



Universidad  
Norbert Wiener

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA**

**Tesis**

Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la  
microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025

**Para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista**

**Presentado por:**

**Autor:** Aguirre Shupingahua, Yaritza Albina

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-8190-7340>

**Asesora:** Dra. Morante Maturana, Sara Angélica

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9715-728X>

**Lima – Perú**

**2025**

 Universidad Norbert Wiener	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSIÓN: 01</b> REVISIÓN: 01	<b>FECHA: 08/11/2022</b>

Yo, Yaritza Albina Aguirre Shupingahua egresado de la Facultad de **Ciencias de la Salud** y Programa Académico de **Odontología** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación **“Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025”** Asesorado por el docente: Dr. CD. Esp. Sara Angelica Morante Maturana DNI 71587106 ORCID 0009-0003-8190-7340 tiene un índice de similitud de 9 (nueve) % con código oid:::14912:537256959 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....  
 Firma de autor 1

Nombres y apellidos del Egresado: Yaritza  
 Albina Aguirre Shupingahua  
 DNI: 71587106

.....  
 Firma de autor 2

Nombres y apellidos del Egresado

DNI: .....



.....  
 Firma

Nombres y apellidos del Asesor: Sara  
 Angelica Morante Maturana  
 DNI: 10138106

Lima, 20 de diciembre de 2025

Dedicatoria: a mi hija, por ser lo más importante en mi vida, y a mis padres, que siempre son mi luz y apoyo incondicional, gracias por darme la fuerza y aliento en todo momento.

Agradecimiento: a mi asesora la Dra. Sara Morante Maturana, por estar pendiente del desarrollo de mi trabajo, dándome su guía de forma desinteresada y compartiendo su conocimiento para culminar la realización de este trabajo.

**Jurados:**

**Presidente:** Dr. Raúl Antonio Rojas Ortega

**Secretario:** Mg. Katia Luz Medina Calderón

**Vocal:** Mg. Norma Patricia Falcón Seminario

## ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	xii
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema General	3
1.2.2 Problema específico	3
1.3 Objetivo de la investigación	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos...	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.4.1 Teórica	4
1.4.2 Metodológica	5
1.4.3 Práctica	5
1.5. Limitaciones	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes	7
2.2. Base teórica	11
2.3. Formulación de Hipótesis	21
2.3.1 Hipótesis General	21
2.3.2 Hipótesis Específicas	22
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>24</b>
3.1 Método de la investigación	24

3.2	Enfoque de la investigación	24
3.3	Tipo de investigación	24
3.4	Diseño de la investigación	24
3.5	Población, Muestra y Muestreo	25
3.6	Variable y Operacionalización	27
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7.1	Técnica	29
3.7.2	Descripción de instrumentos	30
3.7.3	Validación	33
3.7.4	Confiabilidad	33
3.8	Plan de procesamiento y análisis de datos	33
3.9	Aspectos Éticos	34
	<b>CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	35
4.1	Resultados	35
4.1.1	Análisis descriptivos de resultados	35
4.1.2	Prueba de hipótesis (Si aplica)	42
4.1.3	Discusión de resultados	48
	<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	52
5.1	Conclusiones	52
5.2	Recomendaciones	53
	REFERENCIAS	54
	ANEXOS	58
	Anexo 1. Matriz de consistencia	59
	Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	61
	Anexo 3 Validación de instrumento	62
	Anexo 4 Confiabilidad del instrumento	65
	Anexo 5 Aprobación del comité de ética	67
	Anexo 6 Conformidad del asesor	68
	Anexo 7 Fotos de procedimiento	69
	Anexo 8 Base de datos	72
	Anexo 9 Informe de Turnitin	75
	Anexo 10 Carta de aprobación de la Institución	76

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025	35
Tabla 2. Influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	37
Tabla 3. Influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	38
Tabla 4. Influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	39
Tabla 5. Influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	40
Tabla 6. Influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de la influencia del tiempo de exposición de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025	35
Figura 2. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025	36
Figura 3. Gráfico de la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	37
Figura 4. Gráfico de la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	38
Figura 5. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	39
Figura 6. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	40
Figura 7. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)	41

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo analizar la Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro. El diseño del estudio fue experimental, longitudinal, y prospectivo. La muestra se conformó de 60 discos de resina, divididos en cuatro grupos: Grupo I: 30 discos de resina Bulk Fill, Grupo II: 30 discos Filtek™ Z350 XT (3M ESPE). La combinación experimental incluyó dos momentos de exposición de veinte y cuarenta segundos, con uso de tres proximidades de 0, 2 y 4 mm a la fuente de luz respecto a la resina, luego se midió la microdureza. En el análisis estadístico se utilizó la prueba de U de Mann Whitney ( $p=0.009$ ) y la Prueba de Kruskal.Wallis ( $p=0.016$ ). Los resultados indicaron que la influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, respecto al tiempo, a los 20 segundos se presenta una media igual a 55.727, a los 40 segundos presenta una media de 56.04; en cuanto a la distancia, se obtuvo que a 0 milímetros presenta una media igual a 58.045, a los 2 milímetros una media de 56.28, y a 4 milímetros una media de 53.325, mediana igual a 48.95. Se concluyó indicando que los resultados no mostraron diferencias significativas en la microdureza de las resinas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT con tiempos de exposición de 20 y 40 segundos, y a medida que aumentaba la distancia de fotocurado, la microdureza de la resina Filtek™ Z350 XT disminuía.

**Palabras clave:** Resina compuesta, luz, calor, dureza.

## ABSTRACT

The research aimed to analyze the influence of exposure time and curing distance on the microhardness of two composite resins in vitro. The study design was experimental, longitudinal, and prospective. The sample consisted of 60 resin discs, divided in two groups: Group I: 30 Bulk Fill resin discs, Group II: 30 Filtek™ Z350 XT discs (3M ESPE). The experimental setup included two exposure times of 20 and 40 seconds, using three proximity distances of 0, 2, and 4 mm to the light source relative to the resin. Microhardness was then measured. Statistical analysis included the Mann-Whitney U test ( $p=0.009$ ) and the Kruskal-Wallis test ( $p=0.016$ ). The results indicated that exposure time and curing distance influenced the microhardness of two composite resins. Regarding time, the mean was 55.727 at 20 seconds and 56.04 at 40 seconds. As for distance, the mean was 58.045 at 0 millimeters, 56.28 at 2 millimeters, and 53.325 at 4 millimeters, with a median of 48.95. It was concluded that the results showed no significant differences in the microhardness of Bulk Fill and Filtek™ Z350 XT resins with exposure times of 20 and 40 seconds, and that as the curing distance increased, the microhardness of Filtek™ Z350 XT decreased.

**Keywords:** Composite resin, light, heat, hardness.

## Introducción

El uso de resinas compuestas como materiales restaurativos dentales ha crecido significativamente en la odontología moderna, debido a sus propiedades estéticas, funcionales y su capacidad para adaptarse a diversas necesidades clínicas. Sin embargo, la optimización de las características de estos materiales sigue siendo un área crucial de estudio, particularmente en lo que respecta a su microdureza, una propiedad que influye directamente en su durabilidad y resistencia al desgaste.

El objetivo de este estudio es analizar el efecto de variables clave, como el tiempo de exposición y la distancia de fotocurado, en la microdureza de dos resinas compuestas, evaluadas in vitro.

Este estudio está estructurado en varios capítulos para ofrecer un enfoque detallado y riguroso del estudio:

Capítulo I: Contextualiza el problema abordando la importancia de la microdureza en las resinas compuestas y se proporcionan definiciones clave sobre el proceso de fotocurado, destacando la influencia de factores como el tiempo de exposición y la distancia del fotopolimerizador.

Capítulo II: Revisa los estudios previos sobre las propiedades físicas de las resinas compuestas, con especial atención en los efectos del fotocurado, la relación entre el tiempo de exposición, la distancia del fotopolimerizador y su impacto en la microdureza de las resinas.

Capítulo III: Describe la metodología seguida en la investigación, detallando el diseño experimental, las variables operacionalizadas, los criterios de selección de las resinas y los procedimientos empleados para medir la microdureza de las muestras.

Capítulo IV: Presenta los resultados obtenidos a través del análisis de los datos, los cuales se interpretan utilizando estadísticas descriptivas e inferenciales. Se examinan las variaciones en la microdureza de las resinas compuestas en función del tiempo y distancia. Capítulo V: Finalmente, se exponen las conclusiones del estudio, que permitirán una comprensión más profunda de cómo el tiempo de exposición y la distancia de fotocurado afectan la microdureza de las resinas compuestas. Además, se incluyen recomendaciones prácticas para optimizar el uso de estas resinas en odontología.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

La odontología restauradora actual, posee dentro de sus procedimientos básicos comunes como la fotopolimerización, que va garantizar duración y calidad respecto a la restauración realizada con resinas compuestas. Dentro de ello existe la implicancia de convertir el monómero a polímero exponiéndolo a la luz, básicamente luz visible, con los que da comienzo al proceso químico el cual va permitir que el biomaterial pueda adquirir la dureza necesaria para su funcionamiento en la cavidad bucal (1).

No obstante, van a existir variados elementos para que sea eficiente la fotopolimerización, uno de ellos la presencia de luz, rango de exposición, proximidad de la fuente de luz a la resina. El equilibrio de dichas condiciones resulta relevante para la óptima polimerización integra, impactando de manera directa sobre las características mecánicas y condiciones estéticas de dicha restauración (1,2).

Un punto debatido con frecuencia es la asociación existente entre la intensidad luz y proximidad de la resina a la fuente de luz. En la última década se demostró que la intensidad presente de luz al medirse en miliwatios por centímetro cuadrado ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ), podía desempeñar una función relevante en la efectividad el proceso de polimerizado. Pero en función al incremento de la proximidad que existe entre la lámpara de fotopolimerizado y la resina, hay una disminución de la luz sobre su intensidad. No polimerizando las capas más profundas al no obtener suficiente energía para completar el proceso (3). Habiéndose documentado este paso, con variadas investigaciones donde se estableció un rango adecuado sobre la proximidad donde se obtenga un fotopolimerizado efectivo de 5 mm. Al existir mayores distancias, se visualiza una significativa reducción sobre la dureza de superficie así como en la resistencia de la restauración a fracturarse (4,5).

De otra forma, la duración de la exposición resulta otro elemento altamente crítico con influencia sobre la calidad de fotopolimerizado. Pero se conoce que cuando existe un tiempo más prolongado de exposición para conversión del biomaterial, se presenta también un riesgo sobre el incremento de temperatura que se genera con el curado. Lo cual puede ser altamente dañino generando una pulpitis o incluso necrosis pulpar por exceso de temperatura. Las investigaciones actuales van a sugerir que se cuide la temperatura en el proceso de fotopolimerización con el control de posibles adversidades en las piezas dentales restauradas (6,7).

Este aumento de temperatura puede llegar a ser perjudicial para la estructura interna de la resina y para la pulpa dental, ya que podría generar una inflamación o necrosis del tejido pulpar si el calor es excesivo. Estudios recientes sugieren que la temperatura generada durante la fotopolimerización debe ser cuidadosamente controlada para evitar efectos térmicos adversos en los dientes restaurados (8,9). Asimismo, se ha identificado que el tiempo de exposición no debe ser excesivamente corto, ya que una exposición insuficiente resultaría en una polimerización incompleta, comprometiendo la resistencia a largo plazo de la restauración (8).

A su vez el biomaterial y su composición tiene un papel relevante en la forma de dar respuesta a variados elementos que intervienen en la fotopolimerización. Los elementos conformantes de los composites, sobre todo aquellos con nanopartículas, exhiben más eficiencia sobre la conversión de monómero a polímero, requiriendo pasos de curado con mayor rigurosidad (10). Siendo el motivo que las nanopartículas tienen influencia en la forma que interacciona la luz con el biomaterial, impactando sobre la penetración de luz, y de esa forma sobre la profundidad que alcanza. Al existir algunos aditivos se puede cambiar la microdureza de superficie y profundidad de curado, eligiendo el biomaterial idóneo para el correcto protocolo de fotopolimerizado (9,10).

En ese ámbito, se presenta la necesidad de investigar de manera más detallada que se explore la interacción de la intensidad lumínica, el rango de exposición y proximidad de curado con los caracteres de las resinas compuestas.

## **Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025?

### **1.2.2 Problema específicos**

- 1.- ¿Cuál es la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?
- 2.- ¿Cuál es la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?
- 3.- ¿Cuál es la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?
- 4.- ¿Cuál es la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?
- 5.- ¿Cuál es la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar la Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025.

