



**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**  
**Escuela académico profesional de Odontología**

**“Tesis”**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA  
FLEXURAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL  
FOTOCURADAS CON DOS UNIDADES DE  
FOTOACTIVACIÓN LED”**

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

**AUTOR: MELENDREZ CAMIZAN, HILDA**

**2021**

**LIMA – PERÚ**

## **Tesis**

“Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led”

### **Línea de investigación:**

Economía, empresa y salud

Sistemas de calidad

### **Asesor:**

Dr. Mg. C.D. Raúl Antonio Rojas Ortega

Código Orcid:

0000-0002-0165-7501

### **Dedicatoria**

Agradezco a Dios todo poderoso, que me ha brindado la fortaleza y el coraje necesario para poder continuar y concluir mi carrera profesional.

### **Agradecimiento**

Agradezco el apoyo y consejos de mi asesor, el Dr. Mg. C.D. Raúl Rojas Ortega, en el desarrollo de mi tesis.

Así mismo, agradezco infinitamente a cada uno de mis profesores de la universidad Norbert Wiener, quienes día a día me compartieron sus enseñanzas e hicieron que este logro sea un sueño hecho realidad.

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de gráficos.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
Introducción.....	xi
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....	12
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Formulación del problema .....	15
1.2.1 Problema General.....	15
1.2.2 Problemas específicos .....	15
1.3 Objetivos de la Investigación.....	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Justificación de la Investigación.....	16
1.4.1 Teórica.....	16
1.4.2 Metodológica .....	16
1.4.3 Práctica .....	16
1.5 Delimitaciones de la investigación.....	17
1.5.1 Temporal.....	17
1.5.2 Espacial.....	17
1.5.3 Recursos humanos.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	18
2.1 Antecedentes .....	19
2.2 Bases Teóricas.....	27
2.2.1 Resinas compuestas.....	27
2.2.2 Resistencia flexural de las resinas.....	34
2.2.3 Fotopolimerización .....	36
2.3 Formulación de hipótesis .....	40
2.3.1 Hipótesis General.....	40
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	41

3.1	Método de investigación .....	42
3.2	Enfoque investigativo .....	42
3.3	Tipo de investigación.....	42
3.4	Diseño de la investigación.....	42
3.5	Población, muestra y muestreo.....	42
3.6	Variables y operacionalización.....	43
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44
3.7.1	Técnica.....	44
3.7.2	Instrumento.....	44
3.7.3	Descripción del procedimiento.....	44
3.8	Plan de procesamiento y análisis de datos .....	46
3.9	Aspectos éticos .....	46
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....		48
4.1	Resultados .....	49
4.1.1	Análisis descriptivo de resultados.....	49
4.1.2	Prueba de hipótesis.....	55
4.1.3	Discusión de resultados .....	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		64
5.1	Conclusiones .....	65
5.2	Recomendaciones.....	66
REFERENCIAS .....		67
ANEXOS.....		75
Anexo 1: Matriz De Consistencia .....		76
Anexo 2: Matriz De Operacionalización De Variable 1 .....		77
Anexo 3: Matriz De Operacionalización De Variable 2 .....		78
Anexo 4: Datos Recabados Por El Laboratorio .....		79
Anexo 5: Datos Recabados Carta De Presentación.....		91
Anexo 6: Constancia De Aceptación.....		92
Anexo 7: Fotos Del Procedimiento .....		93

## Índice de tablas

Tabla 1: Comparación de flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación .....	49
Tabla 2: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar <sup>TM</sup> DeepCure-L- 3M.....	51
Tabla 3: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker <sup>®</sup> ILED .....	53
Tabla 4: Resultados de la hipótesis general.....	56
Tabla 5: Resultados de la prueba de ANOVA de la hipótesis específica 1 .....	57
Tabla 6: Resultados de la prueba de Post hoc de la hipótesis específica 1 .....	58
Tabla 7: Resultados de la prueba de ANOVA de la hipótesis específica 2 .....	59
Tabla 8: Resultados de la prueba de Post hoc de la hipótesis específica 2 .....	60

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Comparación de flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados. ...	50
Gráfico 2: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Eliupar™ DeepCure-L- 3M. ....	52
Gráfico 3: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED, mediante gráfico de cajas y bigotes. ....	54

## Resumen

La presente investigación titulada “Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led” presentó como objetivo comparar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk full al ser fotocuradas con unidades de fotoactivación LED. Se empleó un método de investigación hipotético-deductivo, de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, transversal, prospectivo, experimental y de diseño experimental de posprueba. Se estudió la muestra de 80 cuerpos de resinas bulk fill en barra de 2mm x 2mm x 10mm, de grupos Z350 XT, One Bulk Fill, Tetric Bulk Fill, Aura Bulk Fill y Opus Bulk Fill, divididos en grupos de 16, 8 fueron fotocurados con Elipar™ DeepCure-L - 3M y otros 8 con Woodpecker® iLED. Los resultados fueron que, la fotoactivación con Elipar™ Deep Cure-L- 3M presentó una media de 148.2993 Mpa, y la fotoactivación con Woodpecker® ILED presentó una media con 152.17172 Mpa; en la prueba de hipótesis se empleó la prueba de Levene para la igualdad de varianzas, se obtuvo un  $p=0.596$ , que al ser  $p>0.05$ . Por lo tanto, se concluyó que no existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación.

**Palabras clave:** Resinas (Decs), polimerización (Decs), Luces de Curación Dental (Desc)

## Abstract

The present research entitled "A Comparative study of flexural resistance of photocured bulk fill composite resins with two LED photoactivation units" the principal aim was to compare the flexural resistance of full bulk composite resins when light cured with LED photoactivation units. A hypothetical-deductive research method, with a quantitative approach, applied, cross-sectional, prospective, experimental and post-test experimental design was used. The sample of 80 bodies of bulk fill resins in bars of 2mm x 2mm x 10mm, from groups Z350 XT, One Bulk Fill, Tetric Bulk Fill, Aura Bulk Fill and Opus Bulk Fill, divided into groups of 16, 8 were light-cured with Elipar™ DeepCure-L - 3M and another 8 with Woodpecker® iLED. The results were that, the photoactivation with Elipar™ DeepCure-L - 3M presented an average of 148.2993 Mpa, and the photoactivation with Woodpecker® iLED presented an average of 152.17172 Mpa; in the hypothesis test, Levene's test was used for the equality of variances, a  $p = 0.596$  was obtained, which being  $p > 0.05$ . Therefore, it is concluded that there is no significant difference between the flexures of bulk fill composite resins when they are light-cured with photoactivation units.

**Keywords:** Resins (Desc), Polymerization (Desc), Curing Lights (Desc)

## **Introducción**

Actualmente, se están empleando con mayor frecuencia las resinas bulk fill porque permite realizar restauraciones con mayor rapidez, por lo que se ha vuelto imprescindible para muchos odontólogos en su práctica diaria. Por ello, las resinas bulk fill deben presentar propiedades físico-químicas que puedan soportar las cargas oclusales que genera la propia función masticatoria de la cavidad oral, por lo que en esta investigación se estudió la comparación de la resistencia de la flexión de diferentes marcas de resinas bulk fill a distintas unidades de fotoactivación. En el capítulo I del problema de investigación, se resalta la realidad problemática a nivel internacional y nacional sobre la resistencia a la flexión en resinas. Se formuló como problema general cómo difiere la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED. Por lo que, como objetivo general se propuso comparar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk full al ser fotocuradas con unidades de fotoactivación LED. Se describieron tres justificaciones, teórica, metodológica y práctica para establecer la importancia del estudio. Se describieron las delimitaciones del estudio. En el capítulo II, se presentó el marco teórico con antecedentes nacionales e internacionales y la base teórica del estudio, determinándose la importancia de las resinas bulk fill, las unidades de fotoactivación y el proceso de fotocurado. En el capítulo III se describieron el método de investigación, el enfoque, tipo de investigación y el diseño. Se determinó la población de estudio, la muestra y la técnica del muestreo, las variables y su operacionalización y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el análisis de datos y los aspectos éticos. De acuerdo al capítulo IV se representan los resultados obtenidos por la investigación, tanto descriptivos como de la prueba de hipótesis y la discusión de los resultados con los antecedentes.

Por último, en el capítulo V, destacan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Actualmente la ciencia y la tecnología cada día están evolucionando para buscar soluciones a los problemas en la odontología, ya que las demandas del paciente y odontólogos para mejorar requieren unas exigencias mayores de las cualidades estéticas físicas funcionales, mecánicas y ópticas de las resinas compuestas, que proporcionen mejores resultados estéticos, biológicos y funcionales (1,2,3).

Las resinas compuestas se han desarrollado como uno de los materiales dentales más empleados para la preparación de restauraciones directas con el propósito de minimizar el impacto de la contracción a la polimerización de las resinas convencionales (4,5).

Sin embargo, las resinas monoincrementales que generalmente emplean los odontólogos no permiten el incremento de llenado a granel y requieren mucho tiempo para su aplicación, debido a que solo se permite aplicar en forma incremental en capas delgadas (6). Gracias a la ineficiencia de las resinas convencionales, los fabricantes de las resinas se ven en la necesidad de hacer un nuevo material que cumplan con las características de ser aplicadas en un bloque de mayor grosor y exija los cambios odontológicos que resuelva la peculiaridad de la resistencia a la flexión de las resinas a granel (7).

Es por ello que surgen las resinas bulk fill, que actualmente muchos de los fabricantes de las resinas compuestas dentales han mejorado sus cualidades de tal manera que elaboraron resinas compuestas capaces de eliminar la técnica incremental (8). Esto permite a los operadores, ya no solo trabajar con los 2 milímetros generalmente empleados por la técnica monoincremental, sino manejar de 4 o 5 milímetros de profundidad para su fotopolimerización gracias a la invención de resinas Bulk fill (9). Por ende, este material tiene el beneficio de reducir las capas de resinas para acortar el tiempo clínico y evitar la contracción de la restauración frente a la polimerización (4,10,11).

Según la revisión bibliográfica realizada, se pudo determinar que hay pocos estudios directos a nivel internacional como el de Markhdoom et al. (12) realizado en Canadá en el que concluye que la microtensión flexural no se ve afectada por el tipo de curado de las resinas, solo a excepción de la resina Tetric Evo Ceram Bulk Fill Restorative ®. Otros estudios internacionales presentan datos parciales referentes a esta investigación (1,13,14,15). A nivel nacional, estudios como el de Borja Farfán y Loyola Livias (16), o Santa Cruz Hernández (17), guardan una relación directa con esta investigación presentando resultados diferentes. Sin embargo, se visualizaron algunos estudios nacionales con referencias parciales a esta investigación (18,19,20,21).

Al comprobar que existen pocos estudios de comparación de la resistencia flexural de las resinas compuestas bulk fill fotocuradas con diferentes unidades de lámparas de fotoactivación LED, se decidió realizar la siguiente pregunta: ¿Cómo difiere la resistencia flexural de las resinas compuestas Bulk fill al ser fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED?

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo difiere la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál sería la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L - 3M?

¿Cuál sería la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Woodpecker® iLED?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Comparar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk full al ser fotocuradas con unidades de fotoactivación LED.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Determinar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L - 3M.

Determinar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Woodpecker® iLED.

## **1.4 Justificación de la Investigación**

### **1.4.1 Teórica**

Este estudio presentó una justificación teórica porque presenta conceptos y conocimientos relacionados a la resistencia flexural de las resinas compuestas Bulk fill como el proceso de fotopolimerización con luz LED. Estos conceptos son muy importantes en la práctica clínica y manejo del material restaurador por parte del operador, pero, son poco estudiados. Por lo cual, esta investigación colaboró con presentar concepciones odontológicas con alta trascendencia cognoscitiva para el área odontológica.

### **1.4.2 Metodológica**

Esta investigación presentó una alta relevancia metodológica, ya que se realizó un estudio comparativo de diseño experimental, para evaluar la resistencia flexural de resinas Bulk fill como Filtek™ Bulk Fill (3M), Opus Bulk Fill (FGM), Tetric® N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar), Filtek™ 2350X (3M ESPE), Aura Bulk Fill (SDI) frente a dos unidades de fotopolimerización Elipar™ DeepCure-L - 3M y Woodpecker® iLED, manipulados por un especialista, para la obtención de datos precisos recolectados en una ficha de recolección brindado electrónicamente por el programa que se emplea en el laboratorio, los cuales fueron sintetizados en un programa estadístico, siendo validado con anterioridad por una prueba de ensayo para brindar la confiabilidad requerida. Por lo que, este trabajo podrá ser empleado para futuras investigaciones que consideren el uso de dichos materiales.

### **1.4.3 Práctica**

La justificación práctica radicó en ofrecerle al paciente y al profesional la posibilidad de realizar restauraciones más rápidas por los incrementos de 4 a 5 mm evitando la contracción a la polimerización, disminuyendo el tiempo de atención. Con este estudio,

se ayuda en el ámbito clínico al profesional a elegir el mejor material restaurador de acuerdo con las propiedades mecánicas y físicas que puede ofrecer el mercado.

## **1.5 Delimitaciones de la investigación**

### **1.5.1 Temporal**

El estudio se realizó entre los meses de noviembre 2020 a noviembre 2021.

### **1.5.2 Espacial**

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Lima, en el país de Perú, en un laboratorio especializado de nombre, Centro de Estudios odontológicos, a cargo del Dr. César Alberto Pomacóndor Hernández, Cirujano Dentista COP 22044, Magíster y Doctor en Materiales Odontológicos, Investigador RENACYT P0123277. Para realizar los ensayos requeridos a las muestras, ubicado en. Av. Faustino Sánchez Carrión 615, Jesús María

### **1.5.3 Recursos humanos**

Los recursos fueron cubiertos por la investigadora, como la contratación de un profesional que realice los ensayos mecánicos necesarios para la obtención de resultados y un especialista en estadística para el análisis de datos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Antecedentes

**Marghalani, et al., (2021)** Ejecutaron un estudio en Arabia Saudita, con el objetivo de “comparar la resistencia de flexión de resinas Bulk fill al ser sometidos en disolventes que aparentan ser alimento”. Para ello, emplearon un diseño experimental, dentro del cual, los ejemplares se dividieron en 4 segmentos y fueron añadidos en ambos lados de las muestras en forma de barra (25 x 2 x 2 mm), se obtuvieron del material compuesto de relleno masivo con un instrumento foto polimerización LED Elipar (1200 mW / cm<sup>2</sup> durante 20 s). Las muestras fueron hechas en 4 grupos (n = 20), según el medio de almacenamiento, usando agua destilada, etanol al 99%, heptano y metiletilcetona, a 37°C durante cuatro semanas. La prueba de flexión se obtiene con una máquina de prueba universal a una velocidad de la cruceta de 1 mm / min. Los análisis de los datos se obtienen a través de la prueba de ANOVA bidireccional y unidireccional con el examen de Tukey post-hoc (HSD) (P <0.05), también se empleó el estudio estadístico de Weibull. Por ello, se obtuvieron los siguientes resultados, las propiedades de resistencia a la flexión retrasan relevantemente en correlación con el relleno masivo y el disolvente usado, también determinaron que la propiedad a la flexión de los rellenos a granel se disminuyó en los disolventes. SonicFill en agua destilada tuvo los valores más elevados de sus propiedades a la flexión ( $\sigma_f = 165,77$  MPa;  $E_f = 10,3$  GPa), seguidos de los valores de SonicFill en etanol y los de X-tra base y everX posterior en agua. Venus Bulk Fill en metiletilcetona produjo los valores más bajos ( $\sigma_f = 74,11$  MPa;  $E_f = 3,06$  GPa). Las conclusiones que presentaron fueron que, las propiedades de flexión de los rellenos a granel se ven afectadas por el disolvente de simulación de alimentos utilizado por el contenido de relleno, el tipo y el elemento de la resina. (13)

**Gámez Paredes, (2020)** Realizó un estudio con la finalidad principal de “comparar la resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida y la resina tipo Bulk-fill utilizando la técnica incremental y monoincremental”. Para ello, se empleó una metodología inductiva,

enfoque cuantitativo, tipo aplicada y diseño experimental, transversal, prospectivo y analítico, realizando este análisis en una muestra de 8 cilindros de resinas nanohíbridas, efectuadas con la técnica monoincremental, también se estudiaron 8 cilindros de resinas de tipo bulk fill realizados con la técnica incremental y por último, 8 cilindros de resinas tipo bulk fill ejecutados mediante la técnica monoincremental, los cuales presentaron dimensiones de 8 y 4 milímetros de longitud y diámetro, siendo ejecutados mediante la técnica incremental de 2 a 2 milímetros, y los monoincrementales conformados por un incremento de 4 milímetros, habiendo sido sometidas a pruebas de compresión por la máquina de ensayos universal la cual realizó una fuerza de compresión en los cilindros de resina hasta generar su fractura. Se analizaron los datos en el programa SPSS 23, mediante el análisis inferencial de T de Student para muestras independientes. De acuerdo a los resultados obtenidos, la resistencia de las resinas nanohíbridas con la técnica monoincremental tuvo valores de  $254.9 \pm 38.97$  Mpa, en referencia a la técnica incremental se precisaron valores de  $199.65 \pm 44.29$  Mpa, mientras que la resistencia a la compresión de la resina bulk fill aplicada con la técnica monoincremental obtuvo como indicador el valor de  $226.36 \pm 28.17$  Mpa, y con referencia a la técnica incremental se presentó el valor de  $211.16 \pm 19.97$  Mpa. Precisándose como conclusión que la resistencia a la compresión de la resina bulk fill aplicada bajo la técnica monoincremental presentó mayores valores que la resina nanohíbrida aplicada con la técnica incremental (18).

**Lassila et al., (2020)** Ejecutaron un estudio en *in vitro*, en Finlandia con la finalidad de “evaluar y demostrar las características físicas, incluido el desgaste de la superficie de 5 resinas comerciales reforzados con fibras corta (SFRC; Alert, Nova Pro-Flow, Nova Pro-Fill, everX Flow y everX siguiente)”. Para ello, se realizó una pesquisa de diseño experimental, de la cual se analizaron las siguientes características de las unidades de análisis, de acuerdo con las normas ISO: la resistencia a la flexión, el módulo de flexión, la

fuerza a la fractura, la absorción de agua, el grado de conversión mediante espectrometría FTIR. Se determina una prueba de desgaste con 15.000 ciclos de masticación empleando un simulador de masticación. La tensión de contracción de polimerización se midió utilizando un tensiómetro. Se utilizó SEM para evaluar la microestructura de los SFRC. Se obtienen como resultados que everX Flow presentó la mayor tenacidad a la fractura (2,8 MPa m<sup>1/2</sup>) y los valores de profundidad de desgaste más bajos (20,4 μm) (p <0,05) entre los SFRC probados. NovaPro Fill (141,5 MPa) y everX Flow (147 MPa) presentaron los valores de resistencia a la flexión más altos (p <0,05). EverX Flow mostró el valor más alto de tensión de contracción (5.3 MPa) mientras que otros SFRC tuvieron valores comparables. Por lo que los autores concluyen que el uso de SFRC en odontología puede ser ventajoso, pero debe prestarse especial atención a la selección de los materiales. (1)

**Makhdoon, et al., (2020)** realizaron en Canadá un estudio experimental con el objetivo de “comparar la fuerza a la adherencia microtensil (μTBS) y la profundidad de curado (DOC) de los composites de relleno a granel curados por las unidades LED monowave (MW) y polywave (PW) utilizando distintos tiempos de curado”. Debido a esto, emplearon una metodología experimental, por lo cual se analizaron tres resinas: Tetric EvoCeram Bulk Fill (TBF), Filtek Bulk Fill (FBF) y Tetric EvoCeram (T; control). También superficies planas de dentina tratadas con adhesivo (AdheSE Universal ®, Ivoclar Vivadent) las cuales se mezclaron con las muestras cilíndricas de 4 mm de cada material compuesto de relleno a granel (n = 6) para proceder al curado con las unidades de monowave (Satelec) o polywave (Bluephase Style) durante 10 o 20 segundos. Luego de 24 horas, los dientes se cortaron en piezas individuales de 0,9 mm dos vigas y probado Para μTBS. Se estudiaron los errores de falla. Además, se completó la prueba de raspado DOC (IOS 4090) (n = 5) siguiendo los mismos protocolos de curado. Se sintetizaron bajo la prueba de ANOVA bidireccional (α = 0.05), aislando las unidades fotopolimerizables. Los resultados obtenidos demostraron que

las pruebas curadas con la unidad de foto polimerización MW, no presentaron resultados significativos en las pruebas de  $\mu$ TBS entre las diferentes marcas de resina compuesta y los tiempos de curado. Al contrario, las resinas que se curaron con una unidad de luz PW, se observaron que había un resultado significativo para la resina TBF. Las resinas de relleno a granel presentaron mayor DOC y un tiempo de curado más extenso resultó en un DOC más alto para todos los compuestos. Debido a estos resultados, los autores presentan como conclusiones que el  $\mu$ TBS de las resinas en dentina no se vio afectado por la forma de curado de las resinas, a excepción de TBF curados con unidad de luz PW, también concluyeron que las resinas de relleno a granel presentaron mayor DOC que los compuestos convencionales a base de resina. (12)

**Scribante, et al., (2019)** Realizaron un estudio en Italia con el fin de “investigar las propiedades mecánicas de los materiales de restauración frente a las bebidas acidas después de su exposición”, empleando una metodología de diseño experimental, que para la continuación del estudio, se analizaron 9 compuestos de distintos tipos: nanorrelleno (Filtek Supreme XTE, 3M ESPE), híbrido microrelleno (G-aenial, GC Corporation), nanohíbrido Ormocer (Admira Fusion, Voco), microrelleno (Gradia Direct, GC Corporation), microrelleno híbrido (Essentia, GC Corporation), nanocerámica (Ceram.XUniversal, Dentsply De Trey), híbrido supranano esférico (EsteliteAsteria, Tokuyama Dental Corporation), híbrido fluido micro rellenado (Gradia Direct Flow, GCCorporation) y relleno a granel fluido (SureFil SDR Flow, DentsplyDe Trey), contando con 30 exámenes de cada material de restauración estética, que se evaluaron en 3 subgrupos (n = 10) Los especímenes del subgrupo 1 se registraron como grupo control, los especímenes del subgrupo 2 se colocaron en 50 ml de Coca Cola durante una semana y las pruebas del subgrupo 3 se sumergieron en 50 ml. de Coca Cola por 1 mes. La resistencia a la flexión y el módulo elástico se midieron de cada material con una máquina de ensayo universal Instron. Los

exámenes se sometieron a análisis estadístico inferenciales de Kruskal Wallis y Man – Whitney post hoc. Los resultados obtenidos de este estudio fueron que luego de su introducción en el agua destilada, los compuestos nanorelleno presentaron el valor más alto de resistencia a la flexión y módulo elástico, y los valores de flexión disminuyeron después de la inclusión en la bebida ácida. No se observaron diferencias relevantes entre el agua destilada y la inmersión en bebida ácida para todos los demás materiales probados tanto para valores de módulo de flexión como de elasticidad. Como conclusiones determinaron que, incluso cuando el composite nanorelleno mostró los mejores resultados, la inmersión en bebida ácida redujo significativamente los valores de flexión. (14)

**Borja Farfán y Loyola Livias, (2018)** Efectuaron un estudio que tuvo como objetivo principal “Comparar in vitro la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill)”. Este estudio empleó un diseño experimental *in vitro*, analizando una muestra de 132 ejemplares, los cuales eran formaciones cilíndricas de 3 mm de diámetro por 5 mm de alto para la evaluación de la resistencia compresiva, así también, especímenes rectangulares de 2mm por 2 mm y 25mm para valorar la resistencia flexural, siendo evaluadas bajo la máquina de ensayo Instron ® modelo 3382 -USA, los ejemplares fueron fraccionados en 8 grupos, de los cuales 4 grupos se valoraron su resistencia a la compresión y otros 4 grupos para la valoración de su resistencia flexural. Los resultados establecidos por la prueba, fueron que del grupo 1 se obtuvieron valores de 141.68 Mpa ± 22.20, mientras que los valores del grupo 2 se presentaron valores de 139.09 Mpa ± 23.56, los valores del grupo 3 fueron 235.59 Mpa ± 11.36, apreciándose diferencias significativas entre las resinas examinadas con un  $p < 0.001$ . La evaluación de la resistencia flexural presentó los siguientes valores para el grupo 5 de 116.29 Mpa ± 7.20, para el grupo 6 se presentaron indicadores de 109.67 Mpa ± 7.58, también el grupo 7 presentó valores de 200.53 Mpa ± 10.32 y el último grupo, que es el

número 8 precisó valores de  $90.08 \text{ Mpa} \pm 8.63$ . Se definen como conclusiones que la resina Filtek™ presenta mayor resistencia compresiva y flexural que las demás resinas (16).

**López Portocarrero, (2018)** ejecutó un estudio que precisó como finalidad principal “comparar la resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración dental posterior: Nanoparticulada Filtek Bulk Fill, nanohíbrida Filtek Z250XT y microhíbrida Filtek P60”. Debido a ello, se realizó una pesquisa de diseño experimental, comparativo, transversal y prospectiva. La muestra se realizó en muestras de 4 mm y de 8 mm de diámetro, que fueron divididas en grupos de 8 unidades divididas entre 3, siendo colocadas en recipientes de 30 ml con agua destilada almacenadas en una estufa de  $37^{\circ}\text{C}$  por un período de 24 horas. Estas muestras fueron puestas a la prueba de resistencia de compresión en una máquina de ensayo tipo CMT – 5L de marca LG. Se sintetizaron los datos bajo el análisis estadístico de ANOVA y la prueba Post Hoc de Tukey. Los resultados derivados del estudio fueron que el promedio de la resistencia fue de 195.84 Mpa para la resina Filtek Bulk Fill, los valores obtenidos por la resina Filtek Z250XT fueron de 289.39 Mpa, y los datos precisados para la resina Filtek P60 fue de 268.83 Mpa. Debido a estos valores se precisó como conclusión que se presencia una diferencia significativa respecto a la resina Filtek Bulk Fill, la resina Filtek Z250XT y la resina Filtek P60, cabe mencionar que de estas dos últimas resinas no se presencié una diferencia significativa (19).

**Sezin et al., (2018)** realizaron una investigación en Argentina con el objetivo “determinar la resistencia a la flexión y el módulo elástico de resinas compuestas de alta, mediana y baja densidad”. El estudio fue experimental y se utilizó 88 muestras de  $25\text{mm} \times 2\text{mm} \times 2\text{mm}$  que se dividieron en 11 grupos de 8 según el tipo de resina. Grupo 1: Filtek Z350 XT, grupo 2: Rok, grupo 3: Filtek P60, grupo 4: Filtek Z250 XT, grupo 5: Polofil Supra, grupo 6: Te-Econom Plus, grupo 7: Grandio, grupo 8: Brilliant New Line, grupo 9: Prisma AP.H, grupo

10: Wave Flow y grupo 11: Brilliant Flow. 4 muestras se conservaron por veinticuatro horas y 15 por treinta días. Se utilizó una máquina de ensayo universal con una velocidad de cabezal de 1mm/minuto empleando una carga de 3 puntos hasta la fractura. Se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. Resultados: los resultados muestran una resistencia a la flexión en veinticuatro horas en MPa: valores mayores Filtek Z250 XT (112,25+/-4,52), Filtek P60 (110,75+/-6,43), y Grandio (109,98+/-9,12) y más bajo Brilliant Flow (49,00+/-2,27). 30 días: valores más altos Grandio (124,35+/-14,78), Filtek P60 (119,98+/-11,60) y más bajo Rok (59,50+/-4,94) con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Módulo Elástico 24 horas (GPa): valores mayores Grandio (8,33+/-0,46), Filtek Z250 XT (6,96+/-0,51), Filtek P60 (6,46+/-0,29) y más bajo Brilliant Flow (1,52+/-0,16). 30 días: valor más alto Grandio (10,51+/-0,47) y más bajo Wave Flow (2,17+/-0,13) con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). El factor tiempo influyó significativamente aumentando los valores en ambos ensayos ( $p < 0,05$ ). Se concluye que las resinas compuestas mostraron comportamientos disímiles. El factor tiempo influyó aumentando los valores a excepción de Rok y Filtek Z250 XT que mantuvieron sus valores aproximadamente iguales. (15)

**Acurio Benavente, et al., (2017)** realizaron un estudio experimental *in vitro* con el propósito de “contrastar la resistencia de compresión de dos resinas de tipo Bulk Fill y dos resinas de tipo convencionales”. Por ende, emplearon un estudio de diseño experimental *in vitro*, en un muestra de ciento treinta y seis muestras cilíndricas (2 mm y 4 mm), divididas en 8 grupos ( $n = 17$ ); G1 SonicFill™ (4x2 mm), G2 SonicFill™ (4x4 mm), G3 Tetric® N-Ceram Bulk Fill(4x2 mm), G4 Tetric® N-Ceram Bulk Fill (4x4 mm), G5 Filtek™ Z250 XT (4x2 mm), G6Filtek™ Z250 XT (4x4 mm), G7 Te-Econom Plus® (4x2 mm) y G8 Te-Econom Plus (4x4 mm). Las pruebas para las muestras de esfuerzo compresivo se evaluaron utilizando la máquina Instron® modelo 3382 USA, para el análisis inferencial se emplearon las pruebas de Anova, y Kruskal Wallis, también de U de Mann Whitney y T de student. Los datos de

los resultados obtenidos fueron que de las resinas compuestas a granel TetricN-Ceram Bulk Fill (310.06-4x2mm, 303.87-4x4mm) se presentó mayor resistencia a la compresión que SonicFill™, en el caso de las resinas convencionales, Filtek™ Z250 XT (295.9-4x2mm, 289.7-4x4mm) se observó mayor resistencia a la compresión que Te-Econom Plus®. En comparación, Tetric® N-Ceram Bulk Fill logro una mayor compresión resistencia en los dos espesores 4x2mm ( $p = 0.122$ ) y 4x4mm ( $p = 0.333$ ), presentando valores estadísticamente significativos ( $<0,001$  \* - 4x2 mm, 0,004-4x4 mm). Se concluye que, Tetric® N-Ceram Bulk Fill da una mejor propiedad mecánica a la resistencia de la compresión y es mejor en comparación con las demás resinas compuestas que se evaluaron en este estudio. (21)

**Sicha Tello, (2017)** realizó un estudio con la finalidad principal de “evaluar la influencia de la temperatura con calor seco en la resistencia flexural, de una resina compuesta”, empleando una metodología de diseño cuasi experimental *in vitro*, con un tipo de investigación transversal, prospectivo y comparativo, presentando un enfoque cuantitativo. Para ello se empleó una muestra de 20 ejemplares de dimensiones de 20mm de largo, 2mm de ancho y 2mm de alto, que fueron fraccionados en dos grupos, siendo el primero un grupo de control fotopolimerizado de forma convencional y otro grupo experimental fotopolimerizadas de manera convencional y además una pospolimerización con calor seco, las cuales después de 24 horas de su procesamiento se evaluaron a la resistencia a la flexión por un instrumento de ensayo universal de la empresa High Technology Laboratory Certificate, presentando como resultados que la resistencia flexural de ambos grupos presentó cambios, y se precisó que en el grupo experimental se apreciaron cambios significativos en la resistencia a la flexura a diferencia del grupo control, por ello se concluye que la resina compuesta nanohíbrida pospolimerizada con temperatura al calor seco puede considerarse para una alternativa para las restauraciones semidirectas. (20)

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Resinas compuestas**

#### **2.2.1.1 Definición**

Son materiales con plasticidad que permiten remplazar el tejido dental, con la finalidad de restituir la funcionalidad estética y óptima de las piezas dentales que son afectadas por diversos factores, para ello deben cumplir con las propiedades mecánicas teniendo una semejanza en lo posible con las piezas naturales (22). Las resinas compuestas con el pasar del tiempo se han ido cambiando y cada vez se van perfeccionando en su translucidez, color y su opacidad (22).

#### **2.2.1.2 Evolución de las resinas**

Desde 1816 Auguste Tevau pudo desarrollar una amalgama dental, volviéndose un pionero en emplear este material en restauraciones, hasta que en 1955 Michael Buonocore innovó con las resinas de rellenos blancos, significando esto, el primer paso a restauraciones con mayor estética (23). Las resinas, al ser un material de restauración directa ha pasado por una evolución considerable desde su introducción desde los años 50, desarrollando sus propiedades físicas y mecánicas, pudiendo ser empleadas tanto para el sector anterior y posterior (24).

#### **2.2.1.3 Composición de las resinas**

Actualmente, el desarrollo de las resinas está dirigido en reducir y mejorar la contracción en la polimerización, junto con mejoras en sus propiedades mecánicas y estéticas (25). Debido a que las resinas son un compuesto bifásico, estos presentan una matriz orgánica que es polimerizable que proporciona el endurecimiento y también está constituida por un relleno de tipo inorgánico que establece las características mecánicas y ópticas. Estos compuestos requieren un

agente de unión que proporciona conservar la unión de la matriz orgánica y del relleno inorgánico (26).

#### **2.2.1.3.1 Matriz Orgánica**

La matriz orgánica puede estar constituida por monómeros, inhibidores, modificadores del color y sistemas iniciadores o activadores (26).

##### **2.2.1.3.1.2 Monómeros**

A lo largo de los años se ha precisado el uso de compuestos que soporten las fuerzas compresivas de la masticación, resistencia al desgaste y presenten buenas capacidades estéticas, por lo que se han empleado monómeros como: el Bis-GMA, que es incoloro, emplea una resina epoxi lo que genera que sea altamente viscoso y presenta baja movilidad, también genera resistencia a la contracción y una toxicidad reducida que no impacta en los tejidos orgánicos, por ende, el Bis-GMA es una buena opción para emplearlo en los composites, también porque posee un índice de refracción mayor al de otros monómeros (25). El Bis-EMA presenta una baja viscosidad, baja absorción de agua y baja contracción de polimerización, lo que lo atribuye a ser utilizado como diluyente en la matriz de resina en lugar de TEGDMA (25). Mientras que el TEGDMA presenta baja viscosidad, sus desventajas son que presenta alta absorción del agua, bajas propiedades mecánicas y baja estabilidad del color (25). El HEMA es un monómero de bajo peso que se caracteriza por sus propiedades hidrófilas, siendo importante en la constitución de la mayoría de los sistemas adhesivos (25). Y el UDMA presenta una alta flexibilidad y tenacidad en comparación con el Bis-GMA ya que posee una baja viscosidad y alta movilidad, también tienen

mayor velocidad de polimerización y un buen grado de conversión en relación a Bis-GMA, pero muestra baja movilidad, reactividad y baja conversión al mezclarse con Bis-EMA (25).

#### **2.2.1.3.1.3 Inhibidores**

Los inhibidores son compuestos químicos que reducen la velocidad y la intensidad de las reacciones químicas, uno de los más usados en las resinas es el metil metacrilato que puede ser empleado como hidroquinona (HQ) o hidroquinona monometil éter (MEHQ), estos no afectan las demás propiedades de las resinas (27).

#### **2.2.1.3.1.4 Modificadores del color**

Estos modificadores son generados por óxidos metálicos, que deben presentar propiedades como la estabilidad del color, la compatibilidad y la interacción de colores que permiten asemejarse con los colores de la dentina y el esmalte. Pero el cambio de color de las resinas puede verse afectado por el contraste simultáneo y la inducción del color, por lo que actualmente se prefiere resinas con efecto de mezcla camaleónico que presentan un potencial de ajuste del color (28).

#### **2.2.1.3.1.5 Sistema iniciador o activador**

Actualmente, las resinas empleadas para las restauraciones directas son fotoactivadas, lo que permite que los monómeros se polimericen. Estos componen el 0.1 al 1% del peso del total del monómero, siendo el principal fotoactivador la canforoquinona (29).

#### **2.2.1.3.2 Partículas Inorgánicas**

Las partículas de rellenos inorgánicos son compuestos dentales que proveen el fortalecimiento y reforzamiento de estos, presentando diversos tipos de formas, tamaños, fracciones de volumen y distribución de las partículas que son usadas en marcas comerciales (30). Estas características pueden afectar las propiedades de las resinas como la dureza, la estabilidad térmica, la radio opacidad, la retención del brillo, la rugosidad, la absorción del agua, deformación y recuperación viscoelásticas, tenacidad a la fractura, comportamiento a la fractura y el módulo elástico (30). Los principales compuestos inorgánicos de relleno pueden variar de acuerdo a la marca, pero son el cuarzo, la sílice, el zirconio, el estroncio, el bario y otros (30).

#### **2.2.1.3.3 Agentes de unión**

Los agentes de unión de la materia orgánica y el relleno inorgánico funcionan mediante las moléculas anfóteras y de doble función, siendo uno de los más empleados el organosilanos, así como titanatos y zircanatos, estos generan la distribución adecuada de las fuerzas masticatorias (31).

#### **2.2.1.4 Clasificación de las resinas**

De acuerdo al tamaño de las partículas las resinas son clasificadas como de macrorrelleno, que contiene compuestos de resina de cuarzo y estroncio o bario, presentando un tamaño de 10 a 100  $\mu\text{m}$ , proporcionando una dureza que genera dificultad al pulir y erosión del diente antagonista durante la oclusión (32). También existen las de microrrelleno que presenta partículas de un tamaño de 0.04 – 0.2  $\mu\text{m}$ , presentando la ventaja de tener una alta capacidad de pulido en

comparación con otras resinas compuestas, pero reduce el efecto de la polimerización, no puede ser usado como material de restauración de superficies (32). Las resinas híbridas poseen macro y microrrellenos, presentando partículas de 15 a 20  $\mu\text{m}$  y sílice coloidal con tamaño de 0.01 a 0.05  $\mu\text{m}$ , presenta buenas propiedades físicas y mejor capacidad de ser pulido, también presenta una buena resistencia al desgaste y grandes propiedades mecánicas, por lo que podría usarse para la restauración dental que requiere una gran capacidad para soportar esfuerzos (32). Mientras que las resinas de nanorrelleno presentan partículas de 25 nm a 75 nm de zirconio/sílice y nanosílice, originando la combinación de estas nanopartículas, generando una reducción de la contracción de la polimerización y aumentando las propiedades mecánicas de la resina compuesta (32). Finalmente, se presentan las resinas reforzadas con fibras cortas, que generan el aumento de las propiedades físicas de la resina compuesta, como la resistencia a la flexión, el módulo y la resistencia a la fractura, distribuyendo mejor la tensión de las restauraciones dentales posteriores (32).

#### **2.2.1.5 Resinas Bulk Fill**

Las resinas Bulk Fill han aparecido estos últimos años como una alternativa a las resinas convencionales, debido a que permite realizar restauraciones con una técnica incremental con tamaños de 4-5mm, presentando diversas ventajas al operador como menor tiempo de manipulación, así como una facilidad para aplicar la resina en monobloque y menor contracción en el proceso de polimerización (2). Actualmente se presentan diversas presentaciones de acuerdo a la marca como Tetric N-Ceram Bulk Fill®, Filtek Bulk-Fil 3M®, Venus Bulk Fill Kulzer®, Sonic Fill Kerr® (2). Estas no presentan separación

de las paredes de las cavidades a restaurar, propiciando el sellado, siendo recomendadas para cavidades amplias, consiguiendo que paredes opuestas puedan ser restauradas con un único incremento (2). En el caso de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill®, presenta un compuesto fotoactivado llamado Ivocerin el cual se activa por medio de la reacción con la luz, ya que posee canforoquina más óxido acilo fosfano, generándole mayor reactividad a la luz de polimerización, por ello, cumple un rol esencial para poder efectuar aumentos de 4mm o mayores (2). Se debe considerar que las resinas Bulk Fill son más translúcidas que las convencionales, para proporcionar la translucidez, se desarrollaron técnicas como la Bulk and Body, empleando las Bulk Fill como base y las resinas convencionales como recubrimiento (2).

#### **2.2.1.6 Propiedades mecánicas de las resinas compuestas**

Las resinas presentan propiedades físicas y mecánicas como alta resistencia al desgaste, módulo de elasticidad, resistencia al desgaste, resistencia a la tracción, la contracción a la polimerización y la resistencia flexural de las resinas, ya que siguen siendo la principal preocupación del éxito clínico de los materiales compuestos (33).

##### **2.2.1.6.1 Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad juega un rol importante en el éxito de una restauración, ya que, al presentar esta propiedad, las resinas pueden adaptarse a los cambios que son producidos por la fuerza de flexión derivados de la forma de los dientes (34). La mayor deflexión de las cúspides durante la polimerización de resinas compuestas con un alto módulo de elasticidad se ha confirmado in vitro, teniendo

en cuenta que las propiedades y el grosor de la capa adhesiva también pueden aliviar parte de las tensiones en la interfaz de la restauración y la asociación con un composite de resina con un alto módulo de elasticidad minimizará el deterioro marginal en las restauraciones oclusales (34).

#### **2.2.1.6.2 Resistencia al desgaste**

Esta propiedad es importante debido a que las restauraciones sobrepasan la resistencia mecánica del material cuando se aplican fuerzas superiores a la media de la masticación, por lo que puede desgastarse, haciendo perder la forma de la restauración, por lo tanto, la resistencia al desgaste es esencial para la estabilidad de las restauraciones a largo plazo sobre todo en pacientes que sufren de bruxismo y apretamiento de dientes (35).

#### **2.2.1.6.3 Resistencia a la tracción**

La resistencia es una propiedad en la que la tensión necesaria puede ocasionar la ruptura o una deformación plástica de un material, y la tracción es definido como las fuerzas externas que en distintas direcciones operan sobre el material de restauración hacia el punto de donde proviene el esfuerzo (36). Por ende, la resistencia a la tracción es la mayor fuerza de tracción sobre el punto de fractura esta fuerza, la cual presenta una relación directa con el material de restauración (36).

#### **2.2.1.6.4 Resistencia a la contracción de polimerización**

La resistencia a la contracción de la polimerización es la propiedad en la cual las resinas impiden la contracción al momento de la fotopolimerización, evitando

en lo máximo posible la filtración marginal y caries secundarias (37). Se debe tener en cuenta que la contracción por polimerización es inherente al curado de los monómeros, siendo conocido como factor de contracción C, para evitar ello debe colocarse compuestos como el silano, o el aumento del relleno por medio de la reducción del número de metacrilatos, para evitar la contracción a la polimerización o factor C (37).

## 2.2.2 Resistencia flexural de las resinas

### 2.2.2.1 Concepto

Esta es la resistencia que permite que un material pueda ser flexado una vez que se aplique otra fuerza al medio del material, siendo apoyado en sus extremos por medio de soportes que distribuirán de forma equitativa la fuerza ejercida, en otras palabras, el cuerpo puede flexionarse y regresar a su forma original (20,7).

Los tejidos dentales y las restauraciones a base de resina compuesta, siempre presentan tensiones tangenciales, traccionales, compresivas y tensiones flexurales, que deben de soportar (7). La resistencia flexural, es el soporte de las resinas a todos los tipos de tensiones primordiales, por ello, los materiales de restauración escogidos por el profesional deben presentar una adecuada resistencia flexural para evitar fracturas o dislocaciones ante la deflexión que se pueda generar (7). Debe considerarse, que las tensiones generadas por las fuerzas oclusales presentan una media de 70 a 90 Newton (N), pero según la norma ISO 4049/2009, que establece el límite de 80 MPa para los materiales de restauración a base de polímeros que el fabricante considera adecuados para restauraciones que involucran superficies oclusales (14,7).

### **2.2.2.2 Tensiones ocasionadas por cargas**

Se evidencian dos problemáticas en la mecánica de los materiales que presentan una aplicación directa en el área de la operatoria dental, en las cuales un cuerpo rectangular o prismático, puede someterse a dos tipos de cargas como las axiales y transversales (17).

#### **2.2.2.2.1 Cargas axiales**

En este tipo de cargas la fuerza ejercida se profundiza por el centro del área al cual es aplicada y debe ser paralela al eje primordial (17).

#### **2.2.2.2.2 Cargas transversales**

Estas fuerzas ejercidas son perpendiculares al eje primordial del cuerpo por el cual pasa, cuando estas cargas se generan de forma perpendicular el eje primordial de un cuerpo rectangular o vigas que surgen problemas mecánicos ampliamente diferentes (17).

### **2.2.2.3 Tipos de vigas**

Los tipos de vigas esenciales son dos: los de viga simple, las cuales son apoyadas por medio de sus soportes y la viga empotrada de las cuales los extremos se presentan fijos en sus soportes (17). Pero la más importante es el tipo de viga simple.

#### **2.2.2.3.1 Viga simple**

Las vigas simples presentan una estructura rectangular y sus soportes extremos son sostenidos por dos puntos, por la cual se aplica una carga central, siendo esta viga flexada en sentido a la fuerza ejercida (20). El material del cual está compuesta la viga, en su zona superior va a ser sometido a la compresión mientras que en la zona inferior va a ser sometida a una tracción, estas compresiones van a ascender conforme la distancia de la superficie crezca respecto a la zona central que sería un punto medio neutral (17).

## **2.2.3 Fotopolimerización**

### **2.2.3.1 Definición**

Es un proceso por el cual se va a realizar la conversión de monómeros a una matriz conformada por polímeros, mediante la emisión de luz de 420 a 470 Nm que propician que la canforoquinona u otra diacetona empleada como fotoiniciador empiecen la formación de radicales libres que terminan de procesar la conversión (38).

El proceso de fotopolimerización puede verse afectado por el grosor de las paredes de la cavidad donde se colocará la resina, por lo cual es un requerimiento que al fotopolimerizar nos encontremos a 2 o 3mm de la superficie, para evitar la contracción del material (39).

### **2.2.3.2 Factores que intervienen en la fotopolimerización**

Para alcanzar la fotopolimerización de forma exitosa, existen diversos factores que están involucrados, como la forma del manejo del material de parte del operador hasta las características del material escogido como la opacidad y el grosor (40).

### **2.2.3.2.1 Factores del material**

El proceso de endurecimiento de las resinas es un fenómeno fisicoquímico complejo, que actualmente la fotopolimerización es el medio más empleado para completar o coadyuvar a este procedimiento (41). Como lo son los fotoiniciadores, los colores, el espesor de las capas de las resinas compuestas y la configuración de las paredes de la cavidad (42).

Los fotoiniciadores más comunes empleados en la composición de las resinas son la canforoquinona, la fenilpropanodiona (PPD) y el lucerín, los que promueven la formación de radicales libres, rompiendo los enlaces dobles de los monómeros permitiendo la formación de polímeros unidos por enlaces covalentes simples (6).

En el caso de los colores la intensidad al cambio cromático va a depender de la marca y el tipo de resina, experimentando un cambio mayor de los tonos de las resinas más translúcidas, por ende, mientras más oscuro sea la resina, se necesitará mayor intensidad de fotoactivación y si es más translúcido debe ser menor la intensidad (43).

El espesor de las capas de las resinas generalmente no debe pasar los 2 mm de grosor entre capa y capa a polimerizar, conforme la luz ingresa en esta capa, esta es absorbida y desaprovecha la capacidad de fotopolimerizar áreas de mayor profundidad (44).

El proceso de fotopolimerización se ve afectado por el grosor de las paredes de la cavidad donde se colocará la resina, ya que pasa menor cantidad de luz conforme aumenta el espesor del tejido dental, debido a que el diente absorbe la energía que viene de la fotopolimerización (39).

### **2.2.3.2.2 Factores del foco de luz**

Existen diversos factores del foco de luz que influyen en la fotopolimerización que son la longitud de onda, la cual debería alcanzar los picos más altos para la activación de los fotoiniciadores de las resinas, la distancia, debido a que la punta activa debe encontrarse lo más cerca posible al material a fotopolimerizar, para aprovechar al máximo la intensidad de la luz, así mismo esta intensidad debe presentar un mínimo de  $350 - 400 \text{ mW/cm}^2$  para una adecuada fotopolimerización y el tiempo de exposición adecuado es de 40 segundos en una lámpara de luz halógena, mientras que en lámparas LED se puede alcanzar los 20 segundos o menos (45).

#### **2.2.3.2.3 Fases de la resina en la fotopolimerización**

Hay varias fases que deben de tomarse en cuenta de las resinas al momento de realizar la fotopolimerización, ya que pueden presentar un cambio volumétrico en este proceso (46).

Estas fases son la fase pre gel, que ocurre al inicio del proceso de la fotopolimerización, concibiendo cadenas de polímeros flexibles de forma gomosa, las cuales no transmiten tensiones entre el diente y la resina (46).

También, el punto gel, el cual se produce cuando la fotopolimerización ha progresado bastante, conformando macromoléculas, que generan una consistencia más sólida, adquiriendo un nivel alto del módulo de elasticidad, baja la capacidad de escurrir y diversifica el stress de la contracción a la unión diente-composite (46). Por último, la fase post gel se generan tensiones que se direccionan a la unión diente-adhesivo por medio del composite, que pueden ocasionar el fracaso de la unión de la resina al diente si es que no se realiza de forma adecuada (46).

#### 2.2.3.2.4 Técnicas de polimerización con luz emitida por diodos (LED)

La luz emitida por diodos presenta el acrónimo de LED, debido a que en inglés su nombre es Light Emitting Diode, ya que estos equipos generan luz por medio de efectos mecánicos y cuánticos, mediante la conjugación de dos semiconductores como el n-estimulado y el p-estimulado, el cual el primero presenta un excedente de electrones y el segundo necesita electrones, ocasionado la creación de espacios libres de electrones, que al mezclarse con un determinado voltaje, proporcionan un haz de luz con una longitud de onda desde la terminal LED (47). Este haz de luz presenta un color específico (azul) determinado por la composición química que presentan la mezcla de los semiconductores, con una longitud de onda de 400 a 500 nm (47).

Este tipo de lámparas LED presentan diversas ventajas como el aumento del tiempo de vida del equipo a 10 000 horas de vida útil, presenta un ínfimo desgaste en su rendimiento, no necesita sistema de enfriamiento, son equipos de poco peso e inalámbricos (47).

Las técnicas de fotopolimerización con luz LED permiten alternar la intensidad de la luz, siendo las más empleadas las técnicas como la técnica de luz intensa o “bright light”, que presenta un nivel de irradiación de  $1000 \text{ mW/cm}^2$ , la cual es de gran intensidad, continua y el más clásico, conservando su intensidad de forma constante, aunque se opina que puede ocasionar mayor estrés en la unión diente-composite (42,48).

Otra técnica es la luz intermitente conocida también como pulso o “blin – King light”, la cual genera ciclos de alta y baja potencia por segundo entre  $850 \text{ mW/cm}^2$  –  $1000 \text{ mW/cm}^2$ , para después interrumpirse y empezar de nuevo el proceso de fotopolimerización (42,48).

Por último, la técnica de luz en rampa o también conocida como “ramping” en la que se empieza con una luz de baja intensidad de  $850 \text{ mW/cm}^2$ , en los primeros 10 segundos, para luego presentar el aumento de la intensidad de forma lineal hasta alcanzar la potencia de  $1000 \text{ mW/cm}^2$  que permanecerá por 10 segundos o hasta finalizar el tiempo de polimerizado, proporcionando mejor adaptación marginal del material restaurador (42,48).

## **2.3 Formulación de hipótesis**

### **2.3.1 Hipótesis General**

Hi: Existe mayor resistencia flexural de las resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED

Ho: Existe menor resistencia flexural de las resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Método de investigación**

El estudio fue hipotético – deductivo.

### **3.2 Enfoque investigativo**

La investigación fue de enfoque cuantitativo

### **3.3 Tipo de investigación**

- Por su finalidad fue aplicada
- Por el número de mediciones fue transversal
- Según la fuente de recolección de datos fue prospectivo
- Por la intervención fue experimental

### **3.4 Diseño de la investigación**

Diseño experimental de posprueba

### **3.5 Población, muestra y muestreo**

**Unidad de análisis.** Se empleó un cuerpo de prueba de resina compuesta Bulk fill, en formato de barra de 2 mm x 2 mm x 10 mm de resinas Filtek™ Bulk Fill (3M) (Grupo A), Tetric® N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar) (Grupo B), Aura Bulk Fill (SDI) (Grupo C), Opus Bulk Fill (FGM) (Grupo D), Filtek™ 2350X (3M ESPE) (Grupo Control). Por lo que presentaron una superficie pulida adecuadamente, con uniformidad, sin fracturas.

**Población:** se utilizó unos 80 cuerpos de prueba, divididos de la siguiente forma: 16 de Resina A, 16 de Resina B, 16 de Resina C, 16 de Resina D y 16 de Resina Control, siendo que, para cada resina, 8 serán fotocuradas con Elipar™ DeepCure-L - 3M y las otras 8 con Woodpecker® iLED, ambas lámparas estaban en óptimas condiciones.

**Tamaño de muestra.** Fueron 8 cuerpos de prueba de resina compuesta Bulk fill por cada grupo (A, B, C, D, Control), en total 80 grupos.

**Muestreo:** muestreo no probabilístico intencional por conveniencia.

### 3.6 Variables y operacionalización

Variables	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Unidades de fotoactivación LED	Elementos de fotopolimerización de resinas de diferentes marcas comerciales.	Unidad de fotoactivación LED	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elipar™</li> <li>• DeepCure-L - 3M</li> <li>• iLED (Woodpecker)</li> </ul>
Resistencia Flexural	Es la capacidad del material al resistir una flexión desde su centro, siendo esto medido en megapascuales.	Presión (Mpa)	Razón continua	<p>&gt;80 Mpa (ISO) &gt; 90 – 100 Mpa (Idoneidad Clínica)</p>

### **3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1 Técnica**

Observacional de laboratorio

#### **3.7.2 Instrumento**

El instrumento empleado fue una ficha de recolección de datos brindado electrónicamente por el programa que se emplea en el laboratorio, en este se registraron los datos obtenidos del análisis a los 5 grupos de resinas, colocando los valores en mega pascales de la resistencia flexural y el empleo de las lámparas de fotopolimerización LED.

#### **3.7.3 Descripción del procedimiento**

##### **3.7.3.1 Materiales y equipos**

Las resinas compuestas Bulk fill empleadas fueron: Filtek™ Bulk Fill (3M) (Grupo A), Tetric® N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar) (Grupo B), Aura Bulk Fill (SDI) (Grupo C), Opus Bulk Fill (FGM) (Grupo D), Filtek™ 2350X (3M ESPE) (Grupo Control).

Todas se usaron antes de la fecha de vencimiento descrita en el envase.

La confección, de las unidades de muestra, fueron realizadas por un profesional en un laboratorio especializado. Evaluando la resistencia flexural con un equipo de ensayo universal.

##### **3.7.3.2 Diseño de matrices**

Se confeccionaron las muestras mediante un molde de silicona en forma de barra de 2 mm x 2 mm x 10 mm de resina Bulk -Fill. Para los 16 ejemplares, 2 de acuerdo a cada grupo experimental de resinas. La confección se realizó en el molde de silicona, empleando una espátula de resina, que estará esterilizada. Luego se procedió a cubrir con una cinta celuloide el molde de resina y se realizó presión con una lámina de porta objetos para evitar las burbujas. Para el pulido se empleó un bisturí y lija de

agua que eliminó los excesos de las muestras de resina y permitió la confección de una superficie lisa. Para la fotopolimerización de las resinas se empleó las lámparas Elipar™ DeepCure-L - 3M y WOOPECKER® iLED, en los ejemplares a analizar, con una intensidad de luz de 1470 mW/cm<sup>2</sup> y 1000 mW/cm<sup>2</sup> respectivamente para cada lámpara, con los tiempos de fotoactivación de 20s, divididos en 10s al centro del espécimen, 5s un milímetro a la derecha, y 5s un milímetro a la izquierda. Esto se realizó para poder cubrir totalmente el espécimen que medirá 10 mm. Se usó 20s con todas las resinas compuestas para estandarizar los tiempos. Se debe resaltar, que acorde a la extensión del ejemplar se fotocuró en 3 puntos siendo estos el lado derecho, medio e izquierdo. Las lámparas han sido previamente calibradas con un radiómetro Bluephase Meter II, lo que confirmó la cantidad de la intensidad de luz emitida en mW/cm<sup>2</sup>.

### **3.7.3.3 Almacenamiento**

Las muestras fueron almacenadas en placas Petri (previamente rotuladas de acuerdo a los grupos de trabajo) con agua destilada y puestas en una estufa EUROTECH Modelo: DH2500AB, a una temperatura de 37 ± 5°C por 24 horas.

### **3.7.3.4 Medición de resistencia flexural**

La medición de la resistencia flexural fue medida por la máquina de ensayo universal, y un aditamento de resistencia a flexión. La muestra se dispuso de manera horizontal, y sobre esta se encontró la punta del aditamento superior en el punto central con una velocidad aproximada de 1mm/1min hasta lograr la fractura. El registro del resultado fue de la carga máxima originada antes de la fractura del ejemplar, para lo cual se empleó una fórmula del cálculo de la resistencia flexural en Mpa.

$$S = \frac{3WI}{2bd^2}$$

Donde:

S= Resistencia a la flexión

I= Distancia entre los soportes

W=Carga máxima antes de la fractura

b=Ancho de la muestra

d=Profundidad de la muestra

### **3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos**

Para la estadística descriptiva se obtuvieron los valores de media y mediana como medidas de tendencia central, y también valores como la desviación estándar y mínimo y máximo, para la variable resistencia de resistencia flexural, de acuerdo a las resinas Bulk Fill Filtek™ Bulk Fill (3M) (Grupo A), Tetric® N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar) (Grupo B), Aura Bulk Fill (SDI) (Grupo C), Opus Bulk Fill (FGM) (Grupo D), Filtek™ 2350X (3M ESPE) (Grupo Control).

En el análisis inferencial, se procedió a realizar la prueba de Levene y ANOVA para la contrastación de hipótesis generales y específicas.

La base de datos se confeccionó en Excel 2019 y se analizaron en el software estadístico SPSS 25.

### **3.9. Aspectos éticos**

Para la realización de esta investigación, la autora se comprometió con respetar los parámetros de las normas ISO 4049 (17), para la investigación en muestras in vitro, así como las normas de la directiva de diagnóstico in vitro (IVDD) 98/79/CE, respetando los protocolos de bioseguridad requeridos para el desarrollo de la investigación.

La autora también se comprometió con presentar una adecuada conducta científica, también es responsable de la investigación realizada, respetando los derechos de autor

de otros investigadores, citándolos para evitar el plagio y promoviendo la publicación responsable de esta investigación, comprometiéndose a cumplir y respetar los puntos del artículo 7° del Reglamento de Ética de la Investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (49), así como evitar los puntos del artículo 9° sobre mala actitud científica.

## **CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## 4.1. Resultados

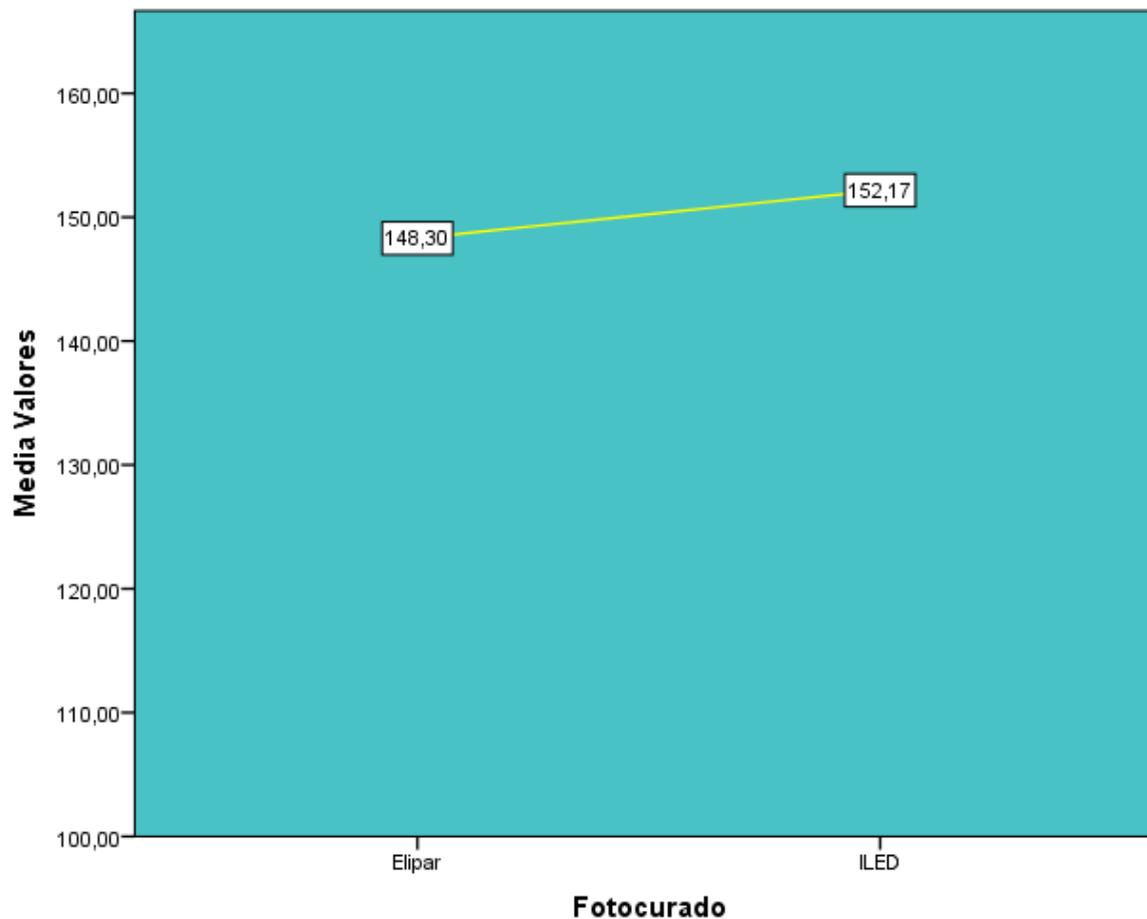
### 4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

Tabla 1: Comparación de flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación

							95% de intervalo de confianza para la media	
Unidad de fotoactivación	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Límite superior	Límite inferior		
Fotoactivación Elipar	148.2993	139.953	105.43	212.791	158.15423	138.44437		
Fotoactivación ILED	152.17172	137.911	108.202	214.968	141.26145	163.082		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Comparación de flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados.



Fuente: Elaboración propia

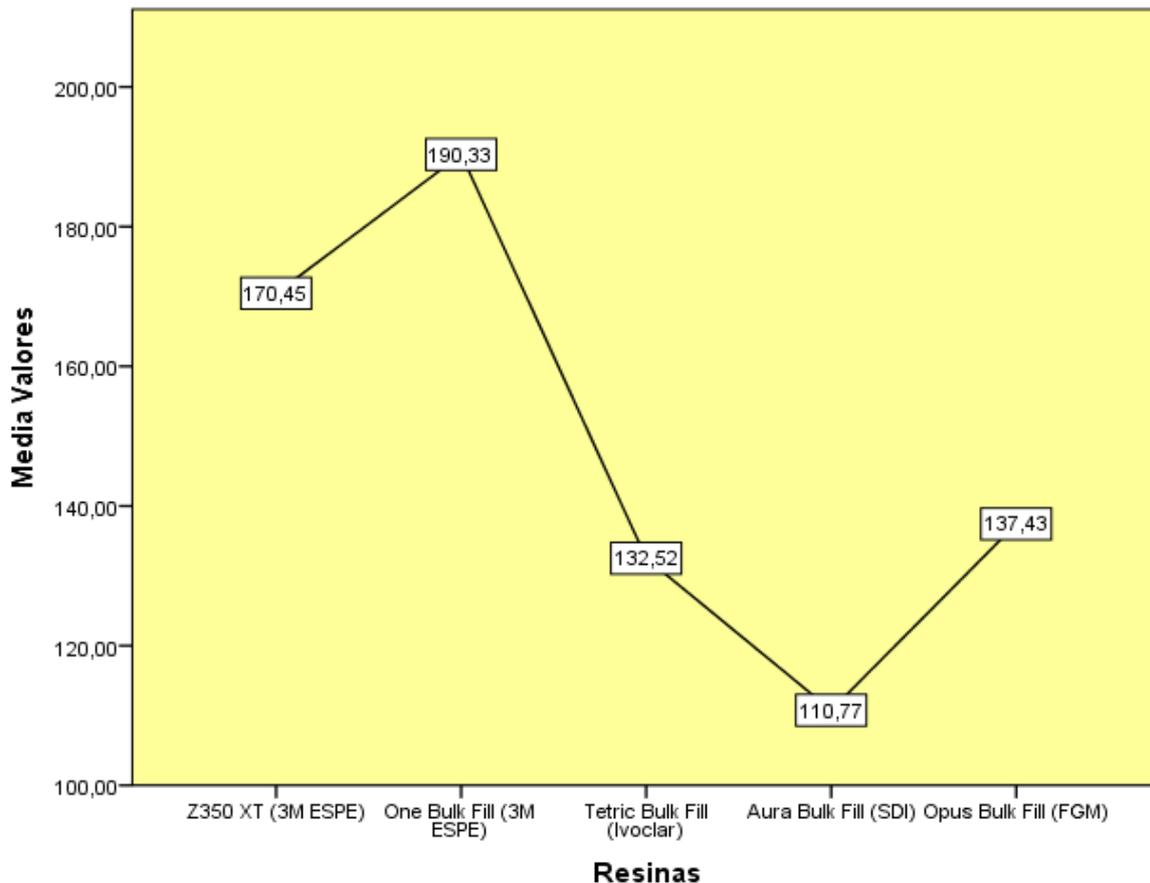
Interpretación: En la tabla 1 y gráfico 1, se aprecia las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados, respecto a la fotoactivación Elipar presentó una media de 148.2993, mediana de 139.953, valor mínimo de 105.43 y valor máximo de 212.791; en cuanto a fotoactivación iLED, una media de 152.17172, mediana de 137.911, valor mínimo de 108.202 y valor máximo de 214.968.

Tabla 2: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M.

Resinas	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	95% de intervalo de confianza para la media	
					Límite superior	Límite inferior
<b>Z350 XT (3M ESPE)</b>	170.45238	171.4365	152.199	186.073	159.26795	181.6368
<b>One Bulk Fill (3M ESPE)</b>	190.32900	190.33600	164.796	212.791	174.92898	205.72902
<b>Tetric Bulk Fill (Ivoclar)</b>	132.5155	133.627	124.411	139.3	127.25646	137.77454
<b>Aura Bulk Fill (SDI)</b>	110.765	111.067	105.43	115.448	107.57092	113.95908
<b>Opus Bulk Fill (FGM)</b>	137.43462	136.455	125.123	154.115	128.73271	146.13654

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M.



Fuente: Elaboración propia

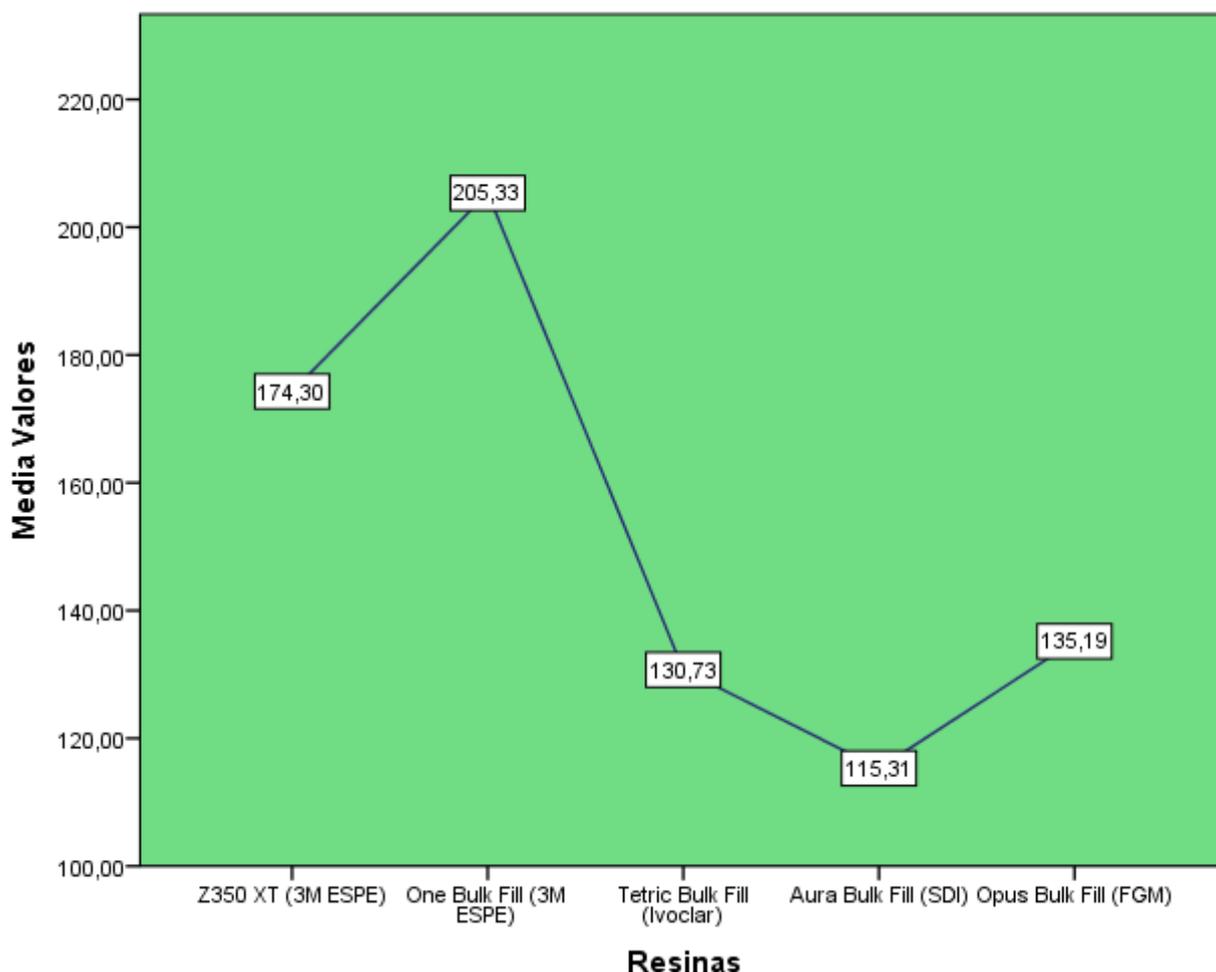
Interpretación: En la tabla 2 y gráfico 2, se aprecia la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M, respecto a la resina Z350 XT (3M ESPE) presentó una media de 170.45238, mediana de 171.4365, valor mínimo de 152.199 y valor máximo de 186.073; en cuanto a la resina One Bulk Fill (3M ESPE) presentó una media de 190.32900, mediana de 190.33600, valor mínimo de 164.796 y valor máximo de 212.791; respecto a la resina Tetric Bulk Fill (Ivoclar) presentó una media de 132.5155, mediana de 133.627, valor mínimo de 124.411 y valor máximo de 139.3; la resina Aura Bulk Fill (SDI) presentó una media de 110.765, mediana de 111.067, valor mínimo de 105.43 y valor máximo de 115.448; y la resina Opus Bulk Fill (FGM) presentó una media de 137.43462, mediana de 136.455, valor mínimo de 125.123 y valor máximo de 154.115.

Tabla 3: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED

Resinas	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	95% de intervalo de confianza para la media	
					Límite superior	Límite inferior
<b>Z350 XT (3M ESPE)</b>	174.29588	173.03	161	188.343	167.47626	181.11549
<b>One Bulk Fill (3M ESPE)</b>	205.3335	205.089	197	214.968	199.0546	211.6124
<b>Tetric Bulk Fill (Ivoclar)</b>	130.72938	132.2465	112.528	138.893	123.93295	137.5258
<b>Aura Bulk Fill (SDI)</b>	115	114.348	108.202	124.65	111.27423	119
<b>Opus Bulk Fill (FGM)</b>	135.19138	133	125.863	151	127.98524	142.39751

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED, mediante gráfico de cajas y bigotes.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 3 y gráfico 3, se aprecia la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED, respecto a la resina Z350 XT (3M ESPE) presentó una media de 174.29588, mediana de 173.03, valor mínimo de 161 y valor máximo de 188.343; en cuanto a la resina One Bulk Fill (3M ESPE) presentó una media de 205.3335, mediana de 205.089, valor mínimo de 197 y valor máximo de 214.968; respecto a la resina Tetric Bulk Fill (Ivoclar) presentó una media de 130.72938, mediana de 132.2465, valor mínimo de 112.528 y valor máximo de 138.893; la resina Aura Bulk Fill (SDI) presentó una media de 115, mediana de 114.348, valor mínimo de 108.202 y valor máximo de 124.65; y la resina Opus Bulk Fill (FGM) presentó una media de 135.19138, mediana de 133, valor mínimo de 125.863 y valor máximo de 151.

#### **4.1.2 Prueba de hipótesis**

##### **Formulación de Hipótesis general:**

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación

H<sub>a</sub>: Existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación.

Ho: Hipótesis nula, Ha: Hipótesis alterna

##### **Establecer el Nivel de Significancia**

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5% = 0.05.

##### **Determinación del Estadígrafo a Emplear**

Mediante la prueba de T de Student, se determinó si existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación

Tabla 4: Resultados de la hipótesis general

	Prueba de Levene de		prueba t para la igualdad de		
	igualdad de varianzas		medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
<b>Se asumen varianzas iguales</b>			-0.533	78	0.596
	1,401	0.240			
<b>No se asumen varianzas iguales</b>			-0.533	77,206	0.596

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Levene presenta un nivel de significancia de 0.240 ( $p > 0.05$ ) lo que nos indica que se asume igualdad de varianzas, lo que nos indica que el nivel de significancia de la prueba T de Student es  $p = 0.596$ , es decir  $p > 0.05$

### Toma de Decisión

Dado que, el resultado de la prueba T de Student el P-Valor = 0.596 ( $p > 0.05$ ), se acepta la hipótesis nula es decir no existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación.

### Formulación de Hipótesis específica 1:

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M.

H<sub>a</sub>: Existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M.

*Ho: Hipótesis nula, Ha: Hipótesis alterna*

### Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5% = 0.05.

### Determinación del Estadígrafo a Emplear

Mediante la prueba de ANOVA, la cual es una prueba paramétrica que se emplea para variables múltiples, se determinó si existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación

Tabla 5: Resultados de la prueba de ANOVA de la hipótesis específica 1

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	32,265.981	4	8,066.495	59.242	0.000
<b>Dentro de grupos</b>	4,765.627	35	136.161		
<b>Total</b>	37,031.608	39			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Resultados de la prueba de Post hoc de la hipótesis específica 1

**Pruebas Post hoc (Tukey)**

Resinas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
<b>Aura Bulk Fill (SDI)</b>	8	110.765			
<b>Tetric Bulk Fill (Ivoclar)</b>	8		132.5155		
<b>Opus Bulk Fill (FGM)</b>	8		137.4346		
<b>Z350 XT (3M ESPE)</b>	8			170.4524	
<b>One Bulk Fill (3M ESPE)</b>	8				190.329
<b>Sig.</b>		1,000	,915	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

**Toma de Decisión**

Dado que, el resultado de la prueba ANOVA, el P-Valor = 0.000 ( $p < 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula es decir existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar<sup>tm</sup> DeepCure-L- 3M.

## Formulación de Hipótesis específica 2:

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED.

H<sub>a</sub>: Existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED.

*Ho: Hipótesis nula, Ha: Hipótesis alterna*

## Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5% = 0.05.

## Determinación del Estadígrafo a Emplear

Mediante la prueba de ANOVA, la cual es una prueba paramétrica que se emplea para variables múltiples, se determinó si existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación.

Tabla 7: Resultados de la prueba de ANOVA de la hipótesis específica 2

	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	43,381,251	4	10,845,313	189,194	0.000
<b>Dentro de grupos</b>	2,006,331	35	57,324		
<b>Total</b>	45,387,582	39			

Fuente: Elaboración propia

### Pruebas Post hoc (Tukey)

Tabla 8: Resultados de la prueba de Post hoc de la hipótesis específica 2

Resinas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Aura Bulk Fill (SDI)	8	115.3085			
Tetric Bulk Fill (Ivoclar)	8		130.7294		
Opus Bulk Fill (FGM)	8		135.1914		
Z350 XT (3M ESPE)	8			174.2959	
One Bulk Fill (3M ESPE)	8				205.3335
Sig.		1,000	,763	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

### Toma de Decisión

Dado que, el resultado de la prueba ANOVA, el P-Valor = 0.000 ( $p < 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula es decir existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED.

### 4.1.3 Discusión de resultados

La presente investigación planteó como objetivo principal comparar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk full al ser fotocuradas con unidades de fotoactivación LED. Por lo que la hipótesis planteada fue “existe mayor resistencia flexural de las resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED”.

De acuerdo al análisis descriptivo, se obtuvieron como hallazgos que de la comparación de las flexuras de resinas Bulk Fill al ser fotocuradas con las unidades de fotoactivación, la fotoactivación con Elipar™ Deep Cure-L- 3M presentó una media de 148.2993 Mpa, mientras que la fotoactivación con Woodpecker® ILED presentó una media con 152.17172 Mpa. En los hallazgos de la comparación de flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M. se presentó que para la resina Z350 XT (3M ESPE), presentó 170.45238 Mpa, One Bulk Fill (3M ESPE) obtuvo como media 190.32900 Mpa, de la resina Tetric Bulk Fill (Ivoclar) se obtuvo de media 132.5155 Mpa, Aura Bulk Fill (SDI) obtuvo 110.765 Mpa y Opus Bulk Fill (FGM) presentó como media 137.43462. Mientras que, los hallazgos de la comparación de flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® iLED. se presentó que para la resina Z350 XT (3M ESPE), presentó 174.29588 Mpa, One Bulk Fill (3M ESPE) obtuvo como media 205.3335 Mpa, de la resina Tetric Bulk Fill (Ivoclar) se obtuvo de media 130.72938 Mpa, Aura Bulk Fill (SDI) obtuvo 115 Mpa y Opus Bulk Fill (FGM) presentó como media 135.19138.

En los resultados inferenciales para la prueba de hipótesis general, se empleó la prueba de Levene para la igualdad de varianzas, obteniéndose un  $p=0.596$ , que al ser  $p>0.05$ , no existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación. Para la prueba de hipótesis específica

1, se empleó el estadístico de ANOVA, obteniendo como resultado que el p-valor = 0.000 ( $p < 0.05$ ), por lo que, se rechaza la hipótesis nula es decir existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M. Para la hipótesis específica 2, se utilizó la prueba estadística de ANOVA, presentando como resultados que el p-valor = 0.000 ( $p < 0.05$ ), por ello, se rechaza la hipótesis nula es decir existe diferencia significativa entre la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con la unidad de fotoactivación Woodpecker® ILED.

De acuerdo a los resultados de Marghalani et al. (13) en Arabia Saudita, obtuvieron en el análisis de datos de ANOVA con el examen valores p menores al 0.05 ( $p < 0.05$ ) por lo que determinaron que si existe diferencias entre las resistencias a la flexión entre los distintos grupos de resinas que estudiaron, por lo que el estudio que llevaron a cabo y sus resultados se asemejan a los de este estudio.

Gámez (18) encontró valores para las resinas monoincrementales de  $254.9 \pm 38.97$  Mpa y para la resina bulk fill obtuvo valores de  $226.36 \pm 28.17$  Mpa, llegando a la conclusión que, si existen diferencias a la compresión de las resinas, asemejándose con los resultados de este estudio.

Lassila et al. (1) en Finlandia, determinó que para distintas resinas comerciales la resistencia a la flexión presentó valores entre los 141,5 Mpa y los 147 Mpa, asemejándose en algunos casos con los valores obtenidos en el presente estudio, así mismo determinaron una diferencia en la resistencia a la flexión con un valor  $p < 0.05$ , por lo que sus resultados se asemejan a los hallazgos obtenidos en la presente investigación.

Según lo estudiado por Makhdoom, et al. (12) en Canadá encontraron que en las pruebas de ANOVA realizadas no encontraron diferencia significativa de la resistencia

cuando se fotocuraron con diferentes unidades de luz en PW, por lo que, los resultados de estos autores difieren con los resultados obtenidos en este estudio.

Para los investigadores Scribante, et al. (14) en Italia, determinaron que no se apreciaron diferencias significativas entre la resistencia a la flexión de las resinas al ser sumergidas en distintos compuestos, que, a diferencia de nuestro estudio, se observaron que existen diferencias de la resistencia a la flexión de las resinas.

De acuerdo a los autores Borja Farfán y Loyola Livias (16) en Perú, determinaron que los valores a la prueba de resistencia flexural variaron entre los 90.08 Mpa a los 235.59 Mpa, asemejándose sus resultados descriptivos a los obtenidos en nuestro estudio.

López Portocarrero (19) en su investigación sobre la comparación de la resistencia entre resinas convencionales y bulk fill, presentó valores entre los 195.84 Mpa hasta los 268.83 Mpa, por lo que estos resultados se asemejan a los hallazgos presentados en esta investigación.

De acuerdo a Sezin et al. (15) que estudiaron diferentes tipos de resinas y su resistencia a la flexión, hallaron que de acuerdo a los valores calculados por el análisis estadístico de Kruskal Wallis, precisaron valores de  $p < 0.05$ , por lo que, las resinas presentaron valores estadísticos diferentes, por lo que sus resultados concuerdan con los valores obtenidos en esta investigación.

Acuario Benavente et al. (21) determinaron valores de resistencia disímiles, que mediante las pruebas U de Mann Whitney se presentaron valores de  $p = 0.122$  en las resinas Bulk fill, y así mismo obtuvieron que existen diferencias entre las resistencias de compresión, por lo que los resultados obtenidos se asemejan a los que se determinaron en este estudio. Por último, Sicha Tello (20) precisó en su estudio que se apreciaron cambios significativos en la resistencia a la flexura, por lo que sus resultados son similares a los obtenidos por esta investigación.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

Según los resultados hallados por este estudio se pudo concluir lo siguiente:

1. Como primera conclusión, se determinó que no existe diferencias significativas entre la resistencia a la flexión de las resinas compuestas bulk fill de las marcas Z350 XT, One Bulk Fill, Tetric Bulk Fill, Aura Bulk Fill y Opus Bulk Fill, al ser fotocuradas con las unidades de fotoactivación Woodpecker® iLED y Elipar™ DeepCure-L- 3M.
2. Se puede concluir que si existe diferencia entre la resistencia a la flexión de las resinas bulk fill al ser fotocuradas solo con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L- 3M, siendo la resina One Bulk Fill la que presentó mayor resistencia con una media de 190.32 Mpa.
3. Así mismo, se concluyó que, si existe diferencia entre la resistencia a la flexión de las resinas bulk fill al ser fotocuradas solo con la unidad de fotoactivación Woodpecker® iLED, siendo la resina One Bulk Fill la que presentó mayor resistencia con una media de 205.33 Mpa.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

1. Se recomienda la realización de nuevas investigaciones que evalúen las distintas propiedades mecánicas que pueden presentar las resinas Bulk Fill como la resistencia a la flexión, al impacto, la rigidez, la fragilidad, etc.
2. Se recomienda la realización de otros análisis que comparen las propiedades mecánicas de las resinas Bulk Fill al ser fotocuradas con otras unidades de fotoactivación previamente calibradas.
3. Se recomienda valorar la resistencia a la flexión de las resinas Bulk Fill al ser sumergidas en sustancias que sean semejantes a los fluidos que se encuentran en la boca y en distintos periodos de tiempo.

## **REFERENCIAS**

1. Lassila L, Keulemans F, Vallittu P, Garoushi S. Characterization of restorative short-fiber reinforced dental composites. *Dental Materials Journal*. 2020 Diciembre; 39(6): p. 992-999.
2. Del Valle Rodríguez AM, Christiani JJ, Álvarez N, Zamudio ME. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. *RAOO*. 2018; 58(1): p. 55-60.
3. Daugherty MM, Lien W, Mansell MR, Risk DL, Savett DA, Vandewalle KS. Effect of high-intensity curing lights on the polymerization of bulk-fill composites. *Dental Materials*. 2018; 34(10): p. 1531-1541.
4. Sotomayor Zela X, Perea Corimaya EM. Microdureza superficial de tres resinas dentales, resinas Bulk Fill, resinas microhíbridas y resinas nanohíbridas. *Revista Evidencia Odontológica Clínica*. 2019; 5(1): p. 80 - 90.
5. Tahayeri A, Morgan MC, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dental Materials*. 2017; 34(2): p. 192-200.
6. Naranjo Pizano RM, Lince-Jaramillo JF, Vivas Idarraga J, Ruiz Ceballos D, Ortiz Pérez P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. *CES Odontología*. 2017; 30(1): p. 3 - 16.
7. Quisiguiña Guevara SM. Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos al termociclado [Tesis de posgrado]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2017.
8. Gutierrez Leiva A, Pomacóndor Hernández C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontología Sanmarquina*. 2020; 23(2): p. 131-138.

9. Cedillo J, Espinosa R. Resinas Bulk fill. Modificación de la técnica. Resina Bulk fill fluída y resina Bulk fill moldeable. Estudio al MEB-EC. RODYB. 2020; 2(3): p. 17-23.
10. Öter B, Deniz K, Çehreli SB. Preliminary data on clinical performance of Bulk-fill restorations in primary molars. Nigerian Journal of Clinical Practice. 2018; 21(11): p. 1484-91.
11. Kurdi R, Abboud SA. Clinical evaluation of class ii composite resin restorations using two different Bulk-fill techniques. International Arab Journal of Dentistry. 2016; 7(2): p. 65-72.
12. Makhdoon SN, Campbell KM, Carvaho RM, Manso AP. Effects of curing modes on depth of cure and microtensile bond strength of bulk fill composites to dentin. Journal Of Applied Oral Science. 2020 Mayo; 28(11): p. 1-11.
13. Marghalani HY. Effect of food-simulating solvents on flexural properties of bulk-fill resin composites. Journal of Oral Science. 2021 Febrero; 63(1): p. 31-36.
14. Scribante A, Bollardi M, Chiesa M, Poggio C, Colombo M. Flexural Properties and Elastic Modulus of Different Esthetic Restorative Materials: Evaluation after Exposure to Acidic Drink. BioMed Research International. 2019; 2019(4): p. 1-8.
15. Sezin M, Lutri MP, Mirotti G, Kraemer ME, Monserrat N, Piconi MC, et al. Resistencia a la flexión y módulo elástico de resinas de alta, mediana y baja densidad. Rev Fac Odont. 2018 Diciembre; 28(3): p. 14-21.
16. Borja Farfán NE, Loyola Livias ÓD. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill) [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018.

17. Santa Cruz Hernández YM. Resistencia flexural de una resina de nanopartículas utilizando dos técnicas de polimerización con luz emitida por diodos [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad de San Martín de Porres; 2011.
18. Gámez Céspedes EI. Resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida en comparación con la resina tipo bulk fill utilizando la técnica incremental y monoincremental. Estudio in vitro [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Norbert Wiener; 2020.
19. López Portocarrero J. Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, Lima-2018 [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Nacional Federico Villareal; 2018.
20. Sicha Tello D. Influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco, en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semi-directas [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Inca Garcilazo de la Vega; 2017.
21. Acurio Benavente P, Falcón Cabrera G, Casas Apayco L, Montoya Caferatta P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*. 2017 Julio/Diciembre; 2(27).
22. Loarte Merino J, Perea Corimaya E, Portilla Miranda S, Juela Moscoso C. Fundamentos para elegir una resina dental. *Revista OACTIVA UC*. 2019 Diciembre; 4(Esp): p. 55-62.
23. Leal Fonseca AP, Hernández Molinar Y. Evolución de la odontología. *ORAL*. 2016; 17(55): p. 1418-1426.
24. Pérez Pernalet AM, Fereira Paz JL, Espina Fereira ÁI, Ortega Pertuz I. Cambios estructurales de las resinas compuestas sometidas a la acción de altas temperaturas. *Ciencia Odontológica*. 2017; 14(1): p. 25-34.

25. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Japanese Dental Science Review*. 2019; 55(2019): p. 126-138.
26. Malucín Martínez dlÁ. Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica incremental con las resinas Bulk-fill colocadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos [Tesis de pregrado]. [Quito]: Universidad San Francisco de Quito; 2016.
27. Taczala J. Influence of the inhibitor on the properties of dental acrylic resin. In *The Book of Articles National Scientific Conference “Knowledge – Key to Success” IV edition*; 2020; Torún. p. 120-128.
28. Trifkovic B, Powers J, Paravina R. Color adjustment potential of resin composites. *Clinical Oral Investigations*. 2018; 22(3): p. 1-7.
29. Kowalska A, Sokolowski J, Bociong K. The photoinitiators used in resin based dental composite—A review and future perspectives. *Polymers*. 2021; 13(470): p. 1-17.
30. Gajapriya M, Jayalakshmi S, Geetha RV. Fillers in composite resins-recent advances. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2020; 07(01): p. 971-7.
31. Muhammad Z, Usman A, Tian T, Aifang H, Wei Q, Xiaozhuang J, et al. The role of silane coupling agents and universal primers in durable adhesion to dental restorative materials - a review. *Current Oral Health Reports*. 2016; 3(1).
32. Rachmia Riva Y, Fauziyah Rahman S. Dental Composite Resin: A Review. In *The 4th Biomedical Engineering’s Recent Progress in Biomaterials, Drugs Development, Health, and Medical Devices AIP Conference Proceedings 2193*; 2019; Zurich. p. 020011-6.

33. Meenakumari C, Bhat KM, Bansal R, Singh N. Evaluation of mechanical properties of newer nanoposterior restorative resin composites: An In vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2018; 9(1): p. 142-6.
34. Benetti AR, Peutzfeldt A, Lussi A, Flury S. Resin composites: Modulus of elasticity and marginal quality. *Journal of Dentistry; Oxford*. 2014; 42(9): p. 1185-1192.
35. Tsujimoto A, Barkmeier W, Fischer N, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, et al. Wear of resin composites: Current insights into underlying mechanisms, evaluation methods and influential factors. *Japanese Dental Science Review*. 2018; 54(1): p. 76 - 87.
36. Vega Torres AF. Resistencia a la tracción de resinas compuestas expuestas a fotopolimerización con luz L.E.D a diferentes tiempos. Estudio comparativo in vitro [Tesis de pregrado]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2016.
37. Eliades T, Brantley W. *Orthodontic Applications of Biomaterials: A Clinical Guide* London: Woodhead Publishing; 2017.
38. Campo Patiño V, Hernández Aguirre DA, Quintero Vidal J. Influencia de la potencia y tiempo de la fuente emisora de luz en el factor de conversión de resinas compuestas con diferente translucidez [Tesis de pregrado]. [Santiago de Cali]: Universidad Santiago de Cali; 2019.
39. Orozco Barreto R, Álvarez Gayosso C, Guerrero Ibarra J. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. *Revista Odontológica Mexicana*. 2015; 19(4): p. 222-7.
40. Pinto Montalva F, Rivera Lamas A, Báez Rosales A, Romero Verdugo MdIA. Fotopolimerización en tratamientos directos e indirectos: Scoping Review [Tesis de pregrado]. [Viña del Mar]: Universidad Andrés Bello; 2020.

41. Muc A, Romanowicz P, Chwał M. Description of the resin curing process—formulation and optimization. *Polymers*. 2019; 11(127): p. 1 - 22.
42. Quispe Maquera NB. Evaluación de tres técnicas de fotopolimerización con diodo emisor de luz en la resistencia compresiva de resina compuesta de nanopartículas, Puno - 2017 [Tesis de pregrado]. [Juliaca]: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez; 2018.
43. Chamba Herrera MU. Estabilidad del color de resinas compuestas nanohíbridas sometidos a diferentes sistemas de pulido sumergidos en una solución pigmentadora [Tesis de pregrado]. [Loja]: Universidad Nacional de Loja; 2018.
44. Hoyos Muñoz MdM. Influencia del grosor de las restauraciones indirectas y de la intensidad de la luz en la foto polimerización de los cementos resinosos [Tesis de posgrado]. [Tacna]: Universidad Privada de Tacna; 2016.
45. Rojas Silva EJ. Evaluación de la intensidad de luz emitida por las lámparas de fotocurado de la clínica odontológica de la ULADECH Católica, distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash - 2017 [Tesis de pregrado]. [Chimbote]: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote; 2019.
46. Adasme Zeballos JJ. Evaluación in vitro del volumen de contracción entre dos resinas de nanopartículas según el tiempo de exposición a una lámpara de fotopolimerización. Tacna, 2017 [Tesis de pregrado]. [Tacna]: Universidad Privada de Tacna; 2018.
47. Humpiri Pacompia E. Nivel de conocimiento de la eficacia de luz emitida por diodos de lámparas de fotocurado usado en la consulta privada en Juliaca 2020 [Tesis de pregrado]. [Puno]: Universidad Nacional Del Altiplano; 2021.

48. Málaga Rivera J. Técnicas de fotopolimerización complementaria en la evaluación de la microdureza en una resina compuesta de nanopartículas. KIRU. 2016; 13(1): p. 51-59.
49. Universidad Privada Norbert Wiener. Reglamento de Ética de la Investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener. Reglamento. Universidad Privada Norbert Wiener, Lima; 2020.

## ANEXOS

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Título de proyecto: “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL FOTOCURADAS CON DOS UNIDADES DE FOTOACTIVACIÓN LED”

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
<p><b>Problema General</b> ¿Cómo difiere la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED?</p> <p><b>Problemas Específicos</b> ¿Cuál sería la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L - 3M? ¿Cuál sería la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Woodpecker® iLED?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Comparar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con unidades de fotoactivación LED.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Elipar™ DeepCure-L - 3M. Determinar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill al ser fotocuradas con la unidad de fotoactivación Woodpecker® iLED.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Hi: Existe mayor resistencia flexural de las resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED Ho: Existe menor resistencia flexural de las resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación LED.</p>	<p><b>Variable 1</b> Variable independiente Unidades de fotoactivación LED.</p> <p><b>Variable 2</b> Variable dependiente Resistencia flexural.</p>	<p><b>Metodología:</b> Método: Hipotético – Deductivo. Enfoque: Cuantitativo. Tipo: Aplicada, transversal, prospectivo, experimental. Diseño: Experimental de posprueba.</p> <p><b>Población y muestra:</b> Unidad de análisis: Ejemplar de resina en barra de 2mm x 2mm x 10mm, de grupos A, B, C, D, Control. Población: 80 cuerpos, 16 de cada grupo. Tamaño de muestra: 80 cuerpos. Muestreo no probabilístico, intencional por conveniencia. Instrumento: Ficha de datos electrónica</p> <p><b>Procesamiento de datos:</b> Estadísticos descriptivos de media, mediana, moda, desviación estándar, valores mínimo y máximo. Análisis inferencial: prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Prueba de Levene y Prueba T para la igualdad de medias, ANOVA La base de datos se confeccionará en Excel 2019 y se analizarán en el software estadístico SPSS 25.</p>

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE 1

**Variable 1:** Unidades de fotoactivación LED

**Definición Operacional:** Proceso de polimerización de las resinas em mediante unidades de fotoactivación LED de diferentes marcas comerciales.

Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Unidad de fotoactivación LED	Nominal	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="1406 699 1861 730">• Elipar™ DeepCure-L - 3M</li><li data-bbox="1451 783 1809 815">• iLED (Woodpecker)</li></ul>

### ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE 2

**Variable 2:** Resistencia Flexural

**Definición Operacional:** Es la capacidad del material al resistir una flexión desde su centro, siendo esto medido en mega pascales.

Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Presión (Mpa)	Razón continua	>80 Mpa (ISO) > 90 – 100 Mpa (Idoneidad Clínica)

## ANEXO 4: DATOS RECABADOS POR EL LABORATORIO



- CENTRO ESPECIALIZADO EN ASESORÍA Y EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE MATERIALES ODONTOLÓGICOS  
 - DIRECTOR: DR. CÉSAR ALBERTO POMACÓNDOR HERNÁNDEZ  
 COP N° 22044 – RENACYT N° P0123277

INFORME DE ENSAYO N°	001-2021	EDICION N° 1	Página 1 de 12
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXURAL DE TRES PUNTOS</b>			
<b>1. TESIS</b>	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL FOTOCURADAS CON DOS UNIDADES DE FOTOACTIVACION LED"		
<b>2. DATOS DEL SOLITANTE</b>			
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Hilda Melendrez Camizan		
<b>DNI</b>	40162494		
<b>DIRECCIÓN</b>	Jr. Trinidad Morán 557		
<b>DISTRITO / CIUDAD</b>	Lince / Lima		
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
<b>INSTRUMENTO</b>	Máquina de ensayos semiuniversal		
<b>MODELO</b>	Microtensile OM100		
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
<b>FECHA DE INGRESO</b>	24 - 27 - 29	Septiembre	2021
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	Av. Faustino Sánchez Carrión 615, Oficina 1203, Jesús María - Lima		
<b>CANTIDAD</b>	10 Grupos		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Muestras de resina compuesta en formato de barras (10 x 2 x 2 mm)		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Grupo 1	Resina compuesta Z350 XT (3M ESPE) fotocurada con Elipar	
	Grupo 2	Resina compuesta Z350 XT (3M ESPE) fotocurada con iLED	
	Grupo 3	Resina compuesta One Bulk Fill (3M ESPE) fotocurada con Elipar	
	Grupo 4	Resina compuesta One Bulk Fill (3M ESPE) fotocurada con iLED	
	Grupo 5	Resina compuesta Tetric Bulk Fill (Ivoclar) fotocurada con Elipar	
	Grupo 6	Resina compuesta Tetric Bulk Fill (Ivoclar) fotocurada con iLED	
	Grupo 7	Resina compuesta Aura Bulk Fill (SDI) fotocurada con Elipar	
	Grupo 8	Resina compuesta Aura Bulk Fill (SDI) fotocurada con iLED	
	Grupo 9	Resina compuesta Opus Bulk Fill (FGM) fotocurada con Elipar	
	Grupo 10	Resina compuesta Opus Bulk Fill (FGM) fotocurada con iLED	
<b>5. REPORTE DE RESULTADOS</b>			
<b>FECHA DE EMISION DE INFORME</b>	11	Octubre	2021

**CP CENTRO DE ESTUDIOS ODONTOLÓGICOS**  
 Av. Faustino Sánchez Carrión 615, Oficina 1203, Jesús María - Lima  
 Telf.: +51 900 570 625 - E-mail.: [cp.centro.odonto@gmail.com](mailto:cp.centro.odonto@gmail.com)

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 2 de 12
<b>6. RESULTADOS GENERADOS</b>				
<b>Grupo 1</b>		Resina compuesta Z350 XT (3M ESPE) fotocurada con Elipar		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	1.95	1.96	10.973	173.321
2	2.07	2.03	13.359	180.795
3	2.14	1.96	12.215	160.199
4	1.93	1.95	9.391	152.199
5	1.93	1.97	10.569	169.552
6	1.91	1.93	11.129	186.073
7	1.92	1.94	9.457	155.668
8	1.92	1.98	11.521	185.812

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 3 de 12
Grupo 2		Resina compuesta Z350 XT (3M ESPE) fotocurada con iLED		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	2.10	1.94	12.585	173.166
2	2.07	2.01	11.757	160.698
3	2.01	1.94	11.566	173.716
4	1.92	1.95	11.501	188.343
5	1.93	1.95	11.252	182.360
6	1.93	1.95	10.614	172.020
7	2.00	1.94	11.397	172.894
8	1.99	1.96	11.286	171.170

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 4 de 12
Grupo 3		Resina compuesta One Bulk Fill (3M ESPE) fotocurada con Elipar		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	2.04	1.98	13.337	190.539
2	1.97	2.01	12.599	190.133
3	2.00	1.98	11.173	166.071
4	2.03	1.99	11.480	164.796
5	1.97	1.97	11.917	183.493
6	1.93	1.95	12.823	207.822
7	1.93	1.96	12.837	206.987
8	1.94	1.94	13.198	212.791

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 5 de 12
Grupo 4		Resina compuesta One Bulk Fill (3M ESPE) fotocurada con iLED		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	1.98	1.98	13.406	203.308
2	1.93	1.99	13.536	214.968
3	1.96	1.97	12.675	197.160
4	2.00	1.97	14.277	213.285
5	1.98	1.97	13.012	198.334
6	1.94	2.00	13.552	211.944
7	1.99	1.98	13.779	206.870
8	1.99	1.97	13.042	196.799

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 6 de 12
Grupo 5		Resina compuesta Tetric Bulk Fill (Ivoclar) fotocurada con Elipar		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	2.01	1.99	9.357	137.007
2	1.97	2.00	8.203	124.411
3	2.13	2.03	10.19	130.247
4	2.1	1.96	10.172	138.536
5	1.94	1.94	7.781	125.453
6	1.94	1.91	8.413	137.773
7	2.07	1.96	9.938	139.300
8	2.11	1.99	9.588	127.397

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 7 de 12
Grupo 6		Resina compuesta Tetric Bulk Fill (Ivoclar) fotocurada con iLED		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	2.02	2.01	9.145	131.261
2	2.04	2.02	9.459	132.460
3	1.98	2.00	7.495	112.528
4	1.91	1.92	7.856	132.033
5	1.93	1.95	8.57	138.893
6	1.94	1.97	8.037	127.607
7	2.06	1.97	9.724	136.929
8	2.02	1.96	9.112	134.124

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N° 1	Página 8 de 12
Grupo 7		Resina compuesta Aura Bulk Fill (SDI) fotocurada con Elipar		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	2.00	1.96	7.286	109.402
2	1.94	1.91	6.438	105.430
3	2.10	1.97	8.520	115.448
4	1.91	1.92	6.596	110.857
5	2.01	1.97	7.143	105.651
6	1.95	1.97	7.189	112.975
7	2.02	1.98	7.637	111.277
8	2.00	1.94	7.586	115.080

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N°1	Página 9 de 12
Grupo 8		Resina compuesta Aura Bulk Fill (SDI) fotocurada con iLED		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	2.00	1.96	7.549	113.351
2	1.97	1.92	7.89	124.650
3	1.91	1.94	6.795	113.024
4	2.06	1.98	7.723	108.202
5	1.98	1.95	7.732	119.063
6	1.93	1.91	6.891	114.021
7	1.95	1.93	7.149	114.675
8	1.96	1.94	7.311	115.482

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N°1	Página 10 de 12
Grupo 9		Resina compuesta Opus Bulk Fill (FGM) fotocurada con Elipar		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	1.96	1.94	8.376	132.304
2	1.95	1.97	7.962	125.123
3	2.04	1.96	10.119	146.040
4	1.95	1.94	8.265	131.893
5	2.02	2.02	8.781	125.412
6	1.94	1.95	9.608	154.115
7	2.02	1.95	9.732	143.984
8	2.08	2.03	10.49	140.606

INFORME DE ENSAYO N°		001-2021	EDICIÓN N°1	Página 11 de 12
Grupo 10		Resina compuesta Opus Bulk Fill (FGM) fotocurada con iLED		
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza (kgf)	Resistencia Flexural (MPa)
1	1.94	1.96	9.486	151.382
2	1.99	1.94	8.214	125.863
3	2.04	2.04	9.114	126.377
4	2.05	1.95	9.671	138.925
5	2.06	1.96	10.031	141.972
6	2.03	1.95	8.876	130.029
7	2.03	1.95	9.067	132.827
8	2.06	1.94	9.382	134.156

<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>	<b>001-2021</b>	<b>EDICIÓN N°1</b>	<b>Página 12 de 12</b>
<b>7. CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	TEMPERATURA: 23 °C	HUMEDAD RELATIVA : 70 %	
<b>8. VALIDEZ DEL INFORME</b>			
	VÁLIDO SÓLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
			
CÉSAR ALBERTO POMACÓNDOR HERNÁNDEZ DNI 41688810			
CIRUJANO DENTISTA, MAGÍSTER Y DOCTOR EN MATERIALES ODONTOLÓGICOS			
<b>CP CENTRO DE ESTUDIOS ODONTOLÓGICOS</b>			
	*Puede verificar la autenticidad del presente informe escaneando el Código QR o escribiendo al correo: <a href="mailto:cp.centro.odonto@gmail.com">cp.centro.odonto@gmail.com</a>		

## ANEXO 5: DATOS RECABADOS CARTA DE PRESENTACIÓN



Lima, 20 de septiembre del 2021

Carta N°435-028-09-2021-DFCS-UPNW

Dr. Cesar Alberto Pomacondor Hernandez  
CP Centro de Estudios Odontológico  
Lima

Presente. -

De mi consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a la Srta. Hilda Melendrez Camizan, con DNI N°40162494, con código a 2013700353, Bachiller de la EAP de Odontología de la Universidad Norbert Wiener, quien solicita acceder a su institución para recolectar sus datos con la finalidad de desarrollar su proyecto de investigación titulado “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL FOTOCURADAS CON DOS UNIDADES DE FOTOACTIVACIÓN LED”, LIMA – PERÚ 2021”, por lo que le agradeceré su gentil atención al presente.

Sin otro en particular, me despido.

Atentamente,



**Enrique León Soria**  
Decano  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Privada Norbert Wiener S.A.

## ANEXO 6: CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN



**César  
Pomacóndor**  
Centro de Estudios Odontológicos

- CENTRO ESPECIALIZADO EN ASESORÍA Y EJECUCIÓN DE TRABAJOS  
DE INVESTIGACIÓN SOBRE MATERIALES ODONTOLÓGICOS

- DIRECTOR: DR. CÉSAR ALBERTO POMACÓNDOR HERNÁNDEZ  
COP N° 22044 – RENACYT N° P0123277

### CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

El que suscribe, Dr. César Alberto Pomacóndor Hernández, Director de CP Centro de Estudios Odontológicos, DEJO CONSTANCIA que:

El proyecto de tesis titulado **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS BULK FILL FOTOCURADAS CON DOS UNIDADES DE FOTOACTIVACION LED, LIMA-PERU 2021”** que se encuentra realizando la tesista Hilda Melendrez Camizan, con DNI 40162494, Bachiller de la EAP de Odontología de la Universidad Norbert Wiener, **HA SIDO RECIBIDO Y ACEPTADO** para la realización de ensayos de resistencia flexural en resinas odontológicas en nuestro laboratorio.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 24 septiembre de 2021

**CÉSAR ALBERTO POMACÓNDOR HERNÁNDEZ**  
DNI 41688810

---

CP CENTRO DE ESTUDIOS ODONTOLÓGICOS  
Av. Faustino Sánchez Carrión 615, Oficina 1203, Jesús María - Lima  
Telf.: +51 900 570 625 - E-mail.: [cp.centro.odonto@gmail.com](mailto:cp.centro.odonto@gmail.com)

## ANEXO 7: FOTOS DEL PROCEDIMIENTO



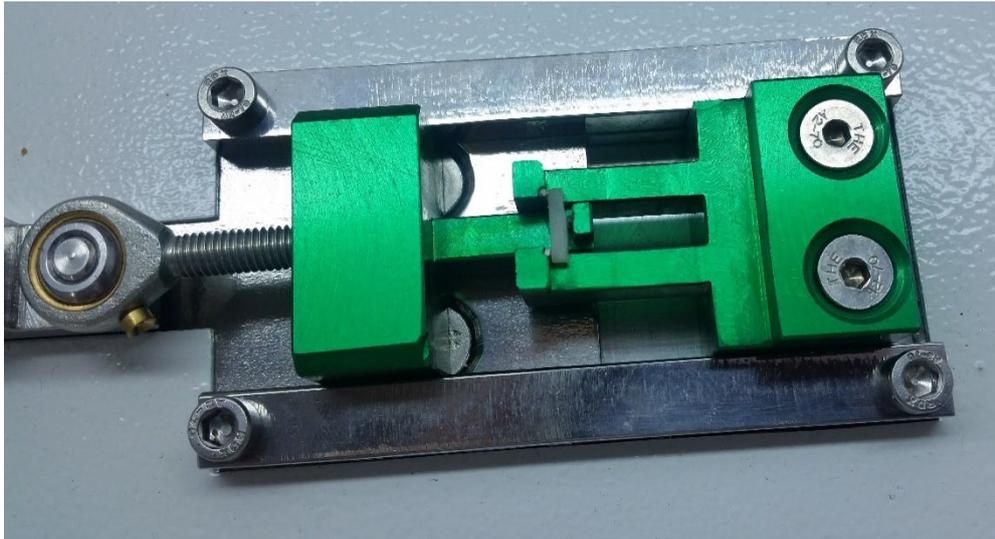
Descripción: lámpara de fotocurado Woodpecker® iLED



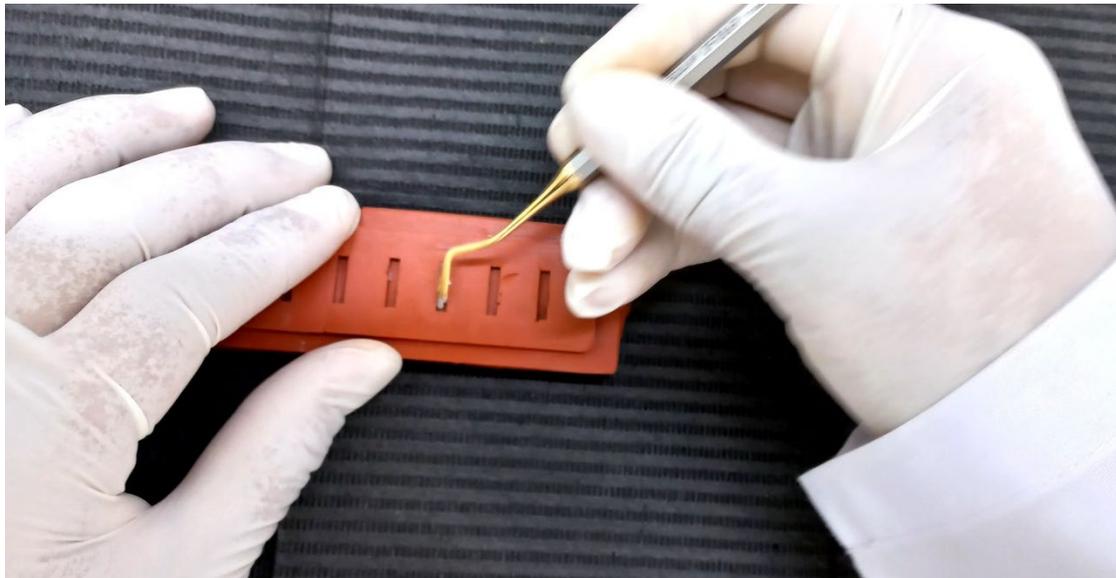
Descripción: lámpara de fotocurado Elipar™ DeepCure-L - 3M



Descripción: Resinas Bulk Fill, Filtek™ Bulk Fill (3M) (Grupo A), Tetric® N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar) (Grupo B), Aura Bulk Fill (SDI) (Grupo C), Opus Bulk Fill (FGM) (Grupo D), Filtek™ 2350X (3M ESPE) (Grupo Control).



Descripción: Máquina de ensayo universal



Descripción: confección de unidades de análisis



Descripción: fotocurado de las unidades de análisis



Descripción: Calibración de unidades de análisis



Descripción: Previo almacenamiento de las muestras