan endurecer los monómeros tienen que transformarse en polímeros, y por lo tanto necesitan ser activados y que exista un agente iniciador. Las resinas compuestas polimerizan por un mecanismo de adición iniciado por radicales libres, y los iniciadores y activadores determinan la forma en que se realiza la reacción de polimerización <sup>20</sup>.

La activación de la resina compuesta es actualmente con luz visible, un sensibilizador del sistema de iniciación, usualmente la canforoquinona en su estado de excitación interactúa con una amina alifática como un iniciador para la presencia de luz. La canforoquinona tiene una absorción de luz de longitudes de 400 y 500 nm de ondas y un peak de 468 nm y se utiliza en cantidades pequeñas, por lo general en menos de 0,2% <sup>22</sup>.

Aparte de los agentes antes mencionados, también se pueden encontrar otros agentes presentes en las resinas compuestas:

- Pigmentos: sirven para dar los distintos tonos del material restaurador.
- Opacificadores y modificadores: se usan para el control del color y la translucidez de la resina compuesta.
- Radioopacificadores: las resinas compuestas son radiolúcidas, lo que conlleva a una desventaja ante exámenes diagnósticos radiológicos. Por esto se agregan sales de bario para dar las características radiopacas al sistema<sup>20</sup>.

### 2.3. Clasificación de las resinas

Las resinas compuestas se clasifican según forma y tamaño de las partículas de rellenos, por lo que presenta una gama de posibilidades a la hora de escoger. No obstante, cada tipo de resina tiene características únicas mecánicas y estéticas, el tipo de restauración y la localización son determinantes para escoger el tipo de resina compuesta a utilizar dado el caso <sup>23</sup>.

Macrorelleno: estas resinas presentan las partículas de un tamaño de entre 10 y 50  $\mu\text{m}$ , en su momento esta resina fue de gran utilidad, pero las propiedades clínicas que presentaban eran poco eficientes como; la rugosidad superficial y el poco brillo que estas poseían, estas eran sus desventajas principales, por lo que salieron del mercado en poco tiempo <sup>23</sup>.

Microrelleno: las resinas de microrelleno tienen partículas de tamaño 0.01 y 0.04  $\mu\text{m}$ , por lo que clínicamente comparada con la anterior el tamaño de estas partículas permitían el pulido, un brillo superficial y estética a la restauración. Pero a pesar de que pueden pulirse son débiles debido al bajo contenido de relleno que poseen. Estas resinas son recomendadas utilizarlas en sector anterior, mientras que, no en el posterior por su baja propiedades mecánicas y físicas <sup>23-24</sup>.

Híbridas: las resinas compuestas híbridas surgen con un gran objetivo, y es lograr un material intermedio entre las resinas de macrorelleno y microrelleno. Se forma de la unión de partículas de relleno cerámico fino de vidrio, donde el tamaño promedio es entre 0.6 y un  $\mu\text{m}$  y el relleno microfino son de sílice coloidal desmedida 0.05  $\mu\text{m}$ . Esta mezcla de tamaño de partículas es lo que permite la resistencia de las resinas compuesta de macrorelleno y características de pulido de las resinas compuestas microrelleno, dando lugar a una resina compuesta con mayor resistente al desgaste y con buenas propiedades físicas <sup>20-24</sup>

Microhíbrida: en el caso de las resinas microhíbridas, estas están compuestas por dos tipos de rellenos, es decir, un contenido alto de partículas de formas irregulares submicrónicas. La manera en que están distribuidas las partículas facilita un mejor empaquetamiento, lo que permite tener un buen manejo clínico. Estas resinas son consideradas como resinas compuestas universales ya que pueden ser utilizadas tanto en restauraciones del sector anterior y posterior basándose en la fuerza y capacidad de pulido <sup>23</sup>.

Nanorelleno: las resinas de nanorellenos o también llamadas nanotecnología, poseen partículas que se miden en escala “nano” y tienen un tamaño menos de 10 nm, lo que dispone un relleno individual o en una agrupación de nanoclusters de tamaño aproximado 76 nm, los nanoclusters son formados por partículas de zirconia/sílice pero también de nano sílice solamente y los clusters son abordados como silanos con el objetivo de entre unirse con la resina<sup>25</sup>. El tamaño de

las partículas que contiene esta resina le proporciona una translucidez alta, un pulido óptimo y resistencia al desgaste y propiedades físicas parecidas al de las resinas híbridas, lo que da la ventaja de utilizarse en dientes del sector anterior como en el posterior<sup>24</sup>.

Nanohíbrida: una de las novedades más reciente de las resinas compuestas de nanorelleno, es que la mayoría de las fábricas han modificado la composición de sus resinas microhíbridas para incluir nanopartículas, lo que da lugar a las denominadas nanohíbridas<sup>23</sup>.

## 2.4. Clasificación según su consistencia

Un parámetro importante que se ha utilizado para clasificar las resinas compuestas es según su consistencia. Dentro de estas se encuentran: resinas compuestas convencionales, condensables y fluidas<sup>20</sup>.

Convencionales: se caracterizan porque tienen una viscosidad intermedia, característica dada por la cantidad de relleno que posee en la estructura. Tiene un desgaste mínimo y una alta elasticidad. Es una de las más utilizadas debido al fácil uso.<sup>20</sup>

Condensables: se caracterizan por ofrecer mejores cualidades para una restauración del sector posterior. En esta resina el relleno tiene de 77-83% en peso, es decir que presenta una gran rigidez debido al relleno inorgánico que se infiltra en la matriz, generando una alta viscosidad parecida a la amalgama dental, lo que hace indispensable condensar la resina. Estas resinas poseen alta resistencia al desgaste y una elevada rigidez<sup>22</sup>.

Las resinas fluidas o también llamadas de baja viscosidad presentan un porcentaje menor de relleno inorgánico, para disminuir su viscosidad poseen diluyentes, lo que les confiere la propiedad de que sean fluidas. Tienen como ventaja una humectación alta en la superficie dental, y la forma de fluir en pequeñas cavidades, siendo así capas mínimas de espesor<sup>20</sup>.

## 2.5. Propiedades de la resina compuesta

### Resistencia al desgaste

Factores como el bolo alimenticio, la fricción entre una estructura dentaria y otra, el cepillado dental entre otros, contribuyen a la pérdida de estructura superficial; la habilidad que tienen la resina compuesta de oponerse a esa pérdida superficial se denomina resistencia al desgaste. La pérdida de estructura es un proceso que ocurre de manera gradual y sus efectos pueden observarse a largo plazo, provocando pérdida de anatomía y acortando la durabilidad de las resinas en boca. Esta propiedad va a estar íntimamente relacionada con la forma, tamaño y lo que la partícula de relleno contenga, también va a depender de si la restauración es anterior o posterior y de cómo se encuentren las relaciones de contacto oclusal. A mayor cantidad de relleno, menor tamaño y mayor dureza que posea la resina compuesta, menos abrasiva será<sup>21</sup>.

### Contracción por polimerización

Antes de polimerizar, las resinas compuestas poseen una medida promedio de cuatro nanómetros. Luego de ser polimerizadas hay una reducción en la distancia entre las partículas de aproximadamente 1.5 nanómetros, lo que produce un acercamiento entre ellas, que a su vez provoca que el volumen del material se reduzca. Este proceso de contracción hace que se originen fuerzas internas en la conformación de la resina, La transformación de todas esas fuerzas es el resultado de tensiones en el momento que la resina se adhiere en la superficie del diente<sup>21</sup>.

### Coefficiente de expansión térmica

Se define como la capacidad que tiene la resina compuesta de cambiar de tamaño al reaccionar a la temperatura aplicada a esta. Mientras más parecido sea el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica del diente en el que se está realizando la restauración, será menos probable que se produzcan grietas entre la restauración y el diente

cuando haya una variación en la temperatura. Se considera que en una resina compuesta donde el coeficiente de expansión térmico sea bajo va a conducir a una mejoría en la adaptación de los márgenes. Las resinas compuestas están por encima del coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios hasta tres veces, lo que va a afectar significativamente debido a que las restauraciones en boca suelen estar a temperaturas de hasta 60° C <sup>26</sup>.

## Resistencia a la compresión

Las resistencias, tanto de compresión como de tracción son muy parecidas a las de la dentina, y estas van a estar relacionadas con la dimensión y proporción de las partículas de relleno: mientras mayor sea el tamaño y proporción de las partículas de relleno, la resistencia a la compresión y tracción serán mayor <sup>26</sup>.

## Estabilidad de color

La resina compuesta es un material que tiene la capacidad de tener cambios de coloración ya sea por manchas en la superficie o decoloraciones que se producen de manera interna. Las manchas que están en la superficie se deben por lo general a agentes, como el tabaco y alimentos con colorante, mientras que, la interna se produce debido a un proceso que se da en determinados componentes de las resinas compuestas llamada fotooxidación. La activación de las resinas que se produce de manera química es menos estable que la de aquellas que son activadas por fotopolimerización <sup>21</sup>.

## Módulo de elasticidad

Qué tan rígido es un material lo determina el módulo de elasticidad. Mientras más rígido sea un material, mayor será su módulo de elasticidad, y al contrario mientras más flexible sea un material, menor será el módulo de elasticidad de este. Al igual que en la resistencia a la tracción y compresión, el porcentaje y la dimensión de las partículas de relleno son significativas en el

módulo de elasticidad, ya que, mientras mayor sea el tamaño de las partículas y más contenido haya de estas, mayor será el módulo de elasticidad de la resina<sup>26</sup>.

## 2.6. Resinas utilizadas en el estudio

### 2.6.1. Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza)

Es un composite fotopolimerizable nanohíbrido de alto relleno, fácil de manipular, radiopaco y para todo tipo de restauraciones. Su enfoque va dirigido a simplificar la técnica de aplicación, alcanzando excelentes resultados estéticos. Dentro de su composición contiene metacrilatos, vidrio dental, sílice amorfo. Su consistencia no pegajosa y estable permite formar y proporcionar proximidades anatómicas naturales. Por lo que se logra disminuir el tiempo para la conformación anatómica posterior con los instrumentos de acabado<sup>27</sup>.

Indicaciones de uso:

- Obturaciones directas en cavidades de clase I, II, III, V.
- Reparaciones en carilla de composite/cerámica.
- Restauraciones de pequeñas imperfecciones.
- Obturación directa de clase V.

Ventajas:

- No pegadizo, ideal para conformar.
- Empacable y esculpible.
- Excelente para todos los sectores (anterior/posterior).
- Rápida y fácil adaptación en el piso de la cavidad sin atrapamiento de aire.
- No pega ni se escurre al instrumento de aplicación.
- Excelente adaptación marginal.
- Eficaz reconstrucción de puntos de contacto<sup>28-29</sup>.

### 2.6.2. Solare X (GC, Ikebukuro, Tokyo)

Resina compuesta de nanohibrida diseñada con elevada liberación de fluoruros, alta densidad radiopaca y fotopolimerizables, está indicada para el sector anterior y posterior, posee una buena resistencia físico-mecánica al desgaste. La resina compuesta Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) posee un mínimo de estrés de contracción de polimerización lo que permite que la hipersensibilidad postoperatoria sea mínima <sup>3</sup>.

Para la imitación de color de los dientes naturales, dentro de las propiedades estéticas que tiene la resina Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) se encuentran: rellenos de vidrio, nanorellenos y rellenos pre-polimerizados permitiendo la imitación compleja de transmisión de la luz, la reflexión y la difusión que se encuentran presentes en dientes naturales <sup>2</sup>.

Indicaciones de uso:

- Restauraciones directas en anterior y posterior y las superficies oclusales
- Reconstrucción de muñones.
- Ferulización.
- Restauraciones indirectas: inlays, onlays y carillas.

Ventajas:

- Tensión de contracción por polimerización baja.
- Alta resistencia a la fractura.
- Partículas Pre-polimerizadas.
- Rápido y fácil pulido para obtener una superficie lisa y brillante.
- Tendencia a fractura alta.
- No pegajoso <sup>30</sup>.

## 2.7. Fotopolimerizadores

Los composites de resina fotopolimerizada se han vuelto cada vez más populares permitiendo que las restauraciones dentales sean más conservadoras y estéticas. El grado de curación compuesto se ve afectado por la densidad de potencia de la magnitud de curado, el tono de resina, tiempo de exposición, el tamaño de relleno y el nivel de carga. A medida que aumenta la distancia de la luz, la intensidad de esta disminuye; en consecuencia, la intensidad de la luz absorbida por el monómero y la dureza de la resina compuesta también disminuyen. La dureza de la resina compuesta ha sido examinada para valorar qué grado de polimerización tiene está en relación con los dispositivos de fotopolimerización. Los compuestos con alta durabilidad bajo cargas de oclusión generalmente contienen altas cantidades de partículas de relleno. Esto puede dar como resultado una rugosidad de la superficie después del pulido y una tendencia a la decoloración externa <sup>31-32</sup>.

En la década de 1970, se introdujo un compuesto de resina activada por la luz en odontología restauradora. Desde entonces, mucho esfuerzo se ha dirigido hacia la mejora de las propiedades y la resistencia de la restauración de resina compuesta en el entorno oral. Los dispositivos de fotopolimerización y los compuestos de resina activados por la luz han mejorado notablemente. Desde entonces los primeros intentos utilizaron un compuesto activado por luz ultravioleta pero la baja polimerización de este material, la profundidad y los efectos secundarios iatrogénicos, llevaron a su reemplazo por compuestos activados por luz visible. Estos últimos están actualmente en uso y continúan experimentando un mayor desarrollo. En la actualidad, la odontología restauradora utiliza cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH), diodo emisor de luz (LED), arco de plasma (PAC) y dispositivos de fotopolimerización con láser de argón. Entre estos dispositivos, las luces QTH y LED son las más utilizadas en clínicas dentales<sup>32</sup>.

Los niveles de densidad de potencia son fundamentales para proporcionar una profundidad adecuada de curación. La fotopolimerización inadecuada de la restauración degrada las propiedades biológicas y físicas de la restauración compuesta de resina. La densidad de potencia

no sólo depende del dispositivo de curado, también la punta de luz-resina, una distancia compleja muy afectada en ciertas situaciones clínicas <sup>31</sup>.

La mayoría de las unidades de curado ampliamente utilizadas hoy, son unidades del halógeno del tungsteno del cuarzo (QTH). Su bulbo está lleno de yodo o gas de bromo y contiene un filamento de tungsteno, conectado a una corriente eléctrica, este brilla y produce una luz muy poderosa. La luz blanca es favorable, se filtra para limitar el rango de salida del haz de luz azul (400 – 500 nm), sin embargo, el espectro emitido de la luz no es uniformemente eficaz para activar los fotoiniciadores. La generación de calor es una de las principales desventajas de QTH unidades y aumenta con el tiempo de radiación creciente, otros inconvenientes son la vida útil limitada de la bombilla y degradación del reflector y del filtro con el tiempo <sup>31</sup>.

En cierta medida, es clínicamente posible reducir la tasa de curado de un composite reduciendo la intensidad de la luz utilizada en la fotoactivación. La tasa de conversión es proporcional a la raíz cuadrada de la densidad de potencia ( $PD = mW/cm^2$ ). Han desarrollado rutinas de curado alternativas mediante la entrega de energía escalonada, pulsada o con rampa, con el objetivo de que la integridad interfacial de las restauraciones compuestas sea mejor, reduciendo la tasa de curado o los compuestos, y por lo tanto, aumentando su capacidad caudal. Sin embargo, con el fin de ser eficaz, estos nuevos "SoftStart " métodos de curado deben ser capaces de reducir significativamente el estrés de contracción y mejorar la integridad marginal sin comprometer el grado de conversión de composite o sus propiedades mecánicas <sup>33</sup>.

## 2.8. Tipos de fotopolimerizadores

Lámpara halógena: la luz halógena convencional hace su entrada a mediados de los 80 y esta tenía un filtro de 100nm de banda y oscilaba entre los 400 y los 500 nm. Esta se caracteriza por emitir una luz blanca. Para estas lámparas poder producir luz necesitaba una longitud de onda en específico, esta debía filtrarse, lo que causaba un desperdicio de radiación convirtiéndose en el principal problema de estos aparatos. Para compensar esta liberación excesiva de energía en forma de calor los equipos necesitaban un sistema de ventilación, comprometiendo estas altas temperaturas la durabilidad y capacidad de los aparatos.

Esto en conjunto con la degradación del filtro originaba que se redujera la intensidad de luz <sup>31</sup>.

Lámpara de arco de plasma: en estas la bombilla contiene un gas de xenón o argón, dos electrodos cercanos, que al momento de aplicar una corriente eléctrica el gas y la emisión de luz se ionizan. Las principales características de estos dispositivos son su longitud de onda de 430-500 nm y el tiempo aceptado para cada capa de resina, es de 10 segundos <sup>34</sup>.

Lámpara LED: son las más innovadoras actualmente en el mercado. La luz es generada por fenómenos mecánicos cuánticos entre semiconductores y no está producida por el calentamiento del filamento. La conversión de energía está entre el siete y el 27%, hasta ahora son las que más abarcan la energía generada <sup>34</sup>.

## 2.9.Historia de fotopolimerizadores LED

Las lámparas LED, cuyas siglas en inglés significan Light Emitting Diode lo que en español se traduciría a Diodo Emisor de Luz, salen al mercado por primera vez en 1995 aproximadamente, pero fue en el siglo XXI que su auge incrementó y estas se hicieron de uso global. La luz producida por la lámpara se distribuye de forma espectral estrecha, y su color particular producido debido a la composición química de la unión de semiconductores, es lo que las diferencia del resto de los dispositivos anteriormente utilizados para la fotopolimerización<sup>35</sup>.

Las lámparas LED proporcionan una forma más eficaz de transformar la energía eléctrica en luz permitiendo emisión de longitudes de ondas deseadas a través de adecuadas energías de capacidad de banda. Se demostró que utilizando la lámpara LED a niveles de intensidad inferiores a los convencionalmente usados ( $100 \text{ mW/cm}^2$ ), la polimerización del composite en cuanto a la profundidad y factor de conversión significativamente mejoraron en comparación con los dispositivos de luz halógena; se debe a la interacción de los fotones con las canforoquinonas emitidas por las LED. Posteriormente, la producción de las lámparas se enfocó en perfeccionar y adaptar estos artefactos a las exigencias del consumidor<sup>35</sup>.

## 2.10. Intensidad lumínica

Se requiere de una intensidad lumínica de por lo menos 350-400 mW/cm<sup>2</sup> para garantizar la efectividad del fotocurado, si los valores llegan a bajar se debe evaluar el filtro, la bombilla, y la guía luz para verificar si existe un defecto en estos. Para analizar los valores de intensidad lumínica se debe hacer uso de un radiómetro que puede estar incorporado a la lámpara de fotocurado u obtenerse de manera separada <sup>34</sup>.

## 2.11. Modos de polimerización

Existen dos modos principales de polimerización:

Continua: es cuando la intensidad de la luz que está siendo aplicada permanece firme durante el tiempo de exposición. <sup>34</sup>.

Discontinua: es cuando la intensidad de la luz varía de acuerdo con el tiempo <sup>34</sup>. Se emplean tres técnicas mencionadas a continuación:

- a) Fotopolimerización en dos fases, primera fase a una intensidad baja (100-250 mW/cm<sup>2</sup>), y la segunda fase a intensidad alta (500-900 mW/cm<sup>2</sup>).
- b) La fotopolimerización progresiva o "en rampa" es igual la de dos pasos, pero el ascenso de la intensidad está sistematizado en la lámpara y como su nombre indica es progresiva.
- c) Fotopolimerización diferida, los incrementos iniciales van a 600 mW/cm<sup>2</sup> durante 10 segundos y la última capa a nivel de esmalte a 200 mW/cm<sup>2</sup> por tres segundos, restaurado y pulido, a los tres a cinco segundos se aplica a 600 mW/cm<sup>2</sup> durante 10 segundos en vestibular, lingual y oclusal.

Consiguiendo con estas una fotopolimerización de las capas superficiales y un tiempo extendido de la fase pre-gel en las capas más profundas.

## 2.12. Lámpara utilizada en el estudio

### **VALO**

La lámpara de fotopolimerización Valo (Ultradent, Utah, Estados Unidos) de LEDs de banda ancha fue introducida al mercado por primera vez en el 2009 por Ultradent. En general todas las lámparas LED Valo (Ultradent, Utah, Estados Unidos) fueron construidas con una barra única de aluminio aeroespacial templado de alto grado, lo que las hace resistentes a ralladuras y muy duraderas y fueron fresadas con precisión en la fábrica propia del fabricante en Utah, Estados Unidos. Esta lámpara posee además una construcción mecánica monocuerpo que ayuda a una mayor disipación del calor, su diseño ergonómico ligero y su perfil delgado agilizan el manejo de la misma además de brindar un mejor y fácil acceso a todas las áreas de la cavidad bucal.

Con el pasar de los años Ultradent empezó a hacer mejoras en cuanto al diseño de la lámpara introduciendo en 2011 la Valo (Ultradent, Utah, Estados Unidos) Cordless (inalámbrica), que posee la misma capacidad de polimerización que la original pero más comodidad para el profesional. Tres años después no hubo ninguna mejora significativa, solo lanzaron varios colores a elegir, pero ya para 2016 la compañía ofrece a su público la Valo (Ultradent, Utah, Estados Unidos) Grand, que tiene toda la libertad de la lámpara anterior, pero con el beneficio de un lente 50% más grande.

La lámpara Valo (Ultradent, Utah, Estados Unidos) cuenta con cuatro LEDS con un amplio espectro de longitudes de onda generando así una luz de gran intensidad a 385-515 nm. Esta forma y potencia de salida de luz en conjunto con sus tres modalidades de polimerización (Potencia Estándar, Alta Potencia y Potencia Extra) es lo que le permite polimerizar incluso aquellos materiales dentales que la mayoría de las lámparas LED no pueden polimerizar ya que su lente fue diseñado de manera específica con un haz colimado en su interior para garantizar una polimerización con una concentración consistente, superior y uniforme tomando en cuenta las superficies y distancias de trabajo.

### 2.13. Acabado y pulido de la resina

La superficie del material restaurador debe contar con una uniformidad en su superficie de modo que tenga una textura lisa, y se denomina textura superficial; está relacionada con el tamaño, cantidad y tipo de las partículas de relleno y por una técnica correcta de acabado y pulido <sup>30</sup>.

El acabado y pulido de las restauraciones dentarias, no importa la técnica ya sea directa o indirecta, o tipo de material utilizado resina compuesta o cerámica, son pasos de determinación absoluta en la rehabilitación odontológica, debido a que superficies desgastadas y no pulidas por ende tienen irregularidades que como resultado produce la acumulación de placas y depósito de pigmentos colorados. Sin embargo, superficies con un acabado y pulido contribuye a la duración de la restauración y de esta manera a la disminución de la acumulación de placa y de tinción marginales de la restauración y superficie <sup>36</sup>.

Los sistemas de pulido están compuestos por fresas de carburo de diferentes tipos como: fresas diamantadas, multi hojas, discos y tiras con terminado abrasivo, pastas para pulir y por último copas de hule de textura duras o suaves y ruedas con abrasivos.

El procedimiento de acabado y pulido tiene cuatro pasos:

- Disminución de los excesos de los materiales restaurativos.
- Contorneado que involucra la imitación de la forma, tamaño y surcos que le dan forma al diente.
- Terminar y pulir para crear una unión correcta y establecida entre el diente y la restauración, de manera que se eliminen las rayas para que haya una superficie suave y brillante.

Discos. Son utilizados para que exista un desgaste en bruto, contornear y dar acabado y pulido de las restauraciones. En general son utilizados para dar un lustre a las superficies. Estos se guían de una secuencia de granos compuestos ya en el disco, iniciando con un grano más abrasivo y concluyendo con un grano superfino <sup>37</sup>.

### 2.13.1. Sistema de pulido Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos)

3M ESPE es una fábrica líder en la innovación dental. A mediados de los años 70, introdujeron el sistema Sof-Lex de acabado y pulido y representó un increíble avance en cuanto a sistema de pulido se trata proporcionando a los odontólogos una solución absoluta para el acabado de las restauraciones. Un sistema de discos y tiras con códigos de colores secuenciales y un mandril de fácil uso el sistema Sof-Lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos) sigue proporcionando resultados eficaces<sup>38</sup>.

Iniciando en el grano grueso al superfino, es de fácil identificación por el código de colores que posee para así tener una secuencia rápida y sencilla, los discos de forma pop-on es decir intercambiables y las tiras de acabado y pulido son excepcionales clínicamente debido al ahorro del tiempo que esta proporciona<sup>39</sup>

## 2.14. Dureza superficial

La dureza es la presión promedio ejercida sobre el área de contacto del penetrador con la superficie del espécimen cuando la carga es suministrada y el penetrador se encuentra en reposo. De acuerdo con esto la dureza es la resistencia de un material a la deformación plástica localizada, siendo la dureza una característica de importancia y un parámetro valioso en la comparación del material restaurador con la estructura dental. Los valores de dureza en unidades Vickers para esmalte son 348 HV y de dentina se expresan en 80 HV.

### 2.14.1. Métodos empleados para medir la dureza

Los métodos más empleados para medir la dureza de los materiales de restauración son las pruebas de durometría de Brinell, Knoop, Vickers, Rockwell y Shore. Cada una difiere de la otra, sin embargo, tienen una característica en común: todas ellas necesitan de la penetración de algún elemento (denominado indentador) de forma geométrica establecida en la superficie del material estudiado<sup>40</sup>.

“Los indentadores pueden ser de acero, carburo de tungsteno o diamante y tener la forma de una esfera, un cono o una pirámide. La carga aplicada suele oscilar entre 1 y 3.000 kg. La elección de una prueba de durometría depende del material estudiado, de la dureza que previsiblemente puede tener y del grado de localización que se desee. Independientemente de la prueba, el método general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora. La aplicación de esa fuerza sobre el indentador produce una indentación de forma simétrica, en la cual se puede medir la profundidad, la superficie o la anchura por medio de un microscopio. Seguidamente se relacionan las dimensiones de la indentación con unos valores tabulados”<sup>26</sup>.

Sistema Brinell: el ensayo de dureza Brinell se basa en aplicar presión en la superficie de la muestra a examinar con una bola pequeña de acero muy resistente o carburo de tungsteno, produciéndose la indentación de un casquete esférico correspondiente a la porción de la esfera que penetra. El valor de dureza, número de Brinell HB, resulta de dividir la carga que se aplica al material por el área del casquete. Sus dos desventajas son: primero que no sirve para materiales frágiles. La segunda es que no considera la recuperación que sucede en el material luego de retirada la esfera<sup>26</sup>.

Sistema Rockwell: es similar al ensayo Brinell, la dureza es determinada en función del grado de penetración del objeto a ensayar por acción del indentador bajo una carga inmóvil establecida. Difiere del ensayo Brinell en que la carga es menor y los penetradores más pequeños. Además, con el ensayo Rockwell no hay necesidad de utilizar fórmula para determinar la dureza porque esta se obtiene directamente del indicador de la máquina ya que la misma proviene del incremento de profundidad de penetración debido a la presión que ejerce el indentador, el cual puede ser una esfera de acero o un cono de diamante<sup>40</sup>.

Sistema Knoop: el ensayo de microdureza Knoop utiliza un indentador de diamante. La dureza se obtiene mediante la relación de la carga aplicada y la superficie de la impronta que penetra sobre la muestra a evaluar y en el momento no debe tomarse en cuenta la recuperación elástica del material. Sin embargo, para medir la superficie se necesita distanciar el indentador de la muestra

y por lo tanto en el material se produce una recuperación elástica y como consecuencia la deformación de la impronta <sup>40</sup>.

Sistema Vickers: la obtención de la dureza Vickers es semejante a la dureza Brinell, ya que se obtiene del resultado de la carga aplicada por la extensión superficial de la muestra. Sin embargo, se diferencia de la misma debido a que en este caso se utiliza una carga menor y el indentador es un diamante de forma geométrica piramidal. La carga aplicada puede variar de uno a 100 kg, según el espesor y tipo de muestra, de las cuales las de 30 y 50 kg son las más usadas en materiales tan frágiles, como lo son los materiales de restauración utilizados en odontología. <sup>26</sup>

Por eso se utiliza la prueba de microdureza Vickers para determinar la dureza superficial en los elementos de restauraciones dentarias. La ventaja del ensayo de microdureza Knoop sobre Vickers es poder evaluar láminas mucho más finas, siendo en Vickers 0.2 mm la medida mínima, suficiente para medidas en materiales dentales <sup>26</sup>.

## 2.15. Microdurómetro utilizado en el estudio

El Shimadzu HMV-G es un medidor de micro dureza que tiene la capacidad de cuantificar la dureza de polímeros específicos en zonas muy pequeñas y para luego expresarlos en escala Vickers. Este aparato causa una deformación plástica en un punto específico del espécimen a analizar y la deformación causada es directamente proporcional a la dureza que posee la muestra que está siendo evaluada. Este sistema se basa en el Medidor de Micro Dureza HMV-2, un sistema que ya tiene un historial probado con su función de cambio automático de fuerza en las muestras y un gran panel táctil LCD integrado.

El medidor de dureza Vickers automatiza todas las operaciones, desde el posicionamiento de la muestra, el enfoque, hasta la lectura de los valores de dureza de la muestra. Los patrones de posición de las muestras se pueden almacenar en un archivo con anticipación para permitir así pruebas continuas multipunto lo que lo convierte en un sistema ideal para analizar una gran cantidad de muestras. Este también cuenta con una cámara CCD incorporada para la medición de

longitud automática estandarizada. La dureza se puede medir de forma sencilla y precisa con un software fácil de usar.

Algunas de las características más notorias que posee este microdurómetro son: su etapa eléctrica X-Y y las funciones de autoenfoco y lectura automática que permiten una medición de alta precisión sin errores de lectura u otros errores humanos, patrones de posición de muestras que se pueden configurar fácilmente en Microsoft Excel y una vez creados, estos se pueden guardar para reutilizarlos más adelante y las hendiduras se pueden verificar y medir nuevamente después de una prueba continua. El software detecta automáticamente los bordes de la muestra y luego crea automáticamente un patrón paralelo, patrón de región o patrón perpendicular o en zigzag. Para muestras circulares, se puede crear un patrón circular en el que las coordenadas centrales se calculan automáticamente y el usuario configura el ángulo o radio para la posición de las muestras.

Uno de los más grandes hallazgos del software de este medidor de micro dureza es que regula la fuerza de indentación óptima a partir de la dureza y la profundidad de penetración anticipada. Además, establece automáticamente el aumento preferible del lente a partir de la dureza deseada. El sistema también está provisto de una función para evitar colisiones entre la lente del objetivo y el penetrador.

## CAPÍTULO III. LA PROPUESTA

### 3.1. Formulación de la hipótesis

H<sub>1</sub>. La resina compuesta Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) presenta mayor grado de dureza superficial según el tiempo de fotocurado y momento de pulido que la resina Brilliant NG, (Coltene,Switzerland,Suiza).

H<sub>0</sub>. La resina compuesta Brilliant NG, (Coltene,Switzerland,Suiza) presenta mayor grado de dureza superficial según el tiempo de fotocurado y momento de pulido que la resina Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio).

### 3.2. Variables y operacionalización de las variables

Variables independientes:

⇒ Microdureza superficial.

Variables dependientes:

⇒ Resina compuesta.

⇒ Tiempo de exposición de la resina a la luz LED.

⇒ Momento de pulido.

Variable	Concepto	Indicador	Dimensión
Microdureza Superficial	Es la resistencia que ofrece el material a la penetración permanente de su superficie.	Escala Vickers	0 a 70 VH 0 = Mínimo de dureza superficial. 70=Máximo de dureza superficial.

Tipo de resina	Material orgánico, sintético, rígido e indeformable, constituido por una matriz orgánica y un relleno inorgánico.	Resina nanohíbrida.	Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) Brilliant NG, (Coltene,Switzerland, Suiza)
Tiempo de exposición de la resina a la luz de la lámpara LED	Es el tiempo al que se expone la resina compuesta a la luz emitida por la lámpara LED.	Segundos de exposición	10 segundos. 30 segundos.
Momento de pulido	Es el tiempo en el que es pulida la resina	Sistema de pulido Sof-Lex	Pulido inmediato Pulido a las 24 horas

Cuadro 1. Operacionalización de las variables.

## **CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo de estudio**

Esta investigación es de tipo experimental, in vitro, en la que se determinó la microdureza superficial en resinas compuestas, utilizando las resinas compuestas Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) color A2 de esmalte y Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza) color A2 de esmalte en la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña en el periodo mayo-agosto del año 2019.

## 4.2. Localización, tiempo

Las muestras fueron confeccionadas, almacenadas y pulidas en laboratorio de la asignatura preclínico de operatoria dental, de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), ubicada en el km 7 ½, # 1423, en la Av. John F. Kennedy, Santo Domingo, República Dominicana, en el periodo septiembre-diciembre 2019, bajo la supervisión del asesor temático del estudio de investigación. Las muestras fueron sometidas a prueba de microdureza y analizadas en el laboratorio de la unidad de odontología integral y especialidad (UOIyE) del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

## 4.3. Universo y muestra

Universo: correspondió a todas las resinas nanohíbridas de distintas casas comerciales fotopolimerizadas y con pulido previo en el área de operatoria de la clínica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

Muestra: estuvo conformada por dos tipos de resina: Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) y Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza) con un total de 90 muestras seleccionadas a conveniencia, 45 muestras de Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) y 45 muestras Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza), las muestras fueron distribuidas de esta manera (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. Organización de muestras. (Fuente propia del autor)

Grupo	Resina compuesta	Exposición de luz	Momento de pulido	# de muestras
1	Solare X GC	10 seg.	Inmediato	15
2	Brilliant NG	10 seg	Inmediato	15
3	Solare X GC	30 seg.	24h	15
4	Brilliant NG	30 seg.	24h	15

5A	Solare X GC	20 seg.	n/a	15
5B	Brilliant NG	20 seg	n/a	15

Leyenda: N/A = Sin pulido.

#### 4.4. Unidad de análisis estadístico

Grado de microdureza de resinas compuestas nanohíbridas Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) y Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza), según el tiempo de fotopolimerización y el momento de pulido.

#### 4.5. Criterios de inclusión y exclusión

##### 4.5.1. Criterios de inclusión

- Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) Color A2 de esmalte.
- Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza) Color A2 de esmalte.
- Muestras que cumplieron con la medida establecida, lisos y planos en su superficie.
- Resinas de lote y fechas de vencimiento actualizadas.
- Sistemas de pulido Sof-Lex nuevos.
- Cada muestra calibrada que cumplió con las medidas requeridas.

##### 4.5.2. Criterios de exclusión

- Resinas diferentes a las marcas comerciales antes mencionadas.
- Muestras con defectos como líneas de fracturas y burbujas.
- Muestras que no cumplieron con los requisitos mencionados en los criterios de inclusión.
- Un sistema de pulidos diferente al Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos).
- Utilizar el sistema de pulido más veces de lo establecido por el fabricante.
- Resinas que fueran de color A3 esmalte.

## 4.6. Técnicas y procedimientos para la recolección y presentación de la información

### 4.6.1. Confección de la muestra

Fueron elaboradas un total de 1400 muestras en cilindros (seis mm altura x seis mm de diámetro), de acuerdo con las especificaciones de la norma ISO 4049. Para la obtención de las muestras se utilizó un molde que cumplió con los requisitos de la norma de estandarización. Siguiendo las recomendaciones del fabricante las resinas fueron introducidas dentro del molde en tres incrementos de dos mm cada uno; luego de colocar el último incremento se posicionó sobre el molde una tira celuloide y por encima de esta una loseta de vidrio logrando que las superficies tanto superior como inferior estuvieran paralelas entre sí. Posteriormente las muestras se polimerizaron desde la parte superior del molde con una lámpara de luz emitida por diodo (LED) Valo (Ultradent, Utah, Estados Unidos) polywave, de acuerdo con las instrucciones del fabricante a una intensidad de 1200 mW/cm<sup>3</sup> verificando con un radiómetro (radiómetro de fotocurado ivoclar vivadent) y durante un tiempo de 10, 20 y 30s, según el grupo estudiado.

El pulido fue realizado con discos de óxido de aluminio Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos), del grano más grueso a grano súper fino, cada disco se utilizó en movimientos circulares con una presión ligera controlada por el operador durante 20 segundos con una pieza de baja velocidad de la marca NSK.

Los grupos fueron almacenados en agua destilada a una temperatura de 37°C por periodo de una semana. Para concluir se realizó la medición de la dureza superficial de los grupos a través del ensayo Vickers, utilizando un microdurómetro digital HMV-2 Shimadzu. Las muestras fueron sometidas a cargas de 70 g con un tiempo de permanencia de 15 segundos, se les realizaron cinco indentaciones en cada muestra con la misma distancia entre ellas y con no más de un mm adyacente a los márgenes de esta. La dureza fue analizada mediante la división de área de la huella dejada sobre la carga aplicada en cada muestra incluida en el estudio.

#### 4.6.2. Codificación y división de las muestras

Se codificaron las muestras de acuerdo con cada grupo y con un código asignado y fueron almacenadas fuera del alcance de la luz a temperatura constante de 37°C durante 24 horas. Fueron guardadas en el archivo del preclínico I de operatoria de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

##### División de las muestras

Grupo 1SX; 15 muestras de resina nanohíbrida Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) fotocuradas por 10 segundos y pulido inmediato con el sistema Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos).

Grupo 2BC; 15 muestras de resina nanohíbrida Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza) fotocuradas por 10 segundos y pulido inmediato con el sistema Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos).

Grupo 3SX; 15 muestras de resina nanohíbrida Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) fotocuradas por 30 segundos y pulidas 24h después con el sistema Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos).

Grupo 4BC; 15 muestras de resina nanohíbrida Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza) fotocuradas por 30 segundos y pulida 24h después con el sistema Sof-lex (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos).

Grupo 5SX; 15 muestras de resina nanohíbrida Solare X (GC, Ikebukuro, Tokio) fotocuradas por 20 segundos y sin pulido.

Grupo 5BC; 15 muestras de resina nanohíbrida Brilliant NG, (Coltene, Switzerland, Suiza) fotocuradas por 20 segundos y sin pulido.

#### 4.6.3. Ensayo mecánico de dureza

Para hacer las mediciones se utilizó un indentador esferocónico de punta diamante tipo N bajo una carga de 70 g por 15 segundos. Un operador, experto en la máquina, realizó las cinco

indentaciones en cada superficie del espécimen sin tener conocimiento a cuál grupo experimental correspondía cada muestra. Las cinco indentaciones fueron realizadas una en la parte central del espécimen y cuatro en zonas periféricas, luego se analizaron para determinar las dimensiones de las indentaciones y fueron convertidas al valor de dureza a través de una tabla facilitada por el fabricante de la máquina.

#### 4.6.4. Envío de las muestras al laboratorio

Las muestras codificadas y selladas fueron enviadas al laboratorio de ensayos. El ensayo se realizó en la Unidad de Odontología Integral y Especialidad (UOIyE) del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. El equipo utilizado es marca Shimadzu modelo HMV-2.

#### 4.6.5. Procesamiento de las muestras confeccionadas

Se sometió a prueba de microdureza en el laboratorio de ensayos con el microdurómetro digital y reportaron valores altos y bajos de acuerdo con la escala Vickers. El valor numérico de la dureza se calcula por la

$$H_V = \frac{2 P \operatorname{sen} \alpha / 2}{d^2} = 1,8544 P / d^2 \quad \text{fórmula donde:}$$

P = carga sobre el diamante piramidal, en kgf.

$\alpha$  = ángulo entre las aristas del diamante piramidal opuestas, en grados.

d = media aritmética que resulta de ambas diagonales de la huella después de eliminada la carga, en mm.

#### 4.6.6. Procesamiento de los datos

Se cruzaron las variables de tipo de resina compuesta, tiempo de exposición de la luz y momento de pulido. De ese modo fueron presentados los resultados de acuerdo con tablas y gráficos, para la mejor comprensión de los mismos.

#### 4.7. Plan estadístico de análisis de la información

Se realizaron estadísticas descriptivas de las variables del estudio. Fue realizado el análisis estadístico con desviación estándar, media, mediana, moda, valor más alto y valor más bajo. Se sometieron a prueba de ANOVA que se aplica cuando se requiere comparar más de dos grupos y la variable es numérica y prueba de TUKEY para determinar si hay diferencias significativas entre cada grupo y tener una visión más detallada.

Como instrumento para el análisis de la información recolectada se utilizó el Software PSS, donde mediante tablas y gráficos fueron mostrados los datos.

#### 4.8. Aspectos éticos implicados en la investigación

En el presente estudio, se utilizaron materiales de diferentes marcas comerciales, por lo que no existieron conflictos de interés entre las marcas comerciales, la información no fue revelada ni utilizada por personas ajenas al estudio.

#### 4.9. Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto previa al estudio final, con fines de determinar la viabilidad del estudio, y la calibración de los instrumentos y maquinas a utilizar. Estuvo conformada por 4 muestras y se sometieron a prueba de dureza en el laboratorio de ensayos de materiales, Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC).

#### 4.10. Limitaciones del procesamiento de las muestras

Este estudio estuvo conformado por 140 muestras, de las cuales solo 90 muestras fueron procesadas, debido a que el procesamiento de estas coincidió con la pandemia del Covid-19, y el laboratorio solo asumió esta cantidad.

## **CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS**

### 5.1. Resultados del estudio

#### Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico, debido a la distribución normal fue realizado análisis paramétrico con aplicación del análisis de variancia. Fueron empleados el ensayo ANOVA ( $p=0,05$ ) y el test Tukey ( $p=5\%$ ) para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios de microdureza.

Tabla 1. Estadística descriptiva de la microdureza superficial en los tipos de resina según el tiempo de fotocurado y momento de pulido

								95% del intervalo de confianza para la media	
Tipo de resina	Tiempo de fotocurado	Momento de pulido	N	Media	Desv. Estandar	Mínimo	Máximo	Límite inferior	Límite superior
Brilliant NG Coltene	10 segundos	Pulido inmediato	15	57.5000	2.96672	52.30	62.80	55.8571	59.1429
	30 segundos	Pulido 24h	15	53.6267	1.44196	51.40	56.30	52.8281	54.4252
	20 segundos	Sin pulido	15	45.5733	1.72024	42.60	48.10	44.6207	46.5260
Solare X GC	10 segundos	Pulido inmediato	15	34.2267	0.73043	33.10	35.40	33.8222	34.6312
	30 segundos	Pulido 24h	15	36.0467	1.69994	34.00	39.50	33.8222	36.9881
	20 segundos	Sin pulido	15	33.1133	1.49278	30.50	36.60	32.2867	33.9400
<b>Total</b>			90	43.3478	9.80424	30.50	62.80	41.2943	45.4012

P= > 0.05

Fuente. Propia del autor.

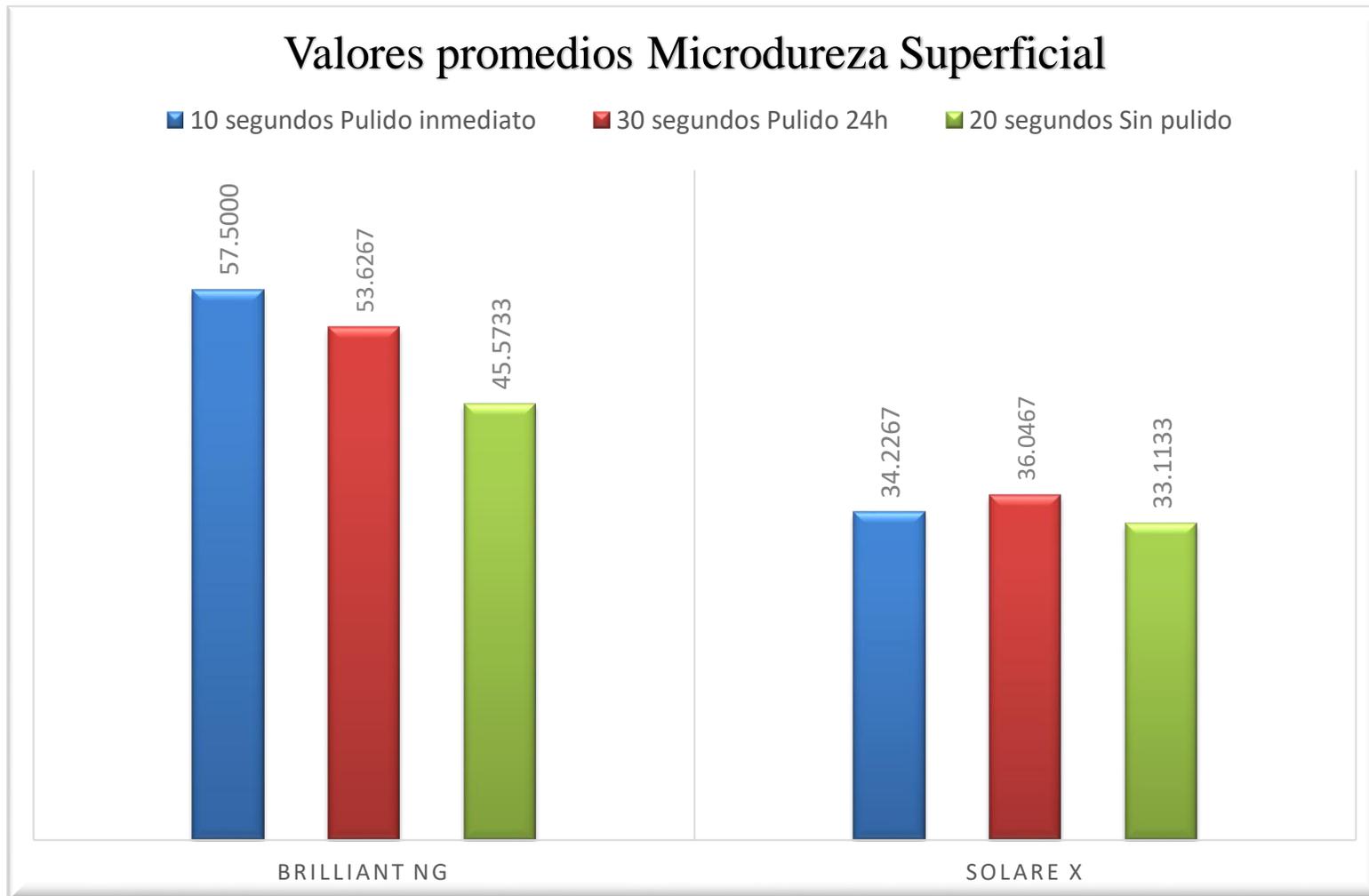


Gráfico 1. Valores Promedios de la microdureza superficial de las resinas compuestas Brilliant NG Coltene y Solare X GC

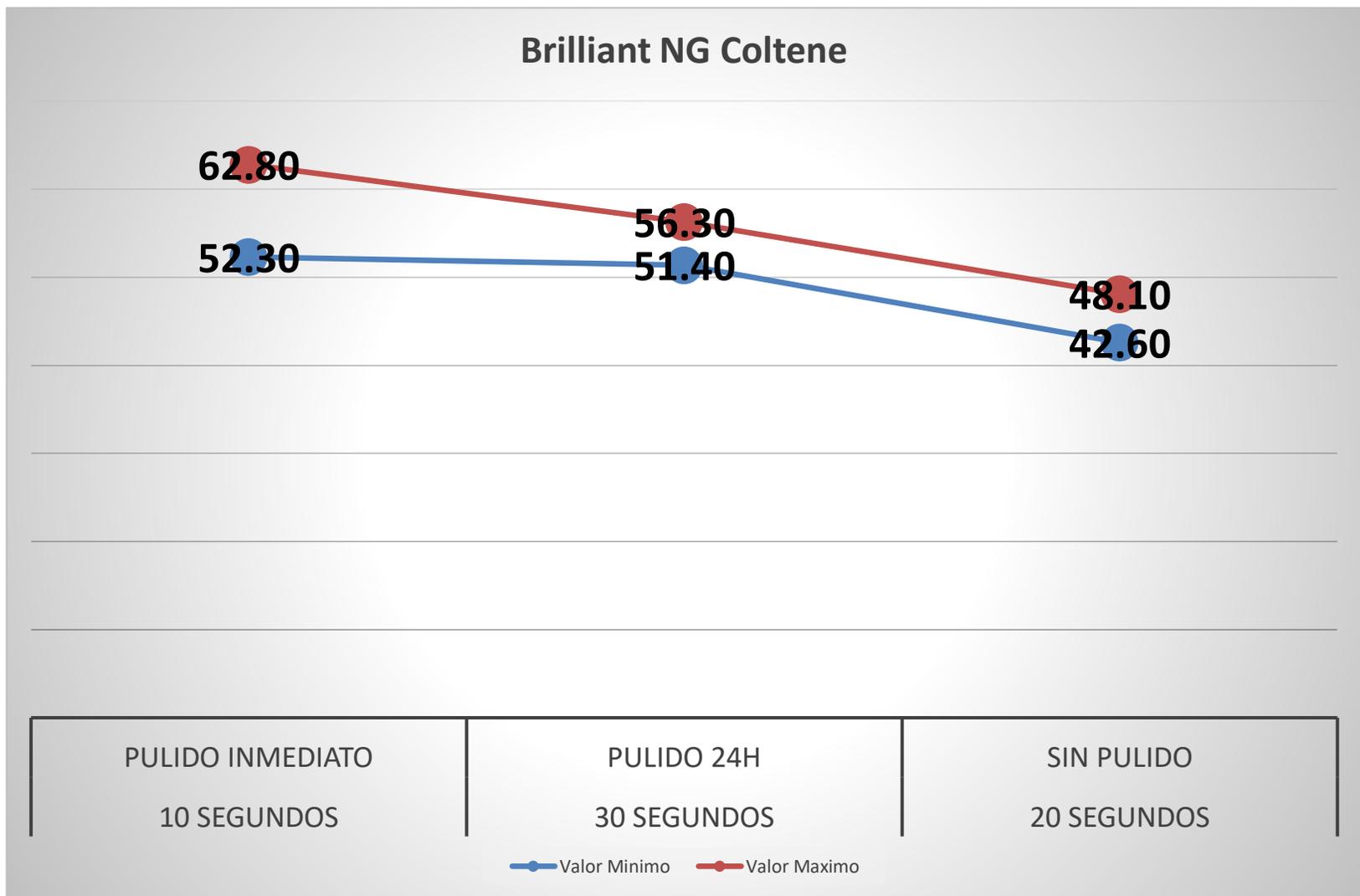


Gráfico 2. Valor mínimo y máximo de la microdureza superficial de la resina compuestas Brilliant NG Coltene .

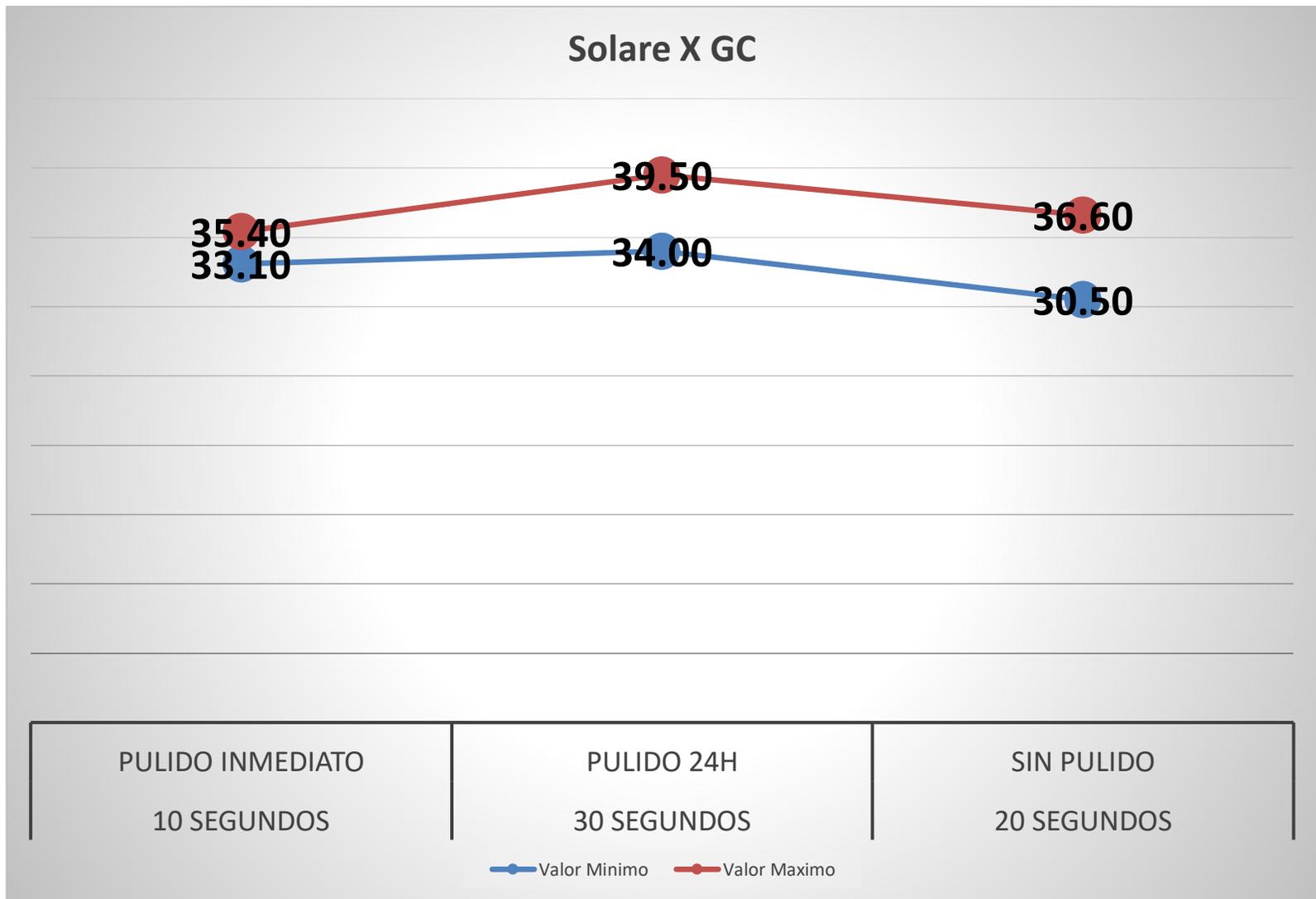


Gráfico 3. Valor mínimo y máximo de la microdureza superficial de la resina compuesta Solare X GC.

En la Tabla 1 se observa el grado de microdureza superficial en la resina compuesta Brilliant NG Coltene™ según el tiempo de fotocurado y el momento del pulido.

En las muestras de 10 segundos y pulido inmediato esta presentó un promedio de microdureza superficial de 57,50 HV siendo el valor mínimo 52.30 HV el valor máximo de 62.80 HV, las muestras fotocuradas por 30 segundos y pulidas 24h obtuvieron un promedio de 53.62 H, siendo el valor mínimo 51.40 HV y máximo 56.30 HV, y por ultimo las muestras fotocuradas por 20 segundos sin pulido presentó un promedio de 45.57 HV, siendo el valor mínimo 42.60 HV y el valor máximo 48.10 HV.

Para la resina Solare X GC las muestras en tiempo de fotocurado de 10 segundos y pulido inmediato presentaron un promedio de microdureza superficial de 34,22 HV y un valor mínimo de 33.10 HV y valor máximo 35.40 HV, seguido de las fotocuradas por 30 segundos y pulidas 24h con un promedio de 36.04 HV y un valor mínimo de 34.00 HV y máximo de 39.50 HV, finalmente las muestras fotocuradas por 20 segundos sin pulido obtuvieron un promedio 33.11 HV, y el valor mínimo 30.50 HV y valor máximo 36.60 HV.

Los resultados se sometieron a la prueba de ANOVA con nivel de significancia del 95% para comparar las medidas de microdureza superficial observando la Sig. > 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alterna en la que existe una diferencia significativa entre los tipos de resina, los tiempos de fotocurado, el momento de pulido y el grado medio de microdureza.

Sin embargo, utilizando (HDS de TUKEY), comparando cada grupo entre sí, se observa que Sig. < 0.05 para todos los grupos, menos para la resina compuesta Solare X GC fotocurado por 10 seg y pulido inmediato, fotocurada por 20 seg y sin pulido y fotocurada por 30 seg pulido 24h cuya Sig. > 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis alterna para este grupo de resina ya que no existe una diferencia significativa.

## 5.2. Discusión

En la actualidad, debido a la gran demanda estética y funcional por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas se han transformado en uno de los materiales de restauración definitiva más utilizados para la confección de restauraciones directas, muchas veces han conducido al clínico a realizar restauraciones con resinas compuestas en superficies que soportan directamente la acción de grandes cargas masticatorias, especialmente las caras oclusales de los dientes posteriores a nivel de las cúspides de trabajo y las funcionales del sector anterior. Dentro de las propiedades de las resinas compuestas se encuentra la dureza, la cual es importante para determinar su durabilidad en boca.<sup>2,5</sup> La dureza determina el grado de deformación de un material, su resistencia a la indentación y se acepta como una propiedad importante y un parámetro valioso en la comparación con la estructura dental.<sup>11</sup>

Se determinó la dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido.

Con relación al grado de microdureza superficial en la resina compuesta Brilliant NG Coltene™ según el tiempo de fotocurado y el momento del pulido se observó que las muestras que fueron fotocuradas por 10 segundos presentaron mayor dureza y las de menor dureza fueron las fotocuradas por 20 segundos; coincidiendo con el estudio de David et al<sup>51</sup> y Linares et al<sup>56</sup> con relación al tiempo de exposición de la luz (20s), en el que el valor de la microdureza fue menor. Difiriendo con ambos en que al aumentar el tiempo de exposición sus estudios mostraron mayor microdureza. Coincidiendo a su vez con el estudio de Poggio et al<sup>8</sup> en el que realizaron una evaluación de la dureza Vickers y la profundidad de curado de seis resinas compuestas fotoactivadas con diferentes modos de polimerización (20s, 40s) arrojando un tiempo de fotocurado de 20 segundos, presentando un mayor grado de dureza para tres de las resinas utilizadas siendo estadísticamente significativo.

Con relación al grado de microdureza superficial en la resina compuesta Solare X GC™ según el tiempo de fotocurado y el momento del pulido; las resinas compuestas que fueron pulidas inmediata y después de 24h presentaron mayor grado de dureza sin embargo se muestra un

aumento en la dureza al pulir 24h después, en cambio las muestras sin pulir mostraron un menor grado de dureza. Lo que coincide con el estudio de Suarez y Lozano <sup>11</sup> donde se comparó el efecto del pulido inmediato y después de 24 horas de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, en el que el pulido inmediato presentó un menor grado de dureza superficial; mientras que después de 24 horas la dureza superficial fue mayor. Revelando también al igual que en nuestro estudio que pulir el material restaurador aumentó la dureza superficial independientemente del momento en el que se realizara. Cabe resaltar que en el estudio de Suarez y Lozano contrariamente a nuestros hallazgos se produjo una diferencia en la dureza estadísticamente significativa entre pulir 24h después que fue mayor y pulir inmediatamente que resultó ser significativamente menor.

Coincidiendo por igual con el estudio de Flaviane et al <sup>6</sup> en el que fueron comparadas la microdureza de las resinas en relación con la fuente de luz, profundidad y tiempo de fotopolimerización ; donde los resultados mostraron que la microdureza fue elevada luego del pulido de 24 horas después de la fotopolimerización.

Según estudios realizados, si existe una lenta reacción de polimerización de las resinas compuesta esta puede producir un menor daño a la interfaz de la restauración, lo que causa un aumento del escurrimiento del material en la fase inicial de formación de los polímeros. Una intensidad y tiempo de luz insuficiente puede inducir propiedades inferiores, como una menor dureza y resistencia, por lo que la intensidad de luz emitida y el tiempo de fotocurado es otro factor determinante en las propiedades físicas y químicas de las resinas compuesta <sup>5,11</sup>.

La dureza superficial en las restauraciones a base de resinas compuestas según reporta la literatura, está directamente relacionada con: tipo de lámpara utilizada, longitud de onda, la densidad lumínica de la lámpara y el tiempo de exposición de la luz emitida por la lámpara sobre la resina compuesta <sup>17</sup>. El pulido final de las restauraciones también es un factor que influye en la dureza superficial de las restauraciones definitivas a base de resina compuesta según los reportes científicos <sup>4</sup>.

De realizarse un pulido inmediato no se consigue disminuir la rugosidad superficial de manera adecuada debido a que solo un 70% de la resina está polimerizada; es por esto que se recomienda realizar el pulido final de la restauración en una cita posterior <sup>6,8</sup>

Este es un estudio in vitro cuyas limitaciones fueron el tamaño de la muestra y profundidad de esta, al querer extrapolar en el ámbito clínico; además el tiempo en que fueron procesadas las muestras en el laboratorio, en México, que coincidió con la pandemia, dando como resultado, larga espera y retraso en el procesamiento de estas. Cabe destacar, que la resina compuesta Brilliant bajo las condiciones de tiempo de fotopolimerización y pulido presenta valores de microdureza apta para su uso en comparación con la resina compuesta solare X.

### 5.3. Conclusiones

Luego de analizados y revisados los resultados de la presente investigación, se listan las siguientes conclusiones relacionadas al grado de dureza superficial en resinas nanohíbridas, Brilliant NG Coltene y Solare X GC pulidas, según el tiempo de fotocurado y momento de pulido en el área de operatoria de la clínica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

- En la resina Brilliant NG Coltene el mayor grado de microdureza se observó en las muestras que fueron fotocuradas por 10 segundos con una dureza de 57.50 HV y la menor dureza se observó en las muestras que fueron fotocuradas por 20 segundos.
- De acuerdo con la desviación estándar de las muestras, los resultados en el grado de microdureza en la resina Brilliant NG Coltene son mucho más homogéneos entre el grupo de pulido 24 horas después que entre el grupo de pulido inmediato a pesar de que hubo un mejor comportamiento entre pulir inmediatamente y pulir 24 horas después; pero no se debe concluir que es mejor el pulido inmediato ya que los resultados no muestran una diferencia estadísticamente significativa.
- En la resina Solare X GC el mayor grado de microdureza se observó en las muestras que fueron pulidas 24 horas después de ser fotocuradas con una dureza de 36.05 HV y la menor dureza se observó en las muestras sin pulido con 33.11 HV.

- En la resina Solare X GC no hubo una diferencia significativa en la dureza, entre los tiempos de curado y el momento de pulido, es decir, se obtienen durezas similares en todas las combinaciones.
- El grado de dureza de las resinas Brilliant NG Coltene es mayor que el de las resinas Solare X GC.

Con los resultados obtenidos se puede refutar la H1 del estudio, debido a la significancia estadística, que fue  $< 0.05$ , en la que Solare X GC presenta mayor dureza superficial según el tiempo de curado y momento de pulido que la resina Brilliant NG Coltene. Por otro lado, se confirma la H0 con una significancia  $< 0.05$ , en la que la resina Brilliant NG Coltene presenta mayor grado de dureza superficial según el tiempo de fotocurado y el momento de pulido que la resina Solare X GC.

#### 5.4.Recomendaciones

En función a los resultados obtenidos en este estudio se emiten las recomendaciones siguientes:

- Realizar un estudio evaluando la microdureza superficial con lámpara de alta potencia a diferentes distancias y grados de inclinación con respecto al objeto a polimerizar.
- Realizar un estudio evaluando microdureza superficial con lámpara de alta potencia con diferentes técnicas de polimerización.
- Realizar un estudio evaluando microdureza superficial con lámpara de alta potencia y diferentes fotoiniciadores en la resina compuesta.
- Realizar un estudio evaluando microdureza superficial con lámpara de alta potencia y diferentes espesores de resina en preparaciones cavitarias con distintos diámetros.
- Realizar un estudio evaluando microdureza superficial con lámpara de alta potencia que tengan diferentes magnitudes de longitud de onda.
- Realizar un estudio evaluando el grado de dureza en resinas con moduladores de polimerización y sin moduladores de polimerización.

## Referencias bibliográficas

1. Domínguez R. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric N-Ceram Bulk Fill), y uno convencional (Tetric N-Ceram) [Tesis De grado]. Chile: Universidad de Chile; 2014. [acceso 06 de diciembre de 2018]: 4-18. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137691/Análisis-comparativo-in-vitro-del-grado-de-sellado-marginal-de-restauraciones-de-resina.pdf?sequence=1>
2. Chan K, Mai Y, Kim H, Tong K, Ng D, Hsiao J. Review: Resin Composite Filling Keith. *Materiales*[Revista Internet] 2010. [acceso 22 de enero de 2019]; 3:1228-43. Disponible en: [www.mdpi.com/journal/materials](http://www.mdpi.com/journal/materials)
3. Uribe J, Uribe A, Uribe L. Materiales que mejoran la manipulación y la biomimética. *DentTribHispLatAm* [Revista internet] 2017. [acceso 22 de enero de 2019]; 7:22-5. Disponible en: [https://www.dental-tribune.com/epaper/dental-tribunes/dt-latin-america/no-7-2017-dt-latin-america-\[22-25\].pdf4](https://www.dental-tribune.com/epaper/dental-tribunes/dt-latin-america/no-7-2017-dt-latin-america-[22-25].pdf4)
4. Salas Y, Lozano F. Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato y silorano [Tesis de grado]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. [acceso 31 de enero de 2018];11(1):69-73. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3425>
5. Barbosa E, Fonseca P, Vicente da Silva C, Coelho M. Evaluación de la dureza Knoop de resina compuesta en función de la variación de la técnica de polimerización complementaria. *Acta Odontol. Venezuela*. [Revista internet] 2008. [acceso 31 de enero del 2018];46(1):18. Disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/1/dureza\\_knoop\\_resina\\_compuesta.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/1/dureza_knoop_resina_compuesta.asp)
6. Flaviane R, Trauth K, Oliveria V, Concepción A. Estudio comparativo de la microdureza de composites con relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo.

Acta Odontol. Venezuela. [Revista internet] 2010. [acceso 31 de enero de 2018];48(4):1-11. Disponible en: <http://actaodontologica.com/ediciones/2010/4/pdf/art2.pdf>

7. Price R, Fahey J, Felix C. Dureza Knoop de cinco compuestos curados con luces de polimerización LED de pico único y polywave. Quintessence Int [Revista internet] 2010. [acceso 24 de enero de 2018];41(10): 181-91. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20927414>
8. Poggio C, Lombardini M, Gaviati S, Chiesa M. Evaluación de la dureza de Vickers y la profundidad de curado de seis resinas compuestas fotoactivadas con diferentes modos de polimerización. J Conserv Dent [Revista internet] 2012. [acceso 24 de enero de 2018];15(3):237. Disponible en: <http://www.jcd.org.in/text.asp?2012/15/3/237/97946>
9. Santini A, Miletic V, Swift M, Bradley M. Grado de microdureza de compuestos basados en resina que contienen TPO curados por unidades de LED polywave monowave. J Dent [Revista Internet] 2012. [acceso 24 de enero 2018];40(7):577-84. Disponible en:
10. Valverde S, Montero M, Fernandez O. Microdureza de las resinas compuestas marca filtek Z350 (3M) y TPH(Dentsply) utilizadas en un servicio odontológico de la caja costarricense de seguro social. Rev. Científica Odontológica [Revista Internet] 2012. [acceso 31 de enero de 2018];8:137-7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/3242/324227916003/index.html>
11. Suarez R, Lozano F. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro. Rev Estomatol Hered Perú [Revista internet] 2014. [acceso 31 de enero de 2018];24(1):11-6. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539380003>
12. Galvão M, Caldas S, Bagnato V, Rastelli A, Andrade D. Evaluación del grado de conversión y dureza de los compuestos dentales fotoactivados con diferentes puntas de guía de luz. Eur J Dent [Revista internet] 2013. [acceso 24 de enero de 2018];7(1):86-93. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3571515/>

13. Esmaeili B, Safarcherati H, Vaezi A. Evaluación de resinas compuestas curadas con QTH y LED. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects [Revista internet] 2014. [acceso 24 de enero de 2018];8(1):40-4.Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4091698/pdf/jodddd-8-40.pdf>
  
14. I 'm E, Jung H, Hur B, Kwon H, Park K. Efecto del grosor de la resina sobre la microdureza y las propiedades ópticas de los composites de resina bulk-fill. Restor Dent Endod [Revista internet] 2015. [acceso 24 de enero de 2018];40(2):128-35. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4432255/>
  
15. ALShaafi M, Haenel T, Sullivan B, Labrie D, Alqahtani M, Price R. Efecto de una luz LED de curado de amplio espectro sobre la microdureza Knoop de cuatro composites posteriores a base de resina a profundidades de 2, 4 y 6mm.” J Dent. [ Revista internet] 2016. [acceso 24 de enero de 2018];45:14-8.Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26593741>
  
16. Dunker A. Evaluación de la dureza superficial de resinas compuestas fotoactivadas con diferentes tipos de lámparas [Tesis de grado]. República Dominicana: Universidad Iberoamericana;2010.
  
17. Guzmán C, Fernández D, D'Oleo M. Dureza superficial de resinas compuestas fotoactivas con diferentes lámparas y técnicas [Tesis de grado]. República Dominicana: Universidad Iberoamericana; 2011.
  
18. Barrancos M. Operatoria dental. 4ª ed. España: Panamericana; 2009.
  
19. Cuevas C, D'Accorso N, Zamarripa E. Uso en odontología de resinas polimerizadas por apertura de anillos. LI Biomate [Revista internet] 2009. [acceso 08 de marzo de 2018];(2). Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/2391/>
  
20. Rivas V. Estudio comparativo in vitro de la tracción diametral y dureza superficial de resinas compuestas fluidas polimerizadas con lámpara halógena a través de bloques de

Artglass [Tesis de grado].Chile: Universidad de Chile; 2012. [acceso 08 de marzo de 2018]:4-27. Disponible en: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117195/Rivas\\_V.pdf?sequence=1&isAll owed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117195/Rivas_V.pdf?sequence=1&isAll owed=y)

21. Rodriguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol. Venezuela. [Revista internet] 2008. [acceso 27 de marzo de 2018];46(3):381-92. Disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_com\\_puestas.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_com_puestas.asp)
22. Cohen C. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz LED versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas. [Tesis de grado]. Chile: Universidad de Chile; 2012. [acceso 12 de marzo de 2018]: 4-58. Disponible en: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111665/Caro\\_m.pdf?sequence=1&isAll owed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111665/Caro_m.pdf?sequence=1&isAll owed=y)
23. Joan R. Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad. Dep Estomatol IV [Tesis de grado]. España: Universidad Complutense de Madrid;2014. [acceso 12 de marzo de 2018]: 3-7. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/28362/1/TFMFinal.pdf>
24. Zeballos L, Pérez V. Materiales dentales de restauración. Rev Actual Clínica [Revista internet] 2013. [acceso 12 de marzo de 2018];30:1498-504.Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30\\_a05.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a05.pdf)
25. Iruretagoyena M. Tipos de resina compuesta: la elección para distintos casos [Internet] 2014. [acceso 12 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://www.sdpt.net/operatoriadental/tiposresinacompuesta.htm>
26. Cisneros O. Microdureza de las resinas bulk fill cromáticas en diferentes espesores, fotoactivados con luz led de alta potencia [Tesis doctoral]. Ecuador: Universidad Central

- del Ecuador; 2017. [acceso 12 de marzo de 2018]: 16-17. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10499/1/T- UCE-0015-645.pdf>
27. Brilliant NG Simplemente natural, coltene [Sede web]. Switzerland: Coltene; 2012 [acceso 17 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.coadental.com/uploads/Archivo345.pdf>
28. Brilliant NG [Internet] 2014. [acceso 22 de enero de 2019]. Disponible en: <https://lam.coltene.com/es/products/restauracion/composites/brilliant-ng/>
29. Guamán S. Un nuevo concepto en la técnica de estratificación con resinas compuestas en dientes anteriores superiores [Tesis doctoral]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2014. [acceso 22 de enero de 2018]: 18-21. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6169/1/GUAMANSandra.pdf>
30. Medrano A, Huembes B, Solari G. Alteración del color en tres tipos de resinas nano híbridas; Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, expuestas a soluciones pigmentantes [Tesis de grado]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2017. [acceso 22 de enero de 2019]: 14-16. Disponible En: <http://repositorio.unan.edu.ni/7416/1/97351.pdf>
31. Alvarez J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Scielo [Revista internet] 2016. [acceso 12 de marzo de 2018]; 15(1):8-16. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2016000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2016000100003)
32. Lindberg A, Peutzfeldt A, Van Dijken J. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure [Revista internet] 2005. [acceso 07 de febrero de 2019];9:71-6. Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/7920509%0A%0A>
33. Carillo C, Monroy M. Métodos de activación de la fotopolimerización. Rev ADM [Revista internet] 2009. [acceso 07 de febrero de 2019]; 54:18-28. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>

34. Sánchez L, Espías A. La fotopolimerización en 2002. Scielo [Revista internet] 2004. [acceso 12 de marzo de 2018];20. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852004000600003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000600003)
35. Chaple A, Montenegro Y, Álvarez J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Rev Habanera Ciencias Médicas de La Habana [Revista internet] 2016. [acceso 22 de enero de 2019];15(1):8-16. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/297737002\\_Evolucion\\_historica\\_de\\_las\\_lamparas\\_de\\_fotopolimerizacion](https://www.researchgate.net/publication/297737002_Evolucion_historica_de_las_lamparas_de_fotopolimerizacion)
36. Lamas-lara C, Alvarado S, Angulo G. Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores. Rev Estomatol heredia [Revista internet] 2015. [acceso 22 de enero de 2019];25(2):145-51. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v25n2/a07v25n2.pdf>
37. Marques S. Reparaciones en resina. Estética con resinas compuestas en dientes anteriores: percepción, arte y naturalidad. 1ª ed. Colombia: Amolca; 2006. p. 165-67.
38. Barraza A. Comparación de 3 sistemas de pulido en una resina nanorelleno y su relación con la superficie del esmalte dental [Tesis doctoral]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2013. [acceso 22 de enero de 2019]. Disponible en: <http://www2.ictp.csic.es/qf/ppcontrol/bibliografia/D22-MH-2011.pdf>
39. Luca J. El Sistema Sof-Lex<sup>TM</sup> de Acabado y Pulido [Sede web] 2002. [acceso 22 de enero de 2019];2-3. Disponible en: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1574599O/sof-lex-system-sp.pdf>
40. Benavente R. Microdureza y nanoindentación [Internet] 2011. [acceso 22 de enero de 2019]. Disponible en: <http://www2.ictp.csic.es/qf/ppcontrol/bibliografia/D22-MH-2011.pdf>
41. Monómeros de la resina compuesta [Sede web] 2010. [acceso 22 de enero de 2019];10-40. Disponible en: <http://www.sld.cu/instituciones/odonto-old/composites4.htm>

42. Bulbo [Sede web] 2014 .[acceso 17 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://glosarios.servidor-alicante.com>
43. García A. Filamento de Tunstegno [Sede web] 2014. [acceso 07 de febrero de 2019]. Disponible en:<https://glosarios.servidor-alicante.com/>
44. Iatrogénico [Sede web] 2000. [acceso 07 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://etimologias.dechile.net/?iatroge.nico>
45. Perez J, Merino M. Ionizar [Sede web] 2012. [acceso 07 de febrero de 2019]. Disponible en:<https://definicion.de/ionizacion/>
46. Coreño-alonso J, Teresa M. Relación estructura-propiedades de polímeros [Revista internet]2010.[acceso22deenerode2019];21(4):291-9.Disponibleen: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2010000400006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000400006)
47. Silano [Sede web] 2012. [acceso 07 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Silano>
48. Silice coloidal [Internet] 2012. [acceso 07 de febrero de 2019]. Disponible en:<https://www.institutodermocosmetica.com/fichas-tecnicas/espesantes/silice-coloidal/>
49. Resinas Compuestas. Composición química. Tendencias actuales [Sede web] 2010. [acceso 22 de enero de 2019]: 54-8. Disponible en: [www.sld.cu/instituciones/odontologia/composites2.htm%0A](http://www.sld.cu/instituciones/odontologia/composites2.htm%0A)
50. Bisomer® TEGDMA [Sede web] 2010. [acceso 22 de enero de 2019]. Disponible en: <https://www.ulprospector.com/es/la/Coatings/Detail/1868/206405/Bisomer-TEGDMA>

51. David JR, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Efecto del tiempo de exposición sobre la eficiencia de curado de unidades de polimerización equipadas con diodos emisores de luz. J Oral Sci. [Revista Internet] 2007; 49 (1): 19-24. doi: 10.2334 / josnusd.49.19 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17429178/>
52. Ultradent | VALO: Lampara de fotopolimerizacion LED [Internet]. Intl.ultradent.com. 2020 [acceso 15 de Agosto 2020]. Disponible en: <https://intl.ultradent.com/es/Productos-Dentales/Equipos/Lamparas-de-fotopolimerizacion-LED/VALO/Pages/default.aspx>
53. The VALO Story - Ultradent Products, Inc. [Internet]. Intl.ultradent.com. 2020 [acceso 15 de agosto 2020]. Disponible en: <https://intl.ultradent.com/es-la/Productos-Dentales/Equipment/Lampara-de-fotopolimerizacion-LED/Pages/VALO-story.asp>
54. HMV-FA Series [Internet]. Ssi.shimadzu.com. 2020 [acceso 15 de agosto 2020]. Disponible en: <https://www.ssi.shimadzu.com/products/hardness-viscosity-flow-testing/hmv-fa-series-fully-automatic-system.html>
55. MICRODURÓMETRO SHIMADZU HMV-2 – SIRIS – Descarga de Recursos [Internet]. Rita.udistrital.edu.co. 2016 [acceso 15 de agosto 2020]. Disponible en : <https://rita.udistrital.edu.co:23604/recursos/?p=136>
56. Webb Linares, Louise Jacqueline, Reynoso Zeballos Giovanna Elizabeth, Lagravere Vich, Manuel, Delgado Cotrina, Leyla Antoinette, Evaluación de la microdureza superficial de una resina compuesta según fuente de luz, su opacidad y tiempo de exposición. Revista Estomatológica Herediana [Revista Internet]. 2009;19(2):96-102. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539352005>

Anexos

Anexo 1. Resultados de la prueba piloto de las muestras sometidas al laboratorio de ensayos de materiales de la universidad (INTEC).



<b>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</b> <b>INFORME ENSAYO DE DUREZA</b> <b>ROCKWELL</b> <b>LEM-RG-5.10-01-06 v.7</b>	<b>Fecha de emisión</b>	<b>Página</b>
	2019-08-05	2 de 2
	<b>Fecha de modificación</b>	<b>Revisión</b>
	N/A	01

**Interesado UNPHU**

Para la realización del ensayo de dureza Rockwell HR15N se utilizó el equipo marca Wilson modelo R574, debidamente verificado previo al ensayo con un patrón Wilson HR30N 79.39 +/- 0.7, quedando dentro del rango establecido por el método de ensayo. Dicho equipo fue calibrado en la fecha 2018-10-19 y su calibración vence el 2020-04-17.

Se implementó el indentador esferocónico de punta de diamante tipo N, debidamente calibrado por la empresa BUEHLER bajo los estándares ISO/IEC 17025, y se aplicó una fuerza preliminar de 98.07 N (10 kgf) y una fuerza total de 147N (15 kgf). Como soporte, se utilizó un yunque plano.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

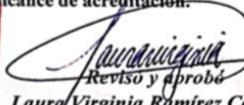
Codificación	Tipo de resina	Dureza Rockwell (HR15N) #1	Dureza Rockwell (HR15N) #2	Dureza Rockwell (HR15N) #3	Dureza Rockwell (HR15N) #4	Dureza Rockwell (HR15N) #5	Promedio	Dureza Vickers (HV)*
AA272-H-01	Solare	43.0	43.2	39.0	30.9	34.9	38.20	83
AA272-H-02	Solare	43.8	38.2	41.3	27.4	38.5	37.84	82
AA272-H-03	Coltene	42.9	54.4	52.1	53.1	50.1	50.52	115
AA272-H-04	Coltene	51.1	53.8	45.7	51.8	53.5	51.18	118

\*Los resultados de Rockwell Superficial obtenidos en las 4 muestras de resina compuesta se realizó en la escala HR15N. A petición del cliente, se realizó la conversión de HR15N a Dureza Vickers (HV). **Ambas escalas no se encuentran dentro de nuestro alcance de acreditación.**



**Elaboró**  
**Patricia Carolina Cruz García**  
TL  
Instituto Tecnológico de Santo Domingo, INTEC





**Revisó y aprobó**  
**Laura Virginia Ramírez Cabrera**  
RL  
Instituto Tecnológico de Santo Domingo, INTEC

**Nota:** Los resultados y conclusiones se refieren únicamente a las muestras ensayadas por el laboratorio.

Para cualquier comentario, aclaración, queja o duda puede contactar al Laboratorio Ensayos de Materiales a través de la página web de la institución (<https://rviv.intec.edu.do/consultoria-y-servicios/laboratorios/laboratorio/item/laboratorio-ensayos-de-materiales>). Le agradeceríamos que llene nuestra encuesta de satisfacción de servicio, para nosotros es importante conocer sus comentarios, sugerencias y/o quejas.

Este documento pertenece al Laboratorio de Ensayos de Materiales del Instituto Tecnológico de Santo Domingo. No debe ser reproducido por ningún medio sin autorización previa. Si requiere asistencia, contacte a INTEC.



Fotografías de las muestras sometidas a prueba de dureza.



Anexo 2. Carta dirigida a la unidad de odontología integral y especialidad (UOIyE) del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.



Santo Domingo, República Dominicana  
Miércoles 02 de octubre del 2019

Señores  
Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS) de la  
Universidad Autónoma de Nuevo León, México.  
Av. Gonzalitos s/n, Mitras Centro, 64460

Atención  
Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos  
Unidad de Odontología Integral y Especialidad (UOIyE)

Estimada doctora

En condición de director de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) de Santo Domingo, República Dominicana, me dirijo a usted con el propósito de solicitar su colaboración y la del departamento que dirige, para llevar a cabo el proceso experimental que se requiere durante el desarrollo de la tesis de grado sustentada de las Bns. Nicole Turbí y Alondra Abreu.

Dicho proyecto de grado surge bajo el título de; *Comparación la dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnologías de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento de pulido, en el área de operatoria dental de la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).*

La investigación consiste en comparar la dureza superficial en dos resinas compuestas de marcas comerciales diferentes, para lo cual su determinación debe realizarse mediante ensayo de microdureza, y se requiere de un microdurómetro, instrumento disponible en la Unidad de Odontología Integral y Especialidad (UOIyE) del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Las muestras serán confeccionadas en las instalaciones de la Escuela de Odontología UNPHU, tomando como base los materiales resinosos de las marcas comerciales utilizadas en el área de operatoria de dicha Escuela.



En total se dispondrá 140 muestras, con las características siguientes; discos de resina con dimensiones de 5x5x3mm separada en dos grupos (70 muestras) para cada marca.

El apoyo que se solicita a su departamento consiste en la determinación de la dureza de las 140 muestras mencionadas, que servirán como parte del proceso experimental del estudio que está desarrollando el área de operatoria dental de la UNPHU en conjunto con las Brs antes mencionadas.

Sin más que agregar por el momento y esperando tenga una feliz jornada, me despido y quedo atento a su decisión en torno a la solicitud, muchas gracias de antemano.



Dr. Rogelio M. Cordero

Dirección escuela de Odontología UNPHU

### 3.. Instrumento de recolección de datos



Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña  
Valores de microdureza superficial

<i>Grupo 1</i>		<i>Tiempo de exposición: 10 segundos</i>			
Resina Compuesta	Código de muestra		Código de muestra		Pulido inmediato
Solare X GC Color A2	#1SX1		#1SX9		
	#1SX2		#1SX10		
	#1SX3		#1SX11		
	#1SX4		#1SX12		
	#1SX5		#1SX13		
	#1SX6		#1SX14		
	#1SX7		#1SX15		
	#1SX8				

<i>Grupo 2</i>		<i>Tiempo de exposición: 10 segundos</i>			
Resina Compuesta	Número de muestra		Número de muestra		Pulido inmediato
Brilliant NG Coltene Color A2	#2BC1		#2BC9		
	#2BC2		#2BC10		
	#2BC3		#2BC11		
	#2BC4		#2BC12		
	#2BC5		#2BC13		
	#2BC6		#2BC14		
	#2BC7		#2BC15		
	#2BC8				

<i>Grupo 3</i>		<i>Tiempo de exposición: 30 segundos</i>		
Resina Compuesta	Número de muestra		Número de muestra	
Solare X GC Color A2	#3SX1		#3SX9	
	#3SX2		#3SX10	
	#3SX3		#3SX11	
	#3SX4		#3SX12	
	#3SX5		#3SX13	
	#3SX6		#3SX14	
	#3SX7		#3SX15	
	#3SX8			
				Pulido 24h

<i>Grupo 4</i>		<i>Tiempo de exposición: 30 segundos</i>		
Resina Compuesta	Número de muestra		Número de muestra	
Brilliant NG Coltene Color A2	#4BC1		#4BC9	
	#4BC2		#4BC10	
	#4BC3		#4BC11	
	#4BC4		#4BC12	
	#4BC5		#4BC13	
	#4BC6		#4BC14	
	#4BC7		#4BC15	
	#4BC8			
				Pulido 24h

<i>Grupo 5</i>				
Resina Compuesta	Número de muestra		Número de muestra	
Solare X CG Color A2	#5ASX1		#5BC9	
	#5ASX2		#5BC10	
	#5ASX3		#5BC11	
	#5ASX4		#5BC12	
	#5ASX5		#5BC13	
Brilliant NG Coltene Color A2	#5BC6		#5BC14	
	#5BC7		#5BC15	
	#5BC8			
				Sin pulido

#### Anexos 4. Fotografías de los instrumentos y materiales utilizados



Resina Compuesta Solare X GC.



Resina Compuesta Brilliant NG Coltene.



Calibrador.



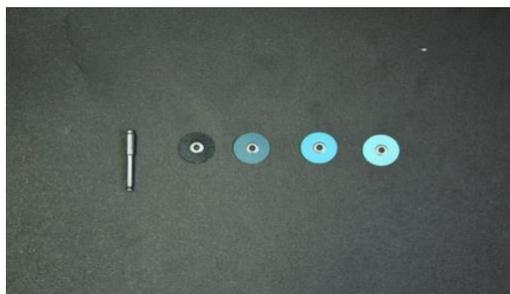
Cronometro.



Micromotor de baja velocidad NSK.



Lampara de fotocurado VALO,ultradent.



Sistema de pulido sof-lex 3M.



Placa de acetato para confeccionar las muestras.

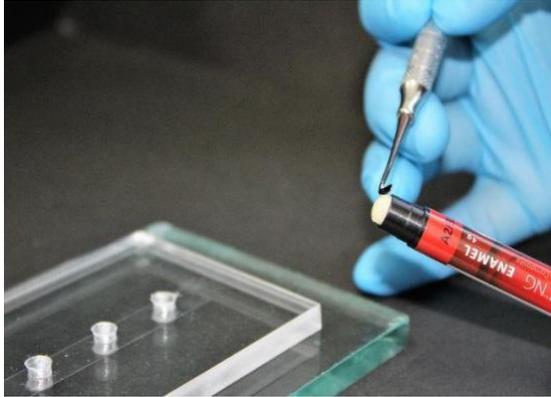


Espatulas de resinas y empacador de amalgama.

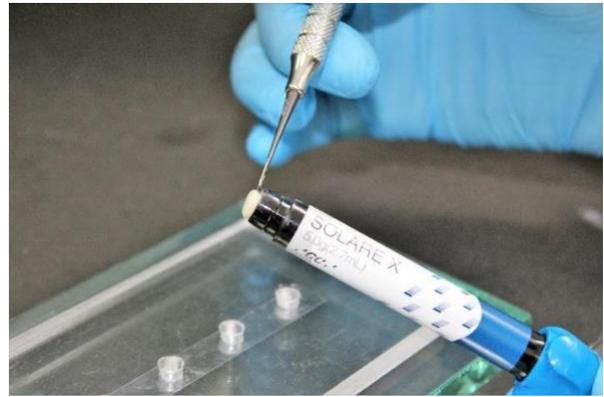


Loseta de vidrio y bandas celuloideas..

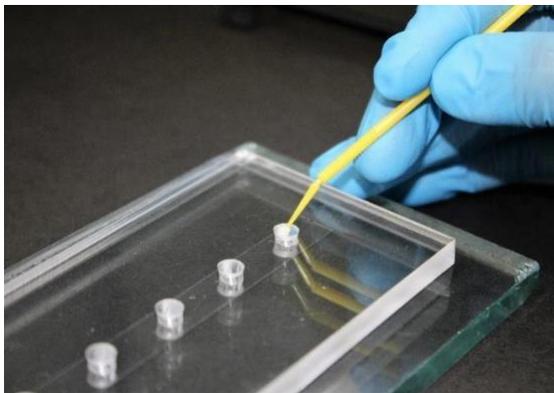
## Anexos 5. Fotografías de la confección de las muestras



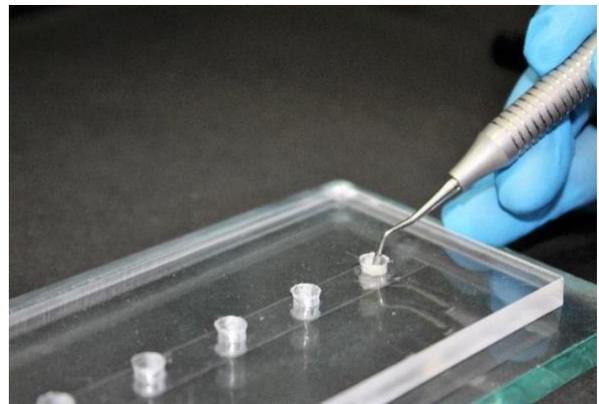
Resina Compuesta Brilliant NG Coltene.



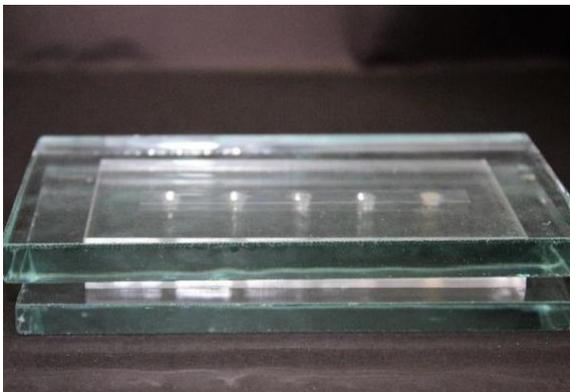
Resina Compuesta Solare X GC.



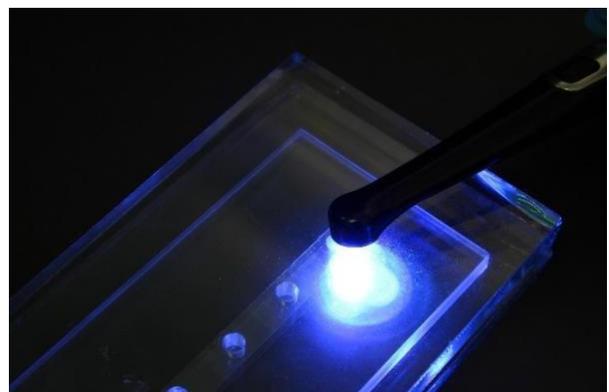
Colocacion de solucion aislante.



Colocacion de incremento de 2mm de resina.



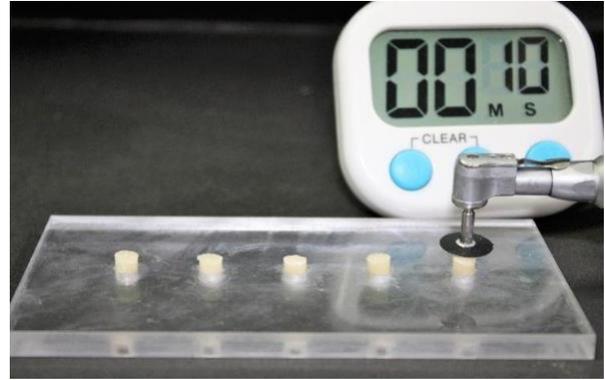
P  
Parelizacion y empaque de las muestras.



Fotocurado de las muestras.



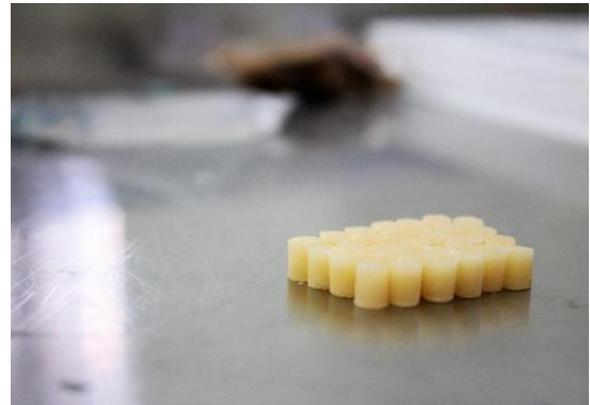
Eliminación de excesos de resina.



Pulido cronometrado



Muestras listas.



Muestras listas.

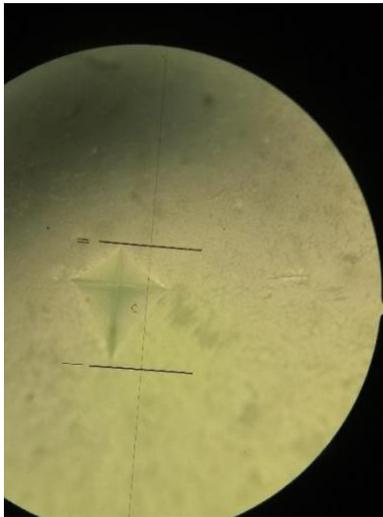
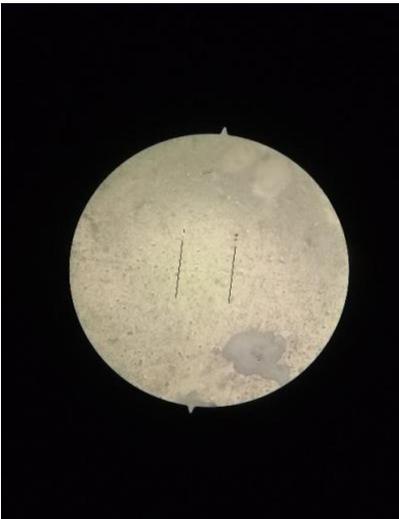
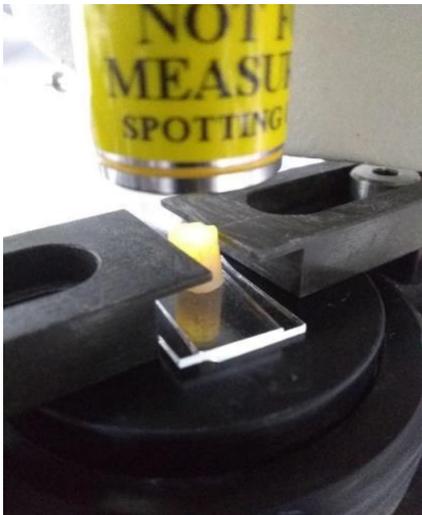
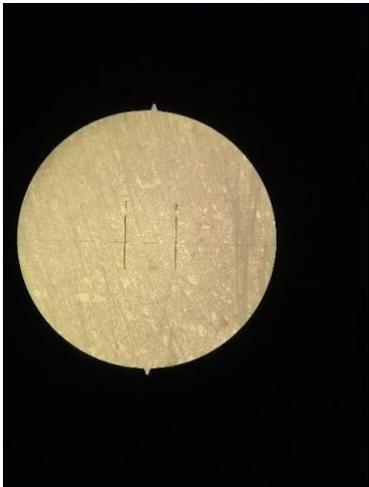
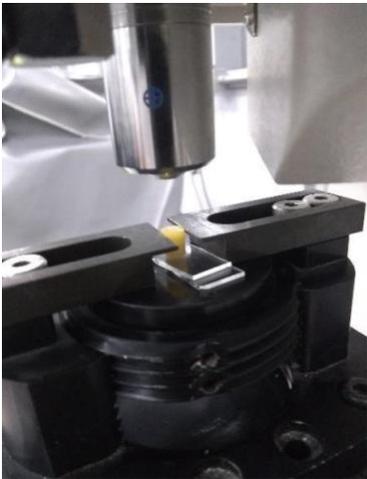
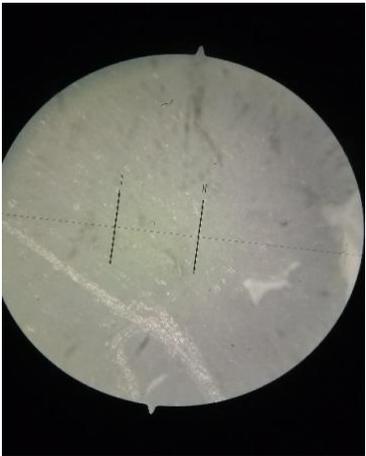
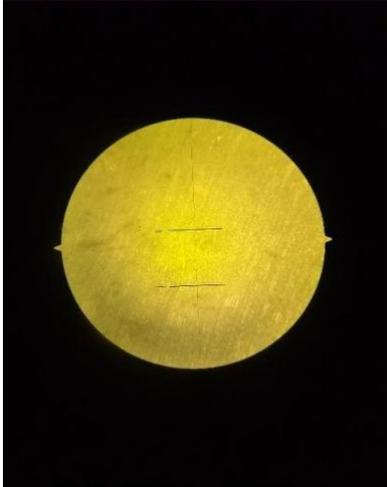


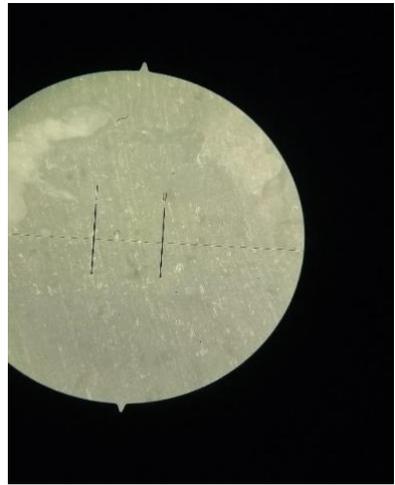
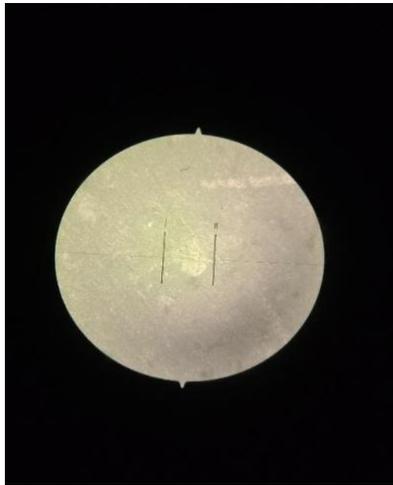
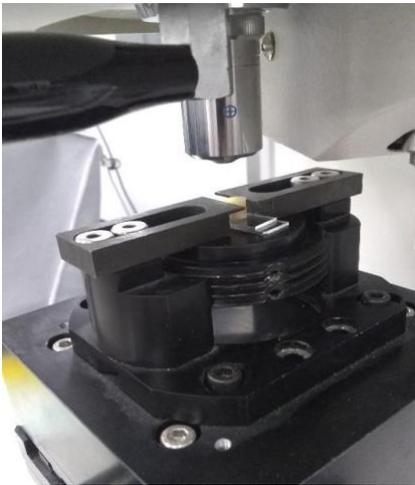
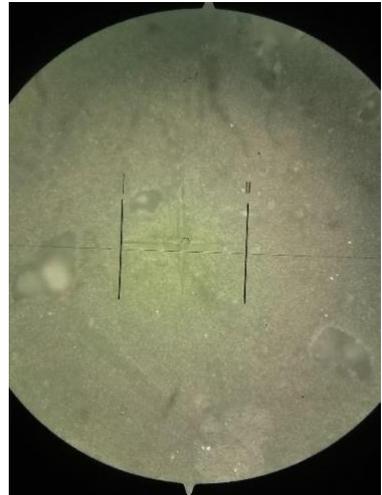
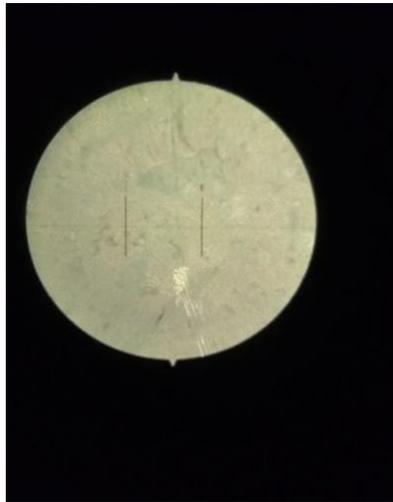
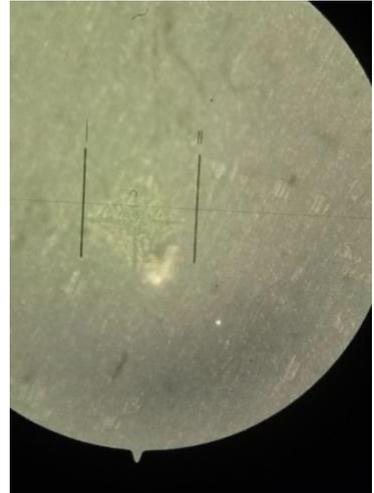
Muestras codificadas.



Muestras almacenadas en agua destilada.

Anexos 5. Fotografías del procesamiento de las muestras en el laboratorio





## Glosario

**Bis-GMA:** bisfenol-A- Glicidil Metacrilato. Es un componente de la matriz orgánica de las resinas compuestas, tiene un peso molecular elevado, alta viscosidad lo que hace difícil su manipulación, su estructura química tiene dos enlaces reactivos en ambos extremos de la molécula <sup>41</sup>.

**Bulbo:** la válvula termoiónica, conocida también como válvula electrónica o tubo de vacío, es un componente electrónico utilizado para aumentar, sustituir, o transformar una señal eléctrica al controlar el movimiento de los electrones en un espacio "libre" a una presión disminuida, o estando presente gases estratégicamente seleccionados<sup>42</sup>.

**Canforoquinonas:** es un fotoiniciador que absorbe luz azul formando un complejo excitado, mientras la CQ extrae un hidrógeno del grupo amina, descomponiendo así la amina y liberando radicales de la CQ, por ello en la fotoiniciación los radicales libres y la amina inician la polimerización., reacción química fotocurable<sup>31</sup>.

**Filamento de tungsteno:** está elaborado por un alambre muy fino, mucho más que cualquier otro cable de electricidad. Por ejemplo, en una lámpara de 60 watt, el filamento puede llegar a medir alrededor de  $3 \times 10^{-3} = 0,003$  mm grueso solamente <sup>43</sup>.

**Fotopolimerización:** activación e iniciación para que comience la polimerización mediante una lámpara que emita luz <sup>33</sup>.

**Iatrogénicos:** es cualquier condición física o mental adversa o desfavorable inducida inadvertidamente a un paciente por un médico o cirujano por un tratamiento médico o procedimiento de diagnóstico causando efectos indeseables o lesivos.

**Ionizar:** transformación de una molécula en varios iones distintos o la conversión de un de un átomo en un ión<sup>45</sup>.

Polimetacrilato: es un producto artificial que contiene en su totalidad microesferas de acrílico que tienen un diámetro entre 40/60 micrones <sup>46</sup>.

Silano: molécula compuesta de hidrógeno y un átomo de silicio que posee cuatro uniones. Las uniones pueden ser tanto de grupos orgánicos como de inorgánicos<sup>47</sup>.

Sílice coloidal: es un polvillo sin forma blanco, fino, liviano con mucho volumen que se elabora por hidrólisis de un compuesto de sílice <sup>48</sup>.

TEGMA: dimetacrilato de trietilenglicol. Es un monómero de dimetacrilato de viscosidad reducida que es ideal para utilizar como co-monómero para mejorar la dureza y las propiedades mecánicas de plásticos, poliolefinas, adhesivos y selladores. Se utiliza especialmente para mejorar las propiedades mecánicas de poliésteres insaturados y polímeros acrílicos, como hojas de acrílico y pisos de acrílico <sup>49</sup>.

UDMA: dimetacrilato de uretano. Es un monómero de bajo peso molecular (diluyente) utilizado para reducir la viscosidad de la resina que no ha pasado por el proceso de polimerización y así hacer más fácil su manipulación clínica <sup>50</sup>.



Trabajo de grado para optar por el título de doctor en odontología

“Dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la clínica odontológica Dr. René Puig Bentz de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, periodo septiembre-diciembre 2019: estudio in vitro.”

**Sustentantes:**

---

Nicole Turbi

---

Alondra Abreu

---

**Asesor temático**

Dr. Alberto Martínez

---

**Asesora metodológica**

Dra. Sonya Stresse

---

**Coordinadora del área**

Dra. María Contreras

---

**Comité científico**

Dr. Eduardo Khouri

---

**Comité científico**

Dra. María Guadalupe Silva

---

**Comité científico**

Dra. Rocío Romero

---

**Director escuela de odontología**

Dr. Rogelio Cordero