### **1.3.2 Objetivo Específicos**

- 1.- Comparar la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)
- 2.- Comparar la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)
- 3.- Comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)
- 4.- Comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)
- 5.- Comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Teórica**

La fotopolimerización es un proceso clave en la odontología restauradora moderna, ya que determina la conversión del monómero en polímero en las resinas compuestas. La eficiencia de este proceso depende de factores como el tipo de resina, el tiempo de exposición y la distancia de la fuente de luz. Investigaciones previas han demostrado que estos factores afectan significativamente las propiedades físico-mecánicas de los materiales, incluyendo la dureza superficial, la contracción por polimerización y la profundidad de curado. Sin embargo, aún existen vacíos respecto a cómo interactúan específicamente el tiempo y la distancia con distintos tipos de resinas compuestas, especialmente bajo condiciones controladas in vitro. Por ello, este estudio se fundamenta

en la necesidad de profundizar en la teoría del comportamiento fotoquímico de estos materiales bajo distintas condiciones experimentales.

#### **1.4.2 Metodológica**

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, experimental y de laboratorio (*in vitro*), permitiendo el control riguroso de variables como el tipo de resina, la distancia entre la lámpara de fotocurado y la muestra, y el tiempo de exposición. Esta metodología permite establecer relaciones de causa-efecto y obtener datos objetivos y reproducibles. Además, el diseño *in vitro* proporciona un entorno estandarizado que elimina factores clínicos externos, garantizando la validez interna de los resultados y facilitando futuras comparaciones inter-estudios. La elección de dos resinas diferentes también permite un análisis comparativo relevante para el campo odontológico.

#### **1.4.3 Práctica**

Los resultados de esta investigación pueden traducirse en recomendaciones clínicas precisas sobre el tiempo y distancia óptimos de fotopolimerización, mejorando así la calidad de las restauraciones dentales. Una polimerización insuficiente puede dar lugar a restauraciones débiles, fallas marginales, sensibilidad postoperatoria y liberación de monómeros residuales. Por tanto, comprender la influencia de estos parámetros contribuye a mejorar la durabilidad, seguridad y eficacia de los tratamientos restauradores, lo que beneficia directamente tanto a profesionales como a pacientes.

#### **1.4.4 Social**

Desde una perspectiva social, este estudio busca contribuir a una atención odontológica más segura, efectiva y basada en evidencia, promoviendo mejores prácticas clínicas. Al optimizar el proceso de fotopolimerización, se favorece la salud bucodental de la población, disminuyendo la necesidad de retratamientos y los costos asociados. Además, mejora la confianza de los pacientes en los tratamientos odontológicos y fortalece el

vínculo entre la investigación científica y la práctica clínica en beneficio del bienestar colectivo.

## **1.5 Limitaciones de la investigación**

### **1.5.1 Temporal:**

Al ser un estudio in vitro, los tiempos de exposición y las condiciones controladas de laboratorio pueden diferir de las condiciones dinámicas y complejas que se experimentan en la práctica clínica, lo que limita la aplicabilidad inmediata de los resultados en situaciones de tratamiento a largo plazo. En el periodo de los meses agosto a setiembre del 2025.

### **1.5.2 Espacial:**

El estudio se realizó en un entorno de laboratorio controlado, lo que puede no reflejar completamente las condiciones clínicas del consultorio odontológico. Factores como la variabilidad en los equipos de fotocurado, la capacidad de los profesionales para seguir las pautas recomendadas de exposición y la distancia del fotopolimerizador, así como la posible variabilidad en las condiciones ambientales de cada espacio clínico, pueden influir en los resultados. Realizada en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY SAC.

### **1.5.3 Población o unidad de análisis:**

El estudio se realizó utilizando dos tipos específicos de resinas compuestas, lo que limita su aplicabilidad a otros tipos de resinas que puedan tener características físicas o químicas diferentes. Por lo tanto, no es posible generalizar los resultados a todos los materiales restaurativos dentales disponibles en el mercado.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### **Antecedentes nacionales:**

**Torres y Sánchez (11)** en Perú el 2024, evaluaron la influencia de la distancia de la punta de fotopolimerización en la dureza superficial de resinas compuestas. Utilizando un diseño experimental y cuantitativo, se emplearon 30 muestras de resinas compuestas fotopolimerizables y se manipularon diferentes distancias de la punta de fotopolimerización, variando entre 0 mm y 10 mm. La dureza superficial de las resinas fue medida utilizando un durómetro Vickers. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba t de Student y un análisis de regresión lineal para correlacionar la distancia con la dureza superficial. Los resultados indicaron que a medida que aumentaba la distancia entre la punta de fotopolimerización y la resina, la dureza superficial disminuía de manera significativa. En conclusión, el estudio concluyó que la distancia de la punta de fotopolimerización es un factor crucial que influye directamente en la dureza superficial de las resinas compuestas, sugiriendo que se debe mantener una distancia mínima de 5 mm para obtener buenos resultados.

**Martínez y Herrera (12)** en Perú el 2023, realizaron un estudio comparativo entre las lámparas LED y halógenas para evaluar su eficacia en la fotopolimerización de resinas compuestas. El diseño experimental fue de enfoque cuantitativo, utilizando una muestra de 40 resinas compuestas. Para evaluar las propiedades mecánicas de las resinas fotopolimerizadas, se utilizaron un dinamómetro de dureza y un termómetro digital para medir la temperatura durante el proceso de fotopolimerización. El análisis estadístico se basó en un análisis de varianza (ANOVA), con el objetivo de identificar las diferencias significativas entre las lámparas utilizadas. Los resultados demostraron que las lámparas LED fueron más eficaces, ya que lograron una mayor dureza y control de temperatura en

comparación con las lámparas halógenas. Garantizando una mejor calidad de las restauraciones dentales.

**Salazar R. (13)** en Perú el 2022, realizó un estudio donde evaluó la influencia de diferentes lámparas de polimerización (LED y halógenas) sobre la microdureza de las resinas compuestas. La metodología utilizada fue experimental con un diseño cuantitativo, donde se emplearon 50 muestras de resinas compuestas. El instrumento de medición utilizado fue el durómetro Vickers, que permitió evaluar la microdureza de las resinas después de ser sometidas a la fotopolimerización. Para el análisis estadístico, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de comparar las medias de microdureza obtenidas en los diferentes grupos. Los resultados indicaron que las lámparas LED produjeron una microdureza significativamente mayor que las lámparas halógenas, lo que sugiere que las lámparas LED son más efectivas para la fotopolimerización de las resinas compuestas. En conclusión, las lámparas LED son más eficientes que las halógenas para lograr una mayor microdureza en las resinas compuestas, lo que podría implicar una mejora en la durabilidad y resistencia de las restauraciones dentales.

**Carrión y Rodríguez (14)**, en Perú el 2021, se evaluó la profundidad de polimerización de resinas compuestas bajo diferentes condiciones de fotopolimerización, tales como el tiempo de exposición y la distancia de la lámpara. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y experimental, utilizando una muestra de 30 muestras de resinas fotopolimerizables. Se utilizó un micrómetro como instrumento para medir la profundidad de la polimerización. Los datos fueron analizados mediante la prueba t de Student, con el objetivo de comparar las medias de profundidad de polimerización entre los grupos experimentales. Los resultados mostraron que el aumento en el tiempo de exposición y la reducción de la distancia de la lámpara a la muestra incrementaron significativamente la profundidad de polimerización. En conclusión, el tiempo de exposición y la distancia de la lámpara son

factores determinantes para lograr una mayor profundidad de polimerización en las resinas compuestas.

**González y Pérez (15)** en Perú el 2020, llevaron a cabo un estudio experimental para evaluar el efecto del tiempo de exposición sobre la microdureza de las resinas compuestas fotopolimerizables. Utilizando un enfoque cuantitativo, se emplearon 25 muestras de resinas fotopolimerizables, las cuales fueron sometidas a distintos tiempos de exposición a la lámpara de fotopolimerización. Se utilizó el durómetro Vickers como instrumento de medición para evaluar la microdureza de las resinas. El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post-hoc de Tukey para comparar las medias de microdureza. Los resultados revelaron que el tiempo óptimo de exposición fue de 40 segundos, lo que aumentó significativamente la microdureza de las resinas. En conclusión, destaca la importancia de un tiempo adecuado de exposición para maximizar la microdureza de las resinas compuestas fotopolimerizables, mejorando así su desempeño en aplicaciones clínicas.

#### **Antecedentes internacionales:**

**Wang et al. (16)** en China el 2024, investigaron el efecto del grosor de las muestras y el tono de las resinas compuestas en la microdureza Vickers, considerando además la inhomogeneidad del haz de luz emitido por la lámpara de fotopolimerización. Se diseñó un estudio experimental in vitro con muestras de diferentes tonos y espesores, expuestas a fotopolimerización estándar. La microdureza fue evaluada en múltiples puntos de cada muestra utilizando un microdurómetro Vickers. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y modelos de regresión logística para determinar cómo el grosor, el tono y la distribución del haz afectaban la dureza superficial. Los resultados indicaron que a mayor espesor disminuye significativamente la microdureza con la profundidad, y que tanto el tono del material como la no uniformidad del haz de luz influyen en el resultado final. En

conclusión, el estudio demostró que tanto el grosor de la capa como las propiedades ópticas del material y del haz de luz son factores cruciales para lograr una fotopolimerización eficaz y una adecuada microdureza en restauraciones dentales.

**Duratbegović et al. (17)** en Bosnia el 2024, evaluaron el efecto de la intensidad, tiempo de exposición y distancia de la luz de fotopolimerización en la microdureza Vickers y el aumento de temperatura en una resina compuesta convencional. Se diseñó un estudio in vitro con múltiples grupos experimentales según la combinación de variables. La dureza se midió con un microdurómetro Vickers y la temperatura con sensores térmicos de contacto. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas, indicando que la distancia y el tiempo influyen directamente en la dureza y temperatura generada. Se concluyó que un tiempo mayor y una distancia menor optimizan la fotopolimerización sin comprometer la integridad térmica del material.

**Szalewski et al. (18)** en Polonia el 2023, investigaron cómo la duración y el modo de fotopolimerización influyen en las propiedades mecánicas de una resina compuesta dental. Se utilizó un diseño experimental donde se prepararon múltiples muestras de resina compuesta sometidas a diferentes tiempos de exposición y modos de fotocurado: continuo y pulsado. Las propiedades mecánicas, como la resistencia a la flexión y el módulo elástico, fueron evaluadas mediante ensayos mecánicos estandarizados. El análisis estadístico incluyó ANOVA de un factor y pruebas post hoc. Los resultados mostraron que tiempos de exposición más prolongados y el modo continuo de fotopolimerización mejoraron significativamente las propiedades mecánicas. El estudio concluyó que tanto el tiempo como el modo de fotopolimerización son determinantes en el rendimiento clínico de las resinas compuestas.

**Ciocan et al. (19)** en Rumania el 2022, evaluaron el efecto de la distancia de fotopolimerización sobre el grado de conversión y la microdureza Vickers en resinas compuestas dentales. Mediante un diseño experimental *in vitro*, se utilizaron muestras comerciales sometidas a diversas distancias entre la lámpara y la superficie (ej. 1 mm, 3 mm, 5 mm), en presencia o ausencia de barrera de aire y capa inhibidora de oxígeno. La conversión química se midió por espectroscopía FT-IR y la dureza superficial mediante nanoindentación. El análisis reveló que a menor distancia aumentaba tanto el grado de conversión como la microdureza del material. Concluyeron que la proximidad de la fuente de luz, junto con las características químicas del material, es un factor clave para lograr propiedades mecánicas óptimas en las resinas compuestas dentales.

**Dikova et al. (20)** en Bulgaria el 2021, se centraron en la optimización del proceso de fotopolimerización de los composites dentales. Utilizando un diseño experimental y cuantitativo, evaluaron 30 muestras de resinas compuestas sometidas a diferentes condiciones de fotopolimerización. El dinamómetro se utilizó para evaluar la resistencia a la compresión de las resinas, mientras que un termómetro se empleó para medir la temperatura durante el proceso. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA para comparar los resultados obtenidos de las distintas condiciones experimentales. Los resultados destacaron que el tiempo de exposición de 20 segundos y una distancia de 3 mm ofrecieron las mejores propiedades mecánicas para las resinas. En conclusión, el estudio mostró que la optimización de los parámetros de fotopolimerización puede mejorar significativamente la calidad y durabilidad de las resinas compuestas.

## **2.2 Base teórica**

### **Fotopolimerización en Odontología**

El proceso de fotopolimerización es esencial en la odontología rehabilitadora contemporánea, empleado con el fin de fortalecer las resinas compuestas. En el momento en que la luz proveniente de una procedencia determinada impulsa los fotoiniciadores de la resina compuesta, usualmente la camforquinona, que se convierte en compuestos autónomos gracias a la exposición luminosa en el espectro de 430-490 nm. Dichos compuestos autónomos ponen en marcha la transformación de polimerización, en la que los monómeros de la resina se unen, creando una capa de polímero robusta (21). El presente procedimiento es vital en favor de la longevidad y el triunfo de las reestructuraciones de los dientes, dado que una transformación parcial o incorrecta de los monómeros impactará en las características mecánicas, la firmeza dimensional, la durabilidad al desgaste y la belleza de la reconstrucción (22).

En los procedimientos de restauración dentaria, la fotopolimerización facilita el desarrollo de piezas ligeramente invasivas y visualmente atractivas, capaces de restaurar dientes de forma perdurable. No obstante, el procedimiento está fuertemente influenciado por elementos como la potencia de la luz, el intervalo de iluminación y la proximidad de curado, que afectan de manera directa la magnitud de curado y la uniformidad del compuesto (23).

### **Mecanismo de Acción de la Luz**

El proceso de fotopolimerización es un procedimiento de química que se basa en la habilidad de los fotoiniciadores en las resinas compuestas con el fin de captar energía resplandeciente. Los fotoiniciadores, incluyendo la camforquinona o el Benzoin (otros fotoiniciadores frecuentemente utilizados en procesos de curado), se ponen en marcha con la luz que emiten los dispositivos de fotocurado, generando radicales libres que comienzan la polimerización de los monómeros que se encuentran en la resina. Dicho procedimiento no solo es de

naturaleza fotoquímica, sino que asimismo implica la transmisión de potencia de los fotones al sistema molecular de resina (24).

Hay varios modelos de fotoiniciadores que varían en función de las dimensiones de onda de luz empleadas. Por ejemplo, los fotoiniciadores de tipo I, tales que la camforquinona, necesitan luz de 430 a 490 nm para iniciar la polimerización. No obstante, con el fin de conseguir un curado ideal, es vital que el dispositivo de fotocurado posea una irradiancia apropiada que permita que la luz alcance eficientemente los fotoiniciadores y se consiga una correcta transformación de los monómeros (23).

### **Importancia del Tiempo de Exposición**

El periodo de contacto es esencial a fin de conseguir un proceso de curado apropiado y eficaz de las resinas compuestas. En el proceso de fotopolimerización, la magnitud de iluminación que suministra el dispositivo de proceso de cura y la duración de la exposición a la luz establecen el nivel de transformación de los monómeros en polímeros. Tanto más largo sea el periodo de exposición, más alto resultará el nivel de transformación, lo cual conduce a una recuperación más sólida y perdurable. No obstante, este prolongado periodo de curación igualmente podría provocar una reducción más intensa por polimerización, lo que podría provocar tensión interna durante la regeneración y en el diente adyacentes, particularmente en las zonas de la cavidad que se encuentran más próximas a la regeneración (25,26).

Estudios actuales indican que el momento ideal para curar una resina compuesta está condicionado a la intensidad de luz de la lámpara de curación. Con dispositivos LED de alta potencia, los periodos de curado podrían disminuir significativamente (entre 20 y 40 seg.), en cambio, con lámparas halógenas, este periodo podría extenderse, aproximadamente de 40 a 60 seg (26).

Un periodo de aplicación breve puede llevar a una transformación parcial de los monómeros, lo que impactaría la solidez al deterioro y la evolución marginal, en tanto que un periodo de contacto prolongado es capaz de provocar impactos de temperatura perjudiciales para la anatomía dental, particularmente en los dientes delicados (27).

### **Influencia de la Distancia de la Lámpara**

La separación entre la lámpara de fotocurado y la capa de la resina obtenida es un elemento esencial a fin de garantizar una correcta fotopolimerización. Conforme se incrementa la separación desde el origen de luz y el componente, la cantidad de luz que penetra en el compuesto se reduce de manera considerable, lo que impacta de manera adversa en la eficacia de curación. Este aspecto resulta particularmente crucial en el momento en que se emplea un dispositivo de fotocurado a distancias más grandes (superiores a 5 mm), dado que la luz se difumina y no consigue llegar a una potencia adecuada con el fin de sanar eficientemente las superficies más hondas de la resina (28).

En cambio, conservar la luz muy próxima a la capa de la resina es capaz de resultar perjudicial, dado que sería capaz de producir un calentamiento desmedido que perjudique la excelencia del componente y provoque irritación en los individuos. Las investigaciones indican que la aproximación óptima para el fotocurado tiene que ser de entre 2 y 5 mm para garantizar una apropiada intensidad sin alterar la extensión de curado (29).

### **Tipos de Lámparas de Fotocurado**

Fundamentalmente, las fuentes de fotocurado se categorizan en dos categorías: las halógenas y las LED. A pesar de que las lámparas halógenas han sido las más empleadas por años, poseen una variedad de restricciones. La generación de temperatura elevada es uno de sus problemas más notables, y su efectividad en el uso de la luz es bastante reducida, lo que

conlleva que una proporción más grande de luz se disipa en manera de temperatura alta. No obstante, continúan manteniéndose beneficiosos en algunos procesos gracias a su habilidad para producir un campo extenso de luz (27).

Por otro punto de vista, las lámparas LED brindan un mejor rendimiento y dominio acerca de la extensión de luz. Suministran una luz más exacta y homogénea en la región del rango óptimo destinada a la fotopolimerización (cerca de 430-490 nm). Asimismo, las lámparas LED poseen una duración más extensa, gastan poco consumo energético y producen un calor significativamente inferior al de las lámparas halógenas. Dichas propiedades convierten a las lámparas LED en la alternativa favorita destinada a la gran parte de los procesos clínicos actuales (30).

### **Propiedades Físico-Mecánicas Afectadas por la Fotopolimerización**

Las características físico-mecánicas de las resinas compuestas, como su consistencia a la deformación, su fuerza de superficie, su ajustamiento marginal y su nivel de transformación, se ven considerablemente influenciadas por la eficacia del procedimiento de fotopolimerización. Un reducido nivel de transformación implica que la resina no ha generado adecuados vínculos poliméricos, lo que puede poner en riesgo su robustez y fiabilidad a prolongado período (31).

Por ejemplo, la fuerza de una resina elaborada tiene una relación significativa con el nivel de transformación logrado. El nivel de transformación incrementa la estabilidad al deterioro y la longevidad de la reconstrucción. Asimismo, un alto nivel de transformación potencia la adaptabilidad marginal de la rehabilitación, reduciendo así el peligro de filtraciones marginales y de errores en los compuestos (28).

### **Comparación entre Resinas Compuestas**

Las resinas bulk-fill son un tipo de resinas elaboradas específicamente con el fin de facilitar un proceso de curado más intensivo en una única superficie. En contraste con las resinas tradicionales que necesitan ser colocadas en estratos de 2 mm de extensión, las resinas de bulk-fill tienen la capacidad de curar eficazmente en estratos de hasta 4-5 mm de extensión, lo que las convierte en más apropiadas enfocadas en cavidades de mayor profundidad. No obstante, asimismo es necesario una correcta adecuación de los estándares de curado en las resinas bulk-fill con el fin de asegurar que el procedimiento de fotopolimerización sea eficaz en la totalidad de la extensión de la superficie (30,31).

Por otro lado, las resinas nano-híbridas ofrecen una firmeza mecánica y de apariencia superior, aunque igualmente necesitan una fotopolimerización exacta con el fin de conseguir un efecto resistente y perdurable. Dichas resinas podrían ser más susceptibles a elementos incluyendo la proximidad y la duración de la exposición directa (31).

### **Resinas Bulk-Fill**

La resina de relleno en gran cantidad es una clase revolucionaria de resinas compuestas empleadas en la restauración dental con el fin de simplificar el procedimiento de curado de cavidades dentales de gran extensión. La presente resina ha estado especialmente creada con el fin de ser utilizada en estratos más altos, usualmente de 4-5 mm de grosor, en contraposición a las resinas tradicionales que necesitan ser utilizadas en estratos más pequeños de aproximadamente 2 mm. A subsiguiente, se expone una tesis acerca de la resina bulk-fill, que incluye sus atributos, beneficios, cualidades y el procedimiento de fotopolimerización (32).

### **Definición y Características de las Resinas Bulk-Fill**

Las resinas de bulk-fill son componentes de recuperación dental creados con el fin de facilitar un tratamiento más exhaustivo y eficaz en una exclusiva superficie, lo que disminuye considerablemente el periodo de labor y potencia la comodidad en el ámbito clínico. Las presentes resinas poseen una consistencia más flexible en comparación con las resinas tradicionales, lo que les facilita una mayor adaptación a las superficies más hondas, sin afectar su firmeza mecánica. Asimismo, están elaboradas con el fin de conseguir un alto nivel de curado en superficies más extensas, lo que incrementa la eficacia del proceso y disminuye el plazo requerido con el fin de la recuperación de la superficie dental (33).

#### **Componentes principales de la resina bulk-fill:**

1. **Monómeros de resina:** Las resinas bulk-fill, a diferencia de las resinas compuestas convencionales, se componen de monómeros de resina que se combinan para generar una sección polimérica.
2. **Carga:** Se emplea una presión mejorada, que facilita una aplicación y curado más efectivos en superficies de gran grosor (21).
3. **Fotoiniciadores:** Poseen fotoiniciadores altamente eficientes, tal igual que la camforquinona, que facilita una transformación veloz de los monómeros al ser operada por una infraestructura de luz en el intervalo apropiado de 430-490 nm.

#### **4. Mecanismo de Fotopolimerización de la Resina Bulk-Fill**

El procedimiento de fotopolimerización en resinas bulk-fill se basa en el similar fundamento esencial de las resinas compuestas convencionales: la utilización de fotoiniciadores a través de una potencia de luz determinada, idéntica a las lámparas LED para fotocurado. No obstante, por su considerable grosor, las resinas bulk-fill se fabrican con fotoiniciadores sofisticados que incrementan la longitud de curado, facilitando que la luz se introduzca de manera más eficiente en superficies extensas de composición (30).

5. El nivel de iluminación de la lámpara de curado es un elemento esencial en el procedimiento de fotopolimerización. Con el fin de conseguir una transformación total, es necesario utilizar lámparas que produzcan una potencia luminosa apropiada, idealmente superior a 1000 mW/cm<sup>2</sup>. Adicionalmente, las lámparas LED de elevada potencia resultan más eficaces con el fin de tratar resinas de llenado en gran volumen, dado que producen menor temperatura y ofrecen una luz más constante a lo largo del período (29).

### **Condiciones In Vitro**

Las investigaciones in vitro facilitan el manejo exacto de factores clave en la fotopolimerización, tales que el período de iluminación, la ubicación de la lámpara y la potencia de la luz. A pesar de que dichas investigaciones no reproducen en su totalidad las situaciones clínicas (a causa de a la inestabilidad en la proximidad de la lámpara y el desplazamiento del individuo en el transcurso del procedimiento), proporcionan información útil acerca del rendimiento de las resinas compuestas en el marco de situaciones reguladas (32).

La gestión de dichas características en investigaciones in vitro facilita el análisis exacto de la eficacia de diversos regímenes de curado, ofreciendo datos esenciales con el fin de optimizar la excelencia de las rehabilitaciones en el ámbito clínico (31).

### **Microdureza**

Representa una de las propiedades mecánicas descritas sobre la resistencia de un biomaterial al ser penetrado con una punta de ligera carga y con condiciones controladas. En el campo odontológico es usada la microdureza de Vickers como técnica mas empleada para la evaluación sobre la calidad de superficie del biomaterial de reconstrucción, donde se considera la resina compuesta (15).

### **Importancia clínica**

Esta propiedad se asocia de manera estrecha con el nivel de conversión de un monómero a polímero en el proceso de fotopolimerización. Siendo una más elevada microdureza el indicador de más nivel de conversión, para ello se va a traducir en una mejor propiedad mecánica con una más elevada resistencia al desgaste, mayor estabilidad de dimensiones y más duración clínica de dicha restauración (24).

### **Factores vinculados a la microdureza**

Varios factores determinan la microdureza de una resina compuesta dental:

**Tipo de resina:** Existen variadas cargas no orgánicas y matrices orgánicas que impactan la respuesta mecánica como las resinas tipo bulk fill y otras convencionales.

**Tiempo de exposición:** Al producirse mayor exposición a la fotopolimerización se genera mayor conversión y microdureza, sobre todo a nivel de capas profundas (23).

**Intensidad de luz:** Al existir mayor luminosidad, se da mayor eficiencia sobre la acción del fotoiniciador apoyando la reticulación a nivel del polímero.

**Distancia de la lámpara:** Con el incremento de la proximidad a la fuente de luz, va a producirse menor irradiación, con lo que disminuye posiblemente la microdureza (24).

**Espesor de la capa:** Si existe mayor grosor de capa, puede darse de forma incompleta la fotopolimerización, disminuyendo así la microdureza en las profundidades.

**Color/tinte de la resina:** Al darse un tono más oscuro se produce mayor absorción de luz, con la disminución de la penetración de luz y reducción de microdureza.

**Distribución del haz de luz:** Cuando se enfrenta el composite con áreas irregulares se puede dar un curado no eficiente (25).

**Definición de términos:**

**1.- Microdureza:** Se refiere a la medida de la resistencia de un material a la deformación superficial bajo una carga mínima. En odontología, la microdureza es utilizada para evaluar la resistencia superficial de resinas compuestas, que es un indicador de la durabilidad y desempeño clínico de los materiales dentales (4).

**2.- Resinas compuestas:** Son materiales dentales híbridos formados por una matriz de resina sintética (generalmente acrílica o epoxi) y partículas de relleno (como vidrio o cuarzo). Se utilizan principalmente en restauraciones dentales estéticas debido a su capacidad de imitar el color del diente natural (14).

**3.- Fotocurado:** Es un proceso mediante el cual un material resinoso se endurece o polimeriza utilizando luz de una fuente específica, generalmente una lámpara de fotopolimerización. La luz emitida provoca una reacción química que permite que la resina se endurezca rápidamente (21).

**4.- Tiempo de exposición:** Es el período durante el cual la resina compuesta es expuesta a la fuente de luz para permitir su fotopolimerización. Un tiempo adecuado de exposición es crucial para lograr una curación completa y óptima del material dental (16).

**5.- Distancia de fotocurado:** Se refiere a la distancia entre la fuente de luz (por ejemplo, la lámpara de fotopolimerización) y el material de resina compuesto durante el proceso de curado. Esta distancia puede afectar la eficiencia del fotocurado, ya que a mayor distancia, la intensidad de la luz disminuye y, por lo tanto, la eficacia de la polimerización (8).

**6.- Lámpara de fotopolimerización:** Dispositivo utilizado en odontología para emitir luz en el rango espectral adecuado para activar el proceso de fotopolimerización de las resinas

compuestas. Generalmente, estas lámparas emiten luz azul a longitudes de onda específicas para asegurar una adecuada curación del material (25).

**7.- Polimerización:** Es el proceso químico por el cual las moléculas individuales (monómeros) de una resina compuesta se enlazan entre sí para formar una red tridimensional (polímero), lo que provoca el endurecimiento del material (25).

**8.- Propiedades mecánicas:** Conjunto de características que definen el comportamiento de un material ante esfuerzos físicos, como la resistencia a la compresión, tracción, flexión y dureza. En el caso de las resinas compuestas, las propiedades mecánicas son esenciales para determinar su eficacia en restauraciones dentales (14).

**9.- Fotopolimerización:** Tipo de polimerización que se activa mediante la exposición a luz. En odontología, este proceso se usa para endurecer las resinas compuestas y otros materiales restauradores, permitiendo que se adapten a las cavidades dentales de manera precisa (19).

**10.- Vidrio de relleno:** Materiales inorgánicos que se utilizan en las resinas compuestas para mejorar sus propiedades mecánicas y estéticas. Estas partículas refuerzan la resina, mejorando su durabilidad, resistencia y apariencia, y son esenciales para obtener una restauración de alta calidad (7).

## 2.2. Formulación de Hipótesis

### 2.2.1 Hipótesis General

**Ha:** Existe diferencias significativas en la microdureza entre los tiempos de exposición y/o entre las distancias de fotocurado de dos resinas compuestas in vitro

**Ho:** No. diferencias significativas en la microdureza entre los tiempos de exposición y/o entre las distancias de fotocurado de dos resinas compuestas in vitro

### 2.2.2 Hipótesis Específicas

#### Hipótesis específica 1

**Ha:** Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 20 segundos.

**Ho:** No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 20 segundos.

#### Hipótesis específica 2

**Ha:** Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 40 segundos.

**Ho:** No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 40 segundos.

#### Hipótesis específica 3

**Ha:** Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 0 mm.

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 0 mm.

**Hipótesis específica 4**

**H<sub>a</sub>:** Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 2 mm.

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 2 mm.

**Hipótesis específica 5**

**H<sub>a</sub>:** Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 4 mm

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 4 mm

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Método de la investigación**

Hipotético deductivo: Se proyecta de forma tentativa dando posibilidad de responder a un problema, seguido de la observación y construida sobre un marco general, que permite la validación o refutación teórica (34).

### **3.2 Enfoque de la investigación**

Cuantitativa: Realizó objetivamente la medición de un evento aplicando estandarización de instrumento con la consecuente recopilación de información numérica, para ser analizada mediante la estadística. Buscando generalizar resultados con replicación de variables (34).

### **3.3 Tipo de investigación**

Aplicada: Orienta a dar solución a planteamientos prácticos y específicos generando solución útil dentro de un medio real. No solo quedándose en lo teórico sino en la acción concreta, que incide de manera directa en la realidad estudiada (34).

### **3.4 Diseño de investigación**

Experimental: Tiene la intención de manipulación observando el consecuente efecto que se da sobre las variables. De manera que queda establecida la causa y efecto necesario, acompañado de un control riguroso (35).

3.4.1 Corte: Transversal, ya que realiza la observación simultánea de un evento en un momento único recogiendo información de interés no requiriendo medir más de una vez el mismo, así que no hay evaluación ni seguimiento en el tiempo (35).

3.4.2 Alcance: Relacional, ya que intenta determinar de qué manera las variaciones de las condiciones de fotocurado modifican o influyen en las propiedades de las resinas,

específicamente en su microdureza (35).

### **3.5 Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población:**

Fueron todos los especímenes de resina Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) que serán expuestos a diferentes distancias de fotocurado y tiempos de polimerización para medición.

#### **Muestra:**

Se trabajó con una muestra por criterio, porque permite seleccionar las unidades de muestra (discos de resina) bajo condiciones específicas que son relevantes para los objetivos del estudio. Dado que estás investigando cómo diferentes tiempos de exposición y distancias de fotocurado afectan la microdureza, el muestreo por criterio te permite garantizar que las muestras son representativas de las condiciones experimentales necesarias para obtener resultados válidos y reproducibles. También teniendo en cuenta la viabilidad técnica (como tiempo, costos y recursos) y un balance entre control experimental y practicidad (35).

Del mismo modo basado en los estudios de Zuloeta et al. (6) y Daker et al. (7) quienes utilizaron un total de 40 y 60 discos de resina respectivamente.

En base a ellos, esta muestra se conformó de 60 discos de resina, divididos en 4 grupos que fueron:

#### **Resina Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative, 3M ESPE):**

##### **Grupo I:**

05 DISCOS A 20 SEGUNDOS Y 0 MM

05 DISCOS A 20 SEGUNDOS Y 2 MM

05 DISCOS A 20 SEGUNDOS Y 4 MM

##### **Grupo 2:**

05 DISCOS A 40 SEGUNDOS Y 0 MM

05 DISCOS A 40 SEGUNDOS Y 2 MM

05 DISCOS A 40 SEGUNDOS Y 4 MM

**Resina Filtek™ Z350 XT Universal Restorative, 3M ESPE):**

**Grupo 3:**

05 DISCOS A 20 SEGUNDOS Y 0 MM

05 DISCOS A 20 SEGUNDOS Y 2 MM

05 DISCOS A 20 SEGUNDOS Y 4 MM

**Grupo 4:**

05 DISCOS A 40 SEGUNDOS Y 0 MM

05 DISCOS A 40 SEGUNDOS Y 2 MM

05 DISCOS A 40 SEGUNDOS Y 4 MM

**Muestreo:**

No probabilístico por conveniencia, selecciona deliberadamente las unidades experimentales (discos de resina compuesta) en función de criterios previamente establecidos, Basado en el estudio de Salazar P. (13)

**Criterio de inclusión:**

- Especímenes elaborados solo con las resinas descritas
- Especímenes con medidas establecidas: 5 mm diámetro por 2 mm espesor
- Especímenes que siguieron el protocolo de confección.

**- Criterios de exclusión**

- Especímenes con burbujas
- Especímenes fisurados o agrietados
- Especímenes alterados física o químicamente en su confección

### 3.6. Variable y operacionalización

#### Matriz y operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR	ESCALA
Tiempo de exposición (VI)	Es la duración, en segundos, durante la cual se aplica la luz de fotocurado sobre una resina compuesta para activar su polimerización (18).	Se refiere a la cantidad de segundos que se aplica la lámpara de fotocurado LED sobre el espécimen de resina: 20 s y 40 s.	Duración de curado	Tiempo en segundos	20 s 40s	Cuantitativa discreta
Distancia de fotocurado (VI)	Es el espacio físico, medido en milímetros, entre la punta de la lámpara de fotocurado y la superficie de la resina durante la polimerización (9).	Se mide usando una regla digital entre la lámpara y el espécimen en milímetros: 0 mm (contacto), 2 mm y 6 mm	Proximidad lumínica	Milímetros entre fuente de luz y resina	0 mm / 2 mm / 4 mm	Cuantitativa continua
	Es la resistencia que	Se determina	Resistencia	Valor VHN en	Valor	Cuantitativa

<b>Microdureza superficial (VD)</b>	ofrece la superficie de un material a la penetración localizada, medida mediante técnicas estándar como la prueba Vickers (13).	aplicando una carga específica con un microdurómetro Vickers, registrando la dureza en unidades Vickers Hardness Number (VHN).	superficial	superficie de cada espécimen	numérico (cuantitativa continua)	continua
<b>Tipo de resina compuesta</b>	Clasificación de los materiales restauradores fotopolimerizables según su composición química y comportamiento clínico (11).	Se emplean dos tipos de resina: una resina nanohíbrida y una bulk-fill, preparadas en discos uniformes y asignadas a grupos comparativos.	Composición del material	Tipo de resina utilizada	Resina A (nanohíbrida) / Resina B (bulk fill)	Cualitativa nominal

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

#### **3.7.1. Técnica**

Observación: Consistió en realizar el examen, registro y análisis sistemático del fenómeno como se va a presentar dentro de un ámbito sea natural o controlado, permitiendo captación del comportamiento, reacción y variación de la unidad conformantes, en este caso de los especímenes de resina sobre los que se evaluará la microdureza.

#### **Procedimiento**

1.- Inició cuando el proyecto sea aceptado por la dirección de investigación de la EAP de odontología, para luego obtener la exoneración del Comité de ética.

2.- Preparación de muestras: se dispuso la preparación de unos treinta especímenes que se distribuyeron de manera equitativa en 2 grupos, Grupo I: conformado por 15 discos de resina Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative, 3M ESPE); y el grupo II, conformado por 15 muestras de resina nanohíbrida (Filtek™ Z350 XT Universal Restorative, 3M ESPE).

3.- Esta fue realizada a través de discos de patrones de silicona estandarizados, que guardaron las dimensiones de 5 mm de diámetro por 2 mm de espesor. Cada espécimen se ubicó sobre una lámina de vidrio y fue rellenada con composite en una capa, para evitar incluir burbujas. Para así realizar la estandarización a nivel superficial minimizando el efecto inhibidor de oxígeno, se procedió luego a cubrir a nivel superior mediante poliéster (Mylar) con anterioridad a ser fotocurado.

4.- El fotopolimerizado en los discos fue realizado con una lámpara LED con alta intensidad Bluephase N® (Ivoclar Vivadent®), que tendrá una verificación previa con el radiómetro manual Bluephase Meter II, asegurando una salida continua de 1200 mW/cm<sup>2</sup>.

La combinación experimental incluyó dos momentos de exposición de veinte y cuarenta segundos, con uso de tres proximidades de 0, 2 y 4 mm a la fuente de luz respecto a la resina, que se medirá con calibrador metálico milimetrado, Siendo cada variación realizada en una condición ambiental controlada. Luego de llegar al punto de fractura, los especímenes se almacenaron en agua destilada a temperatura de 37° C por espacio de 24 horas, sobre una estufa incubadora (Binder®), a fin de simular las condiciones térmicas intraorales previas a la medición de microdureza.

5.- Luego se evaluó la microdureza de superficie con el microdurómetro Vickers (Future-Tech FM-700 o Mitutoyo HM-200), donde se aplicó una fuerza continua de 200 gramos-fuerza (gf) durante 15 segundos sobre la parte central del disco. Cada una de las muestras tubo 3 indentaciones espaciadas entre ellas por al menos 1 mm, y el valor final de microdureza será obtenido de las 3 medidas que se expresan en unidades VHN (Vickers Hardness Number).

6.- Se efectuó la medición en un medio climatizado con temperatura constante de  $22 \pm 2$  °C y humedad relativa del  $50 \pm 10$  %, sin exposición directa a la luz solar ni presencia de vibraciones mecánicas, para que se garantice precisión en las mediciones. Los procedimientos se realizaron de forma estricta bajo protocolos guardando la bioseguridad y manejo instrumental del laboratorio.

### **3.7.2. Descripción de instrumentos**

#### **Ficha de Observación**

La ficha se compuso de columnas y filas, con las siguientes características:

#### **1. Columnas de Variables:**

**Tiempo de Exposición:** En esta columna se registró el tiempo que cada resina fue

expuesta a la luz de fotocurado. Se subdividió en dos subcolumnas: 20 segundos y 40 segundos

Esto permitió observar cómo el tiempo de exposición afecta la microdureza de las resinas.

**Distancia de Fotocurado:** Esta columna se subdividió en tres subcolumnas para reflejar las diferentes distancias de fotocurado:

- **0 mm:** Distancia de fotocurado donde la lámpara estuvo en contacto directo con la resina.
- **2 mm:** Distancia intermedia para analizar el efecto de una leve separación entre la lámpara y la resina.
- **4 mm:** Distancia en la que se evaluó el comportamiento de las resinas a mayor distancia del fotocurado.

**Tipo de Resina Compuesta:** Se incluyó una columna para registrar el tipo de resina utilizada en cada medición:

- **Bulk Fill:** Resina compuesta que se caracteriza por su capacidad para rellenar cavidades más grandes sin necesidad de ser aplicada en capas finas.
- **Filtek™ Z350 XT (3M ESPE):** Resina compuesta ampliamente utilizada en odontología por sus propiedades estéticas y mecánicas.

**Microdureza:** Se registró el valor de la microdureza de cada resina compuesta en función de las condiciones de fotocurado. Este valor representa la resistencia de la resina a la indentación y es un indicador clave de su calidad.

**Filas de Mediciones:** La ficha contenía 15 filas, cada una correspondiente a una medición realizada en un espécimen distinto. Estas filas se utilizaron para anotar los resultados obtenidos en cada combinación de tiempo de exposición, distancia de fotocurado y tipo de resina.

### **Detalle de las Variables Evaluadas**

1. **Tiempo de Exposición:** El tiempo de exposición al fotocurado es un factor crítico que

influye en la polimerización de la resina y, por ende, en su microdureza. En el estudio se utilizaron dos tiempos de exposición distintos:

**20 segundos:** Este tiempo representó una exposición corta, que se evaluó para verificar su efectividad en la microdureza.

**40 segundos:** Se evaluó un tiempo de exposición más largo para observar si había una mejora significativa en la microdureza en comparación con el tiempo de 20 segundos.

2. **Distancia de Fotocurado:** La distancia entre la lámpara de fotocurado y la resina también puede afectar el grado de polimerización y, por lo tanto, la dureza del material. Las siguientes distancias fueron evaluadas:

**0 mm:** Se consideró la distancia mínima, donde la lámpara de fotocurado estaba en contacto directo con la resina. Este valor se utilizó para medir el máximo potencial de curado.

**2 mm:** Una distancia intermedia, que es más representativa de las condiciones clínicas comunes, donde el fotocurado no está en contacto directo con la resina.

**4 mm:** Una distancia más amplia, para evaluar cómo la pérdida de intensidad del fotocurado afecta la microdureza.

3. **Tipo de Resina Compuesta:** Se utilizaron dos tipos de resinas compuestas, cada una con características particulares que pueden influir en los resultados obtenidos:

**Bulk Fill:** Este tipo de resina se caracteriza por su capacidad de curado en una sola capa gruesa, lo cual puede influir en su microdureza comparado con las resinas que requieren varias capas delgadas.

**Filtek™ Z350 XT (3M ESPE):** Resina compuesta ampliamente utilizada en odontología, conocida por su alta estética, durabilidad y resistencia. Esta resina fue seleccionada para evaluar cómo su microdureza se ve afectada por diferentes tiempos de exposición y distancias de fotocurado.

4. **Microdureza:** La microdureza se midió en cada combinación de variables para evaluar la resistencia de cada resina a la indentación, lo que proporciona una indicación de su

resistencia al desgaste. Esta propiedad es clave para determinar la calidad del material en aplicaciones clínicas como restauraciones dentales. Los valores obtenidos en la microdureza fueron anotados en la ficha de observación, indicando cómo cada variable influye en la dureza final de las resinas.

### **3.7.3 Validación:**

El instrumento contó con validación correspondiente sobre el contenido donde se evaluó previo a la aplicación de mediciones sobre las muestras, mediante 03 jueces que pudieron darle la posibilidad de aprobación para que se aplicable a las unidades respectivas del estudio. Con un puntaje promedio entre los tres jueves aprobatorios correspondientes a 1.

### **3.7.4 Confiabilidad**

Los equipos para utilizar por el laboratorio debieron estar calibrados, mediante el cual se verificó y ajustó la precisión de un instrumento de medición respecto a un patrón certificado. A su vez la Temperatura y humedad debieron mantenerse dentro de rangos estables, según especificaciones del equipo. La ausencia de vibraciones y una superficie nivelada también son necesarias para asegurar la precisión del penetrador y la lectura del indentado. A su vez el encargado de realizar la medición estuvo entrenado y calibrado siendo en este caso el experto a cargo el ingeniero responsable.

## **3.8. Procesamiento y análisis de datos**

Con la base de datos construida considerando tipos de resina, tiempo de exposición, distancia del fotocurado y microdureza, se procedió al cálculo de media, desviaciones estándares y valores mínimo y máximos. Se requirió la prueba de normalidad, siendo Shapiro Wilk la prueba usar, donde Si  $p < 0.05$ , se asumió que no hay normalidad (se aplica estadística no paramétrica). Se uso la prueba de U de Mann Whitney ( $p=0.009$ ) y la prueba de Kruskal -Wallis ( $p=0.016$ ). Siendo 2 tiempo y 3 distancias con 2 tipos de resinas, con

normalidad, la prueba de Anova. Se estableció un valor de  $\alpha = 0.05$ . Todo fue procesado con el software SPSS versión 27 y mostrados en tablas – gráficas.

### **3.9. Aspectos éticos**

Algunos considerandos fueron:

Existió cumplimiento de los protocolos señalados por el laboratorio, así como un manejo adecuado de desechos para conservar el ambiente.

No se consideró ningún otro fin que no sea el de la investigación, se descartaron intereses personales o institucionales.

Todo el estudio cumplió con todas las fases consideradas y mantendrá la originalidad y veracidad de esta.

El estudio tuvo consideración por las autorías intelectuales realizando el correcto citado y referencias de la bibliografía que utilizó.

No se produjo plagio académico en pro del cumplimiento de las buenas prácticas en investigación, así como también contó con el permiso del Comité de Ética de la universidad, siendo exonerado de revisión por no ser realizado en seres humanos, no involucrando riesgo alguno a la comunidad.

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1.1 Análisis descriptivos de resultados

Tabla 1. Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025

		Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	95% IC	
							Límite inferior	Límite superior
Tiempo	20 seg.	55.727	51.3	12.8077	36.3	74.7	50.944	60.509
	40 seg.	56.04	56.8	12.98	36.7	72.5	51.193	60.887
Distancia	0 mm	58.045	57.6	12.8602	42.2	74.7	52.026	64.064
	2 mm	56.28	56.6	12.7674	37.6	71.6	50.305	62.255
	4 mm	53.325	48.95	12.9322	36.3	69	47.273	59.377

En la tabla 1 se aprecia la influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, respecto al tiempo, a los 20 segundos se presenta una media igual a 55.727, mediana igual a 51.3, a los 40 segundos presenta una media de 56.04, mediana igual a 56.8; en cuanto a la distancia, se obtuvo que a 0 milímetros presenta una media igual a 58.045, mediana igual a 57.6, a los 2 milímetros una media de 56.28, mediana igual a 56.6, y a 4 milímetros una media de 53.325, mediana igual a 48.95.

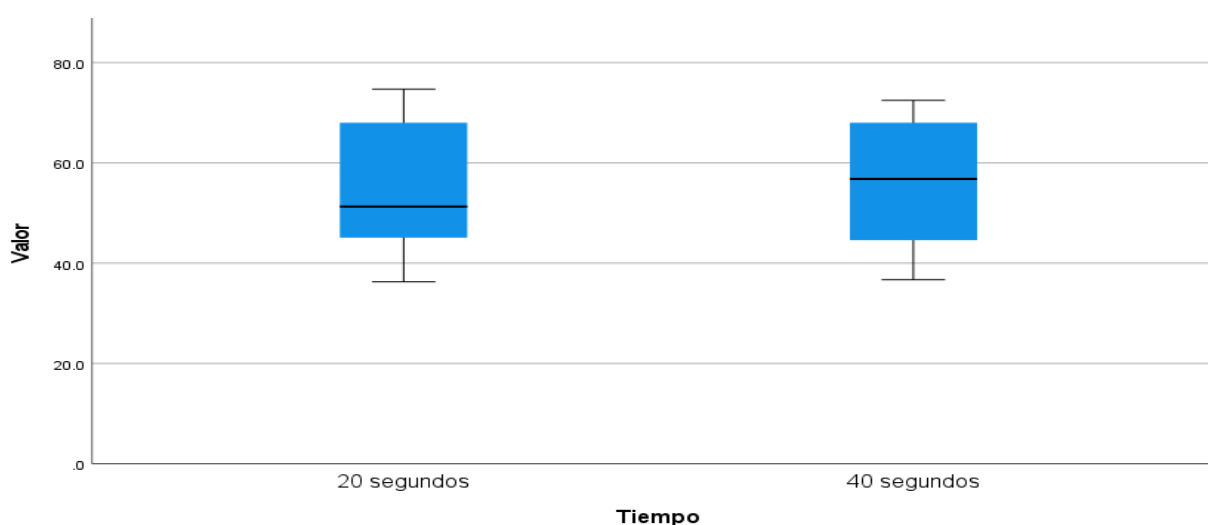


Figura 1. Gráfico de la influencia del tiempo de exposición de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025

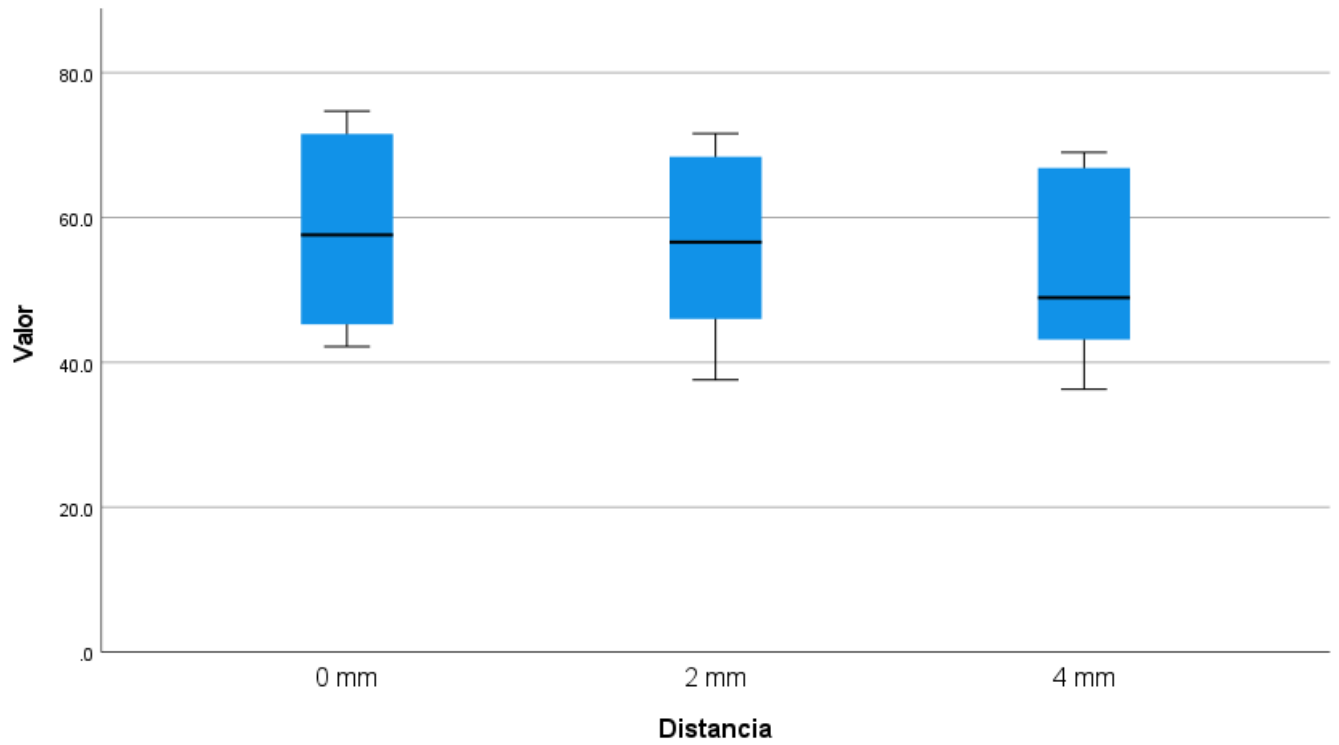


Figura 2. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025

Tabla 2. Influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Resina Bulk Fill</b>	43.947	45.1	4.0401	36.3	49.9	41.709	46.184
<b>Resina Filtek Z350 XT</b>	67.507	68	5.1097	52.7	74.7	64.677	70.336

En la tabla 2 se observa la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), respecto a la resina compuesta Bulk Fill presenta una media igual a 43.947, mediana igual a 45.1 y desviación estándar de 4.0401; en cuanto a la resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) presenta una media igual a 67.507, mediana igual a 68 y desviación estándar de 5.1097.

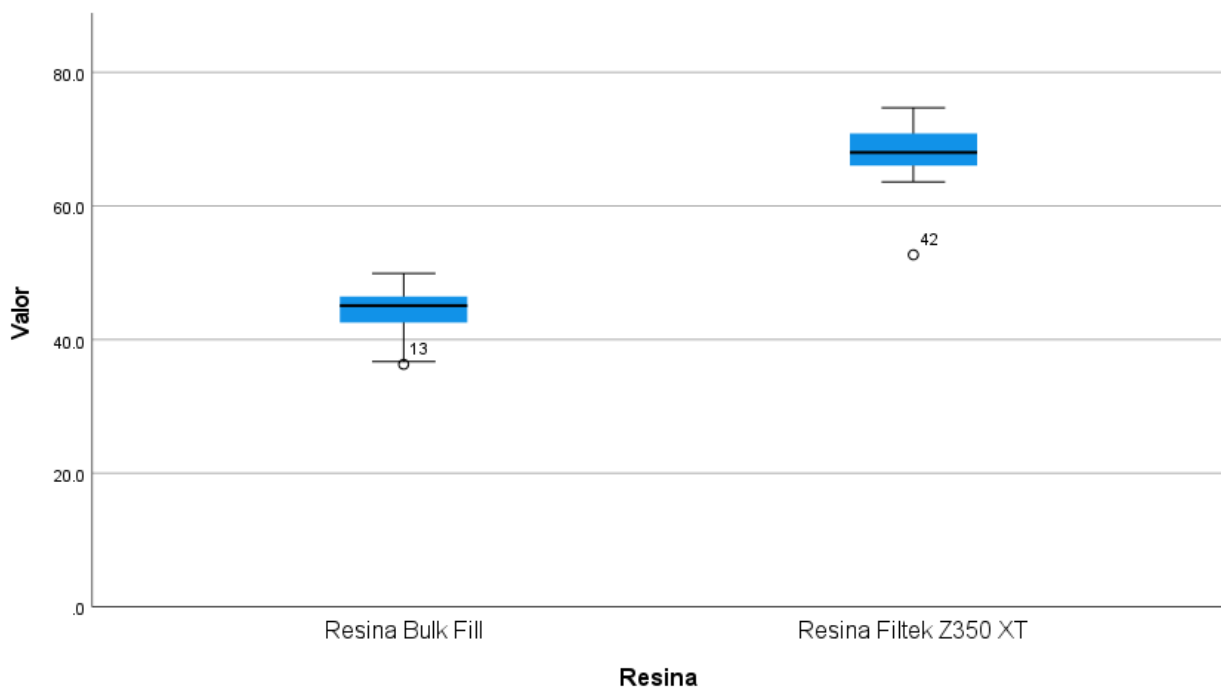


Figura 3. Gráfico de la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

Tabla 3. Influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Resina Bulk Fill</b>	43.64	44.6	3.614	36.7	49.9	41.639	45.641
<b>Resina Filtek Z350 XT</b>	68.44	68	2.5396	63.7	72.5	67.034	69.846

En la tabla 3 se aprecia la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), respecto a la resina compuesta Bulk Fill presenta una media igual a 43.64, mediana igual a 44.6 y desviación estándar de 3.614; en cuanto a la resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) presenta una media igual a 68.44, mediana igual a 68 y desviación estándar de 2.5396.

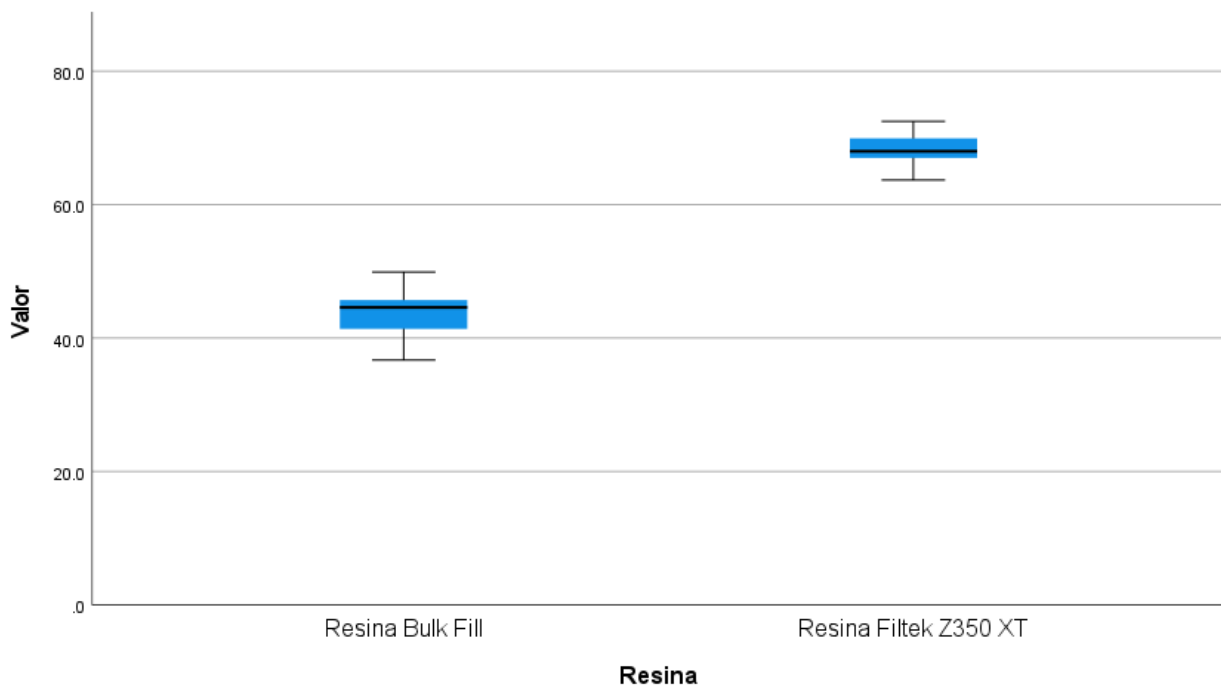


Figura 4. Gráfico de la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

Tabla 4. Influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Resina Bulk Fill</b>	45.84	45.25	2.8277	42.2	49.9	43.817	47.863
<b>Resina Filtek Z350 XT</b>	70.25	71.55	3.1813	65.3	74.7	67.974	72.526

En la tabla 4 se aprecia la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), respecto a la resina compuesta Bulk Fill presenta una media igual a 45.84, mediana igual a 45.25 y desviación estándar de 2.8277; en cuanto a la resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) presenta una media igual a 70.25, mediana igual a 71.55 y desviación estándar de 3.1813.

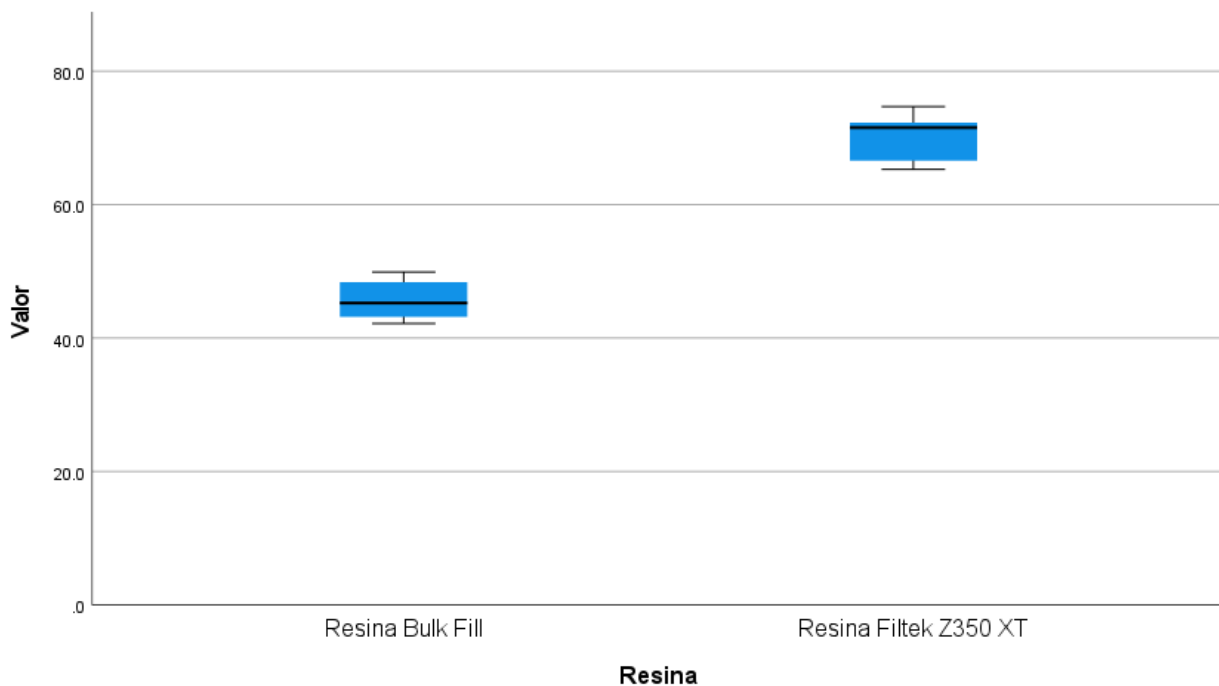


Figura 5. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

Tabla 5. Influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Resina Bulk Fill</b>	44.11	46	3.422	37.6	47.3	41.662	46.558
<b>Resina Filtek Z350 XT</b>	68.45	68.4	1.8125	65.9	71.6	67.153	69.747

En la tabla 5 se aprecia la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), respecto a la resina compuesta Bulk Fill presenta una media igual a 44.11, mediana igual a 46 y desviación estándar de 3.422; en cuanto a la resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) presenta una media igual a 68.45, mediana igual a 68.4 y desviación estándar de 1.8125.

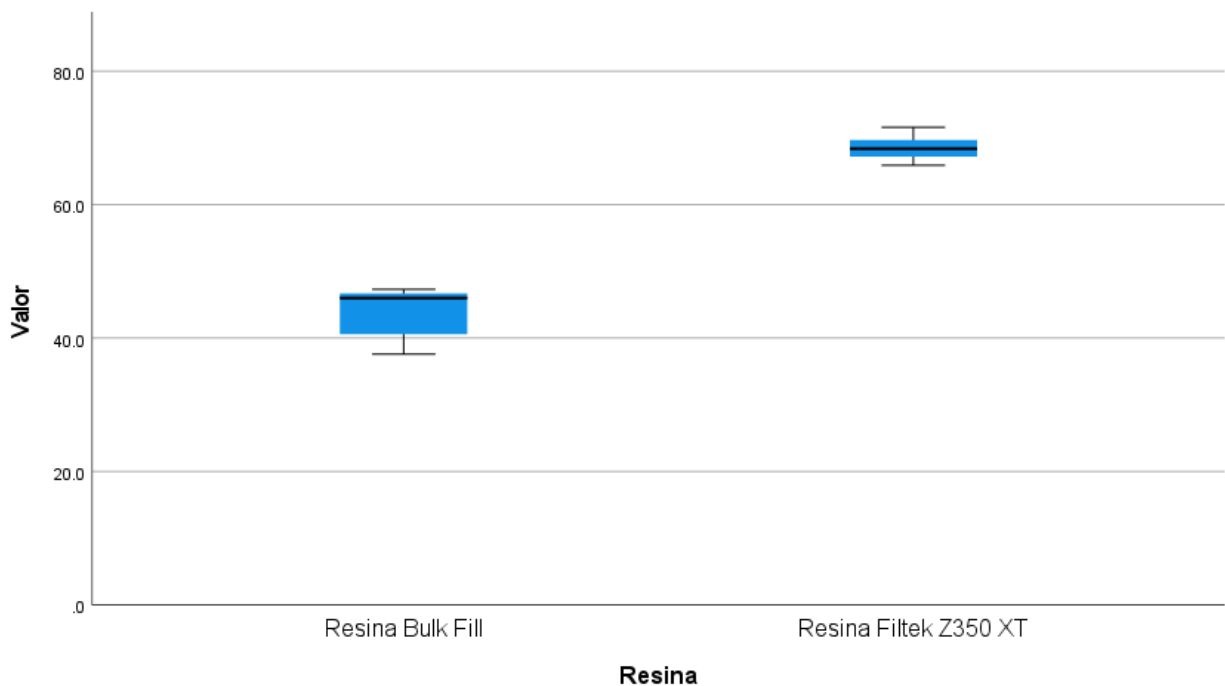


Figura 6. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

Tabla 6. Influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Resina Bulk Fill</b>	41.43	43.15	3.887	36.3	45.2	38.649	44.211
<b>Resina Filtek Z350 XT</b>	65.22	66.85	4.8511	52.7	69	61.75	68.69

En la tabla 6 se aprecia la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), respecto a la resina compuesta Bulk Fill presenta una media igual a 41.43, mediana igual a 43.15 y desviación estándar de 3.887; en cuanto a la resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) presenta una media igual a 65.22, mediana igual a 66.85 y desviación estándar de 4.8511.

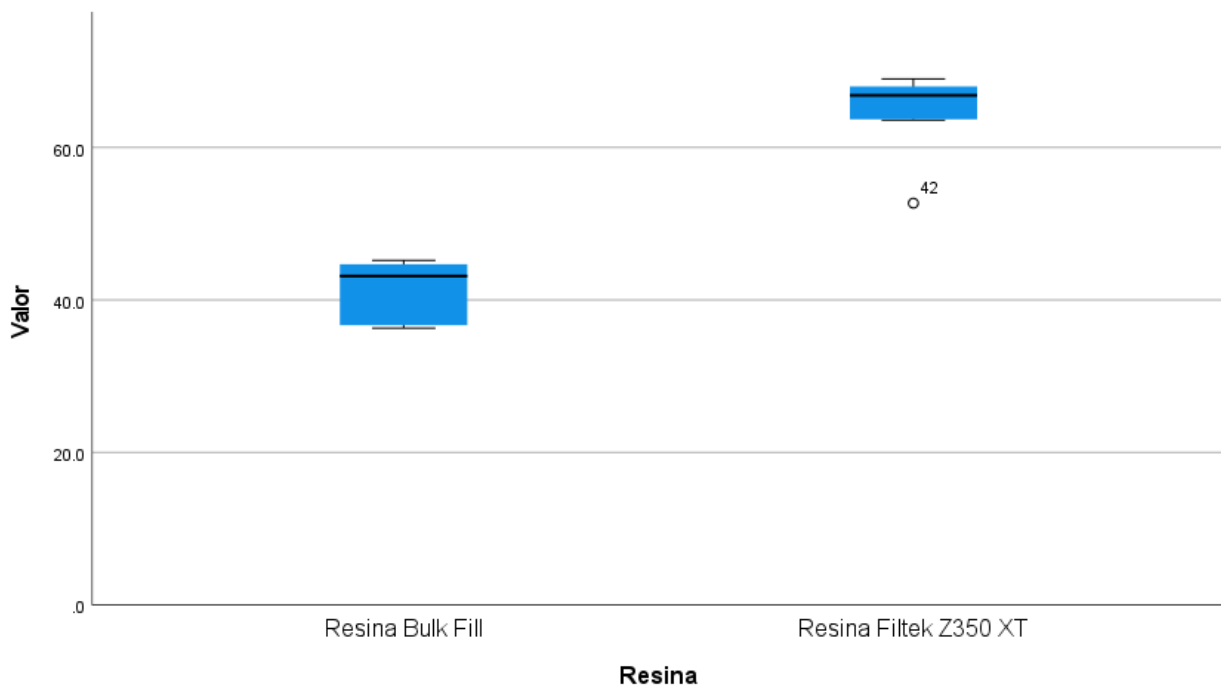


Figura 7. Gráfico de la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

## Prueba de normalidad

Tabla N° 6: Prueba de Normalidad de Shapiro –Wilk

<b>Shapiro –Wilk</b>			
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Resina Bulk Fill</b>	0.936	30	0.070
<b>Resina Filtek Z350 XT</b>	0.862	30	0.001

**Fuente: Elaboración propia**

### 4.1.2 Prueba de hipótesis

#### Prueba de hipótesis general:

Ha: Existe diferencias significativas en la microdureza entre los tiempos de exposición y/o entre las distancias de fotocurado de dos resinas compuestas in vitro

Ho: No existe diferencias significativas en la microdureza entre los tiempos de exposición y/o entre las distancias de fotocurado de dos resinas compuestas in vitro

Estadístico de prueba: Las pruebas realizadas serán la prueba U de Mann-Whitney y la Prueba de Kruskal-Wallis, debido a que los datos de las variables resinan Bulk Fill y resina Filtek Z350 XT no tiene distribución normal (Ver Tabla N° 6).

#### Toma de decisión:

De los valores mencionados se identificó el nivel de significancia, respecto a la influencia significativa del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas se obtuvo respecto al tiempo un p-valor de 0.971 ( $p > 0.05$ ) y a la distancia un p-valor de 0.016 ( $p > 0.05$ ), en conclusión, si existe una influencia significativa del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas. (Tabla N° 7).

Tabla N° 7: Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025

	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Prueba U de Mann-Whitney</b>	0.009
<b>Prueba de Kruskal-Wallis</b>	0.016

**Fuente: Elaboración propia**

### **Prueba de hipótesis específica 1**

Ha: Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 20 segundos.

Ho: No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 20 segundos.

Estadístico de prueba: La prueba realizada será la prueba U de Mann-Whitney, debido a que los datos de las variables resinas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) no tienen distribución normal (Ver Tabla N° 7).

Toma de decisión:

De los valores mencionados se identificó el nivel de significancia, respecto a la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) se obtuvo un p-valor de 0.000 ( $p < 0.05$ ), en conclusión, existe una influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE). (Tabla N° 9).

Tabla N° 9: Influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Prueba U de Mann-Whitney</b>	0.000

Fuente: Elaboración propia

### **Prueba de hipótesis específica 2**

Ha: Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 40 segundos.

Ho: No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT cuando el tiempo de exposición es 40 segundos.

Estadístico de prueba: La prueba realizada será la Prueba U de Mann-Whitney, debido a que los datos de las variables resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) no tienen distribución normal (Ver Tabla N° 7).

Toma de decisión:

De los valores mencionados se identificó el nivel de significancia, respecto a las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) se obtuvo un p-valor de 0.000 ( $p < 0.05$ ), en conclusión, Existe una influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE). (Tabla N° 10).

Tabla N° 10: Influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Prueba U de Mann-Whitney</b>	0.000

Fuente: Elaboración propia

### **Prueba de hipótesis específica 3**

Ha: Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 0 mm.

Ho: No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 0 mm.

Estadístico de prueba: La prueba realizada será la Prueba U de Mann-Whitney, debido a que los datos de las variables resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) no tienen distribución normal (Ver Tabla N° 7).

Toma de decisión:

De los valores mencionados se identificó el nivel de significancia, respecto a las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) se obtuvo un p-valor de 0.000 ( $p < 0.05$ ), en conclusión, Existe una influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE). (Tabla N° 11).

Tabla N° 11: Influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Prueba de Kruskal-Wallis</b>	0.000

Fuente: Elaboración propia

#### **Prueba de hipótesis específica 4**

Ha: Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 2 mm.

Ho: No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 2 mm.

Estadístico de prueba: La prueba realizada será la Prueba U de Mann-Whitney, debido a que los datos de las variables resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) no tienen distribución normal (Ver Tabla N° 7).

Toma de decisión:

De los valores mencionados se identificó el nivel de significancia, respecto a las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) se obtuvo un p-valor de 0.000 ( $p < 0.05$ ), en conclusión, Existe una influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE). (Tabla N° 12).

Tabla N° 12: Influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Prueba de Kruskal-Wallis</b>	0.000

Fuente: Elaboración propia

### **Prueba de hipótesis específica 5**

Ha: Existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 4 mm

Ho: No existen diferencias significativas en la microdureza entre Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT a una distancia de fotocurado de 4 mm

Estadístico de prueba: La prueba realizada será la Prueba U de Mann-Whitney, debido a que los datos de las variables resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) no tienen distribución normal (Ver Tabla N° 7).

Toma de decisión:

De los valores mencionados se identificó el nivel de significancia, respecto a las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) se obtuvo un p-valor de 0.000 ( $p < 0.05$ ), en conclusión, Existe una influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE). (Tabla N° 13).

Tabla N° 13: Influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)

	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Prueba de Kruskal-Wallis</b>	0.000

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3 Discusión

En el presente estudio se analizó la influencia del tiempo de exposición y la distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT. A través de la comparación de diversos grupos experimentales, se buscó determinar si existían diferencias significativas en la microdureza de los materiales bajo distintas condiciones de fotopolimerización. El análisis de estos resultados debe contextualizarse en el marco de investigaciones previas que han explorado de manera similar las propiedades de dureza de resinas compuestas frente a diferentes parámetros de fotopolimerización.

Uno de los estudios más relevantes en cuanto a la influencia de las condiciones de fotocurado es el de **Torres y Sánchez (11)**, que se centra en la distancia de la punta de fotopolimerización y su impacto en la dureza superficial de las resinas compuestas. En su investigación, los autores encontraron que la distancia de la punta de fotopolimerización afecta significativamente la dureza superficial de los materiales, lo cual está en línea con los hallazgos del presente estudio en cuanto a la distancia de fotocurado a 0 mm, 2 mm y 4 mm. Sin embargo, en este estudio se observó que a medida que la distancia aumentaba, la microdureza disminuía, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. En contraste, en el estudio de Torres y Sánchez, la diferencia fue más marcada, lo que podría indicar una diferencia en las técnicas de fotopolimerización utilizadas, o incluso en las características específicas de las resinas empleadas.

Por otro lado, **Martínez y Herrera (12)** en su trabajo sobre la eficacia de lámparas LED versus lámparas halógenas en la fotopolimerización de resinas compuestas, también reportaron variaciones significativas en la dureza de las resinas según el tipo de lámpara utilizada. Su estudio subraya la importancia de la fuente de luz y cómo las lámparas LED tienden a generar una polimerización más eficiente y homogénea que las lámparas halógenas. Este aspecto no fue considerado en nuestra investigación, en la que se utilizó una fuente de luz constante para

todos los experimentos. La exclusión de este factor en nuestro estudio podría explicar las diferencias en los resultados observados, ya que una variabilidad en la fuente de fotopolimerización podría influir de manera significativa en los resultados de dureza. Es posible que en nuestro caso, las condiciones de fotocurado hayan sido homogéneas, pero la ausencia de diferencias significativas podría deberse a que la lámpara utilizada no fue lo suficientemente potente como para generar variaciones notables en la dureza entre las distintas condiciones de exposición y distancia.

**Salazar Ramos (13)**, en su investigación sobre la influencia de las lámparas de polimerización sobre la microdureza de resinas compuestas, también resalta la importancia de la correcta selección de los parámetros de fotocurado. En este estudio, el autor encuentra que un tiempo de exposición adecuado y una distancia de fotocurado controlada pueden mejorar significativamente la microdureza de las resinas. Aunque Salazar Ramos encontró una relación directa entre estos factores, en nuestro estudio los resultados fueron dispares: aunque las resinas mostraron diferencias en cuanto a la media de microdureza, los valores de  $p$  en las pruebas de hipótesis indicaron que estas diferencias no eran estadísticamente significativas. Esto sugiere que, a pesar de que la literatura respalda la influencia del tiempo y la distancia de fotocurado, otros factores experimentales como la técnica de medición o las condiciones de laboratorio podrían haber influido en los resultados obtenidos.

En un estudio más reciente, **Carrión y Rodríguez (14)** realizaron una evaluación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas en función de las condiciones de fotopolimerización, y concluyeron que un mayor tiempo de exposición y una mayor cercanía entre la punta de la lámpara y la superficie del material mejoraban la penetración de la luz y, por ende, la polimerización y la dureza. Esta conclusión resuena con los hallazgos de nuestra investigación en cuanto a la influencia de la distancia de fotocurado en la microdureza. No obstante, mientras Carrión y Rodríguez reportaron un aumento significativo de la dureza a

medida que se incrementaba el tiempo de exposición, en nuestro estudio los resultados fueron más equilibrados, sugiriendo que la duración del fotocurado no fue tan determinante en el comportamiento de las resinas bajo las condiciones de prueba empleadas.

En relación con el trabajo de **González y Pérez (15)**, que abordó el efecto del tiempo de exposición en la microdureza de resinas compuestas fotopolimerizables, los resultados obtenidos indicaron que el tiempo de exposición tenía un efecto significativo en la dureza, especialmente cuando se utilizaban tiempos prolongados de fotocurado. Sin embargo, en el presente estudio, los tiempos de exposición de 20 y 40 segundos no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo cual podría estar relacionado con las propiedades particulares de las resinas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT. Las características químicas y físicas de las resinas pueden influir en la respuesta a diferentes tiempos de fotocurado, lo cual podría explicar las variaciones entre los resultados obtenidos en este estudio y los reportados por González y Pérez.

Por otro lado, en el estudio de **Wang et al. (16)**, que investigó la influencia de la tonalidad y el grosor sobre la microdureza de los materiales compuestos en función de la inhomogeneidad del haz de luz, se concluyó que una mayor opacidad y grosor de las resinas dificultan la fotopolimerización uniforme, lo que afecta negativamente a la dureza superficial del material. En nuestra investigación, aunque no se analizó directamente el grosor o la tonalidad de las resinas, sí se controlaron otras variables como el tiempo de exposición y la distancia, lo que podría haber minimizado la influencia de factores como el grosor. Sin embargo, si se hubieran considerado estos aspectos, podrían haber generado más variabilidad en los resultados.

El trabajo de **Duratbegović et al. (17)** también aporta valiosa información sobre la interacción entre la intensidad de la luz, el tiempo de exposición y la distancia de fotocurado, destacando que una mayor intensidad y tiempo de exposición benefician la dureza de las resinas

compuestas, pero la distancia también juega un papel crucial. En su investigación, observaron que la dureza disminuía a medida que aumentaba la distancia de fotocurado, lo que concuerda parcialmente con los resultados obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, mientras que Duratbegović et al. encontraron diferencias significativas entre las condiciones de distancia, en este estudio las diferencias fueron menores y no alcanzaron la significancia estadística.

Por último, **Szalewski et al. (18)** y **Ciocan et al. (19)**, en sus estudios sobre el tiempo y el modo de fotopolimerización, también encontraron que factores como la exposición al aire y la capa de inhibición de oxígeno influyen en el grado de conversión y dureza del material. Si bien estos estudios subrayan la complejidad del proceso de fotocurado y la importancia de controlar las condiciones ambientales, nuestra investigación se centró principalmente en el control de las variables de tiempo y distancia de fotocurado, sin considerar exhaustivamente factores como la inhibición de oxígeno, lo que podría haber influido en la variabilidad de los resultados.

En resumen, los resultados de la presente investigación muestran que, aunque la literatura respalda una relación entre las condiciones de fotocurado y la microdureza de las resinas compuestas, las diferencias observadas en este estudio podrían deberse a una combinación de factores como las características específicas de las resinas, las técnicas de medición empleadas, las condiciones experimentales y los métodos de fotocurado utilizados. A pesar de que varios estudios como los de **Torres y Sánchez (11)**, **Martínez y Herrera (12)** y **González y Pérez (15)** sugieren una influencia significativa de las condiciones de fotocurado en la dureza de las resinas, en este estudio no se encontró una relación directa y estadísticamente significativa.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

PRIMERA: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la microdureza al comparar los tiempos de exposición de 20 s y 40 s en el conjunto de especímenes evaluados ( $p=0.009$ ). A su vez se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la microdureza al comparar las distancias de fotocurado de 0, 2 y 4 mm en el conjunto de especímenes evaluados ( $p=0.016$ ).

SEGUNDA: Bajo el tiempo de exposición de 20 s, la resina Filtek™ Z350 XT presentó una microdureza significativamente mayor que la resina Bulk Fill ( $p<0.000$ ).

TERCERA: Bajo el tiempo de exposición de 40 s, la resina Filtek™ Z350 XT presentó una microdureza significativamente mayor que la resina Bulk Fill ( $p<0.000$ ).

CUARTA: A la distancia de fotocurado de 0 mm, la resina Filtek™ Z350 XT presentó una microdureza significativamente mayor que la resina Bulk Fill ( $p<0.000$ ).

QUINTA: A las distancias de fotocurado de 2 mm, la resina Filtek™ Z350 XT presentó una microdureza significativamente mayor que la resina Bulk Fill ( $p<0.000$ ).

SEXTA: A las distancias de fotocurado de 4 mm, la resina Filtek™ Z350 XT presentó una microdureza significativamente mayor que la resina Bulk Fill ( $p<0.000$ ).

### 5.3 Recomendaciones

- 1.- Se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen otros parámetros de fotocurado, como diferentes intensidades de luz, tipos de lámparas y tiempos de exposición más prolongados, con el fin de profundizar en su efecto sobre la microdureza de las resinas compuestas.
2. Considerando que se encontraron diferencias significativas en la microdureza al variar los tiempos de exposición entre 20 y 40 segundos, se sugiere evaluar tiempos superiores a 40 segundos para determinar si exposiciones más prolongadas.
3. Dado que la distancia de fotocurado mostró diferencias estadísticamente significativas entre 0, 2 y 4 mm, se recomienda investigar distancias intermedias y mayores, así como técnicas de fotocurado que optimicen la transmisión de luz en situaciones clínicas desfavorables.
4. Debido a que la resina Filtek™ Z350 XT presentó valores de microdureza significativamente mayores que la resina Bulk Fill en todas las condiciones evaluadas, se recomienda considerar este comportamiento al momento de la selección del material restaurador cuando la microdureza superficial sea un factor clínico relevante.
5. Se recomienda ampliar la evaluación a otras propiedades mecánicas y físicas de las resinas compuestas, como resistencia al desgaste, módulo elástico y grado de conversión, para obtener una visión integral del comportamiento de estos materiales.
6. Se sugiere realizar estudios con un mayor tamaño muestral y diseños factoriales que permitan analizar de manera simultánea la interacción entre tipo de resina, tiempo de exposición y distancia de fotocurado.

## REFERENCIAS

1. Duratbegović, D., Pervan, N., Jakupović, S., & Kobašlija, S. (2024). The Effects of Intensity, Exposure Time, and Distance of Polymerization Light on Vickers Microhardness and Temperature Rise of Conventional Resin-Based Composite. *Polymers*, *16*(22), 3175. <https://doi.org/10.3390/polym16223175>
2. Piras, F. F., Faraoni, J. J., & Palma-Dibb, R. G. (2016). Influence of Light Source and Photopolymerization Distance on Composite Resin Microhardness. *Journal of Dentistry and Oral Implants*, *1*(2), 1-10. <https://doi.org/10.14302/issn.2473-1005.jdoi-16-1079>
3. Dos Santos DB, Romano BC, Pecorari VGA, Price RB, Giannini M. Effect of high irradiance and short exposure times on the depth of cure of six bulk-fill resin composites. *Eur J Oral Sci*. 2024;132(4):e12990. doi:10.1111/eos.12990
4. Labrie, D., & Price, R. B. (2022). Effect of Thickness on the Degree of Conversion of Two Bulk-Fill and One Conventional Posterior Resin-Based Composites at High Irradiance and High Temporal Resolution. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *131*, 104364.
5. Rodriguez A, Yaman P, Dennison J, Garcia D. Effect of Light-Curing Exposure Time, Shade, and Thickness on the Depth of Cure of Bulk Fill Composites. *Oper Dent*. 2017;42(5):505-513. doi:10.2341/16-057-L
6. Zuloeta L, Luis Alexander, Orrego Al. Surface microhardness of nanohybrid and microhybrid composite resins light cured at different distances. *Dental Materials and Techniques*. 2023; 12(4): 175-179. doi: 10.22038/jdmt.2023.74098.1581
7. Daher R, Krejci I, Rocca GT, et al. Effect of light-curing time and direction on microhardness of a light-cured resin composite to cement CAD-CAM restorations. *Am J Dent*. 2022;35(3):123-127.
8. Aguiar FH, Lazzari CR, Lima DA, Ambrosano GM, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res*. 2005;19(4):302-306. doi:10.1590/s1806-83242005000400012
9. Soto-Montero J, Nima G, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Influence of Multiple Peak Light-emitting-diode Curing Unit Beam Homogenization Tips on Microhardness of Resin Composites. *Oper Dent*2020; 45: 327-338.

10. Shimokawa C, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth. *Oper Dent* 2020; 45: E141-E155.
11. Torres, C., & Sánchez, J. (2024). *Influencia de la distancia de la punta de fotopolimerización en la dureza superficial de resinas compuestas*. *Revista Mexicana de Odontología*, 32(3), 200-206.
12. Martínez, F., & Herrera, D. (2023). *Comparación de la eficacia de lámparas LED y halógenas en la fotopolimerización de resinas compuestas*. *Revista Latinoamericana de Odontología*, 15(1), 78-85.
13. Salazar Ramos, P. (2022). *Influencia de lámparas de polimerización sobre la microdureza de resinas compuestas*. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Disponible en: Repositorio UPOCH
14. Carrión, J., & Rodríguez, M. (2021). *Evaluación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas en diferentes condiciones de fotopolimerización*. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 68(1), 45-52.
15. González, L., & Pérez, A. (2020). *Efecto del tiempo de exposición en la microdureza de resinas compuestas fotopolimerizables*. *Revista Peruana de Investigación Odontológica*, 10(2), 123-130.
16. Wang L, Ku H, Kim D, Tan J, Peng Y, Wu C. Effect of shade and thickness on the microhardness of resin-based composite specimens at different points considering curing light beam's inhomogeneity. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):865. doi:10.1186/s12903-024-04647-2.
17. Duratbegović D, Pervan N, Jakupović S, Kobašlija S. The effects of intensity, exposure time, and distance of polymerization light on Vickers microhardness and temperature rise of conventional resin-based composite. *Polymers*. 2024;16(22):3175. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4360/16/22/3175>
18. Szalewski L, Wójcik D, Sofińska-Chmiel W, Kuśmierz M, Różyło-Kalinowska I. How the duration and mode of photopolymerization affect the mechanical properties of a dental composite resin. *Materials*. 2023;16(1):113. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/16/1/113>
19. Ciocan LT, Danilov DL, Greabu M, Neagu TP, Udeanu DI, Ilie CI, et al. Influence of air barrier and oxygen inhibition layer on degree of conversion and hardness of different restorative materials. *Polymers (Basel)*. 2022;14(24):5346. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/24/5346>

20. Dikova, T., Maximov, J., Todorov, V., Georgiev, G., & Panov, V. (2021). Optimization of Photopolymerization Process of Dental Composites. *Processes*, 9(5), 779.
21. Go YR, Kim KM, Park SH. Influence of inhomogeneity of the polymerization light beam on the microhardness of resin cement under a CAD-CAM block. *J Prosthet Dent*. 2022;127(5):e1–10. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.02.004>
22. Kang S, Ryu SY, Kim KM, Park SH. Effect of thickness on the translucency of resin-based composites and glass-ceramics. *Dent Mater J*. 2023;42(1):30–41. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-093>
23. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. *Dent Mater*. 2018;34(8):1211–21. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.002>
24. Ko H, Kim D, Park SH. Homogeneity of dental curing unit beam profile and its effect on microhardness of dental composites with varying thicknesses. *Dent Mater*. 2022;38(8):e231–43. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.06.011>
25. Ko H, Kim D, Park SH. Homogeneity of dental curing unit beam profile and its effect on microhardness of dental composites with varying thicknesses. *Dent Mater*. 2022;38(8):e231–43. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.06.011>
26. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. *Dent Mater*. 2018;34(8):1211–21. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.002>
27. Go YR, Kim KM, Park SH. Influence of inhomogeneity of the polymerization light beam on the microhardness of resin cement under a CAD-CAM block. *J Prosthet Dent*. 2022;127(5):e1–10. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.02.004>
28. Ardu S, Daher R, Di Bella E, Rossier I, Krejci I. Influence of mechanical and chemical degradation on surface gloss of direct and CAD-CAM resin composite materials. *Am J Dent* 2020; 33: 157-160.
29. Shimokawa C, Giannini M, André CB, Sahadi BO, Faraoni JJ, Palma-Dibb RG, et al. In vitro evaluation of surface properties and wear resistance of conventional and bulk-fill resin-based composites after brushing with a dentifrice. *Oper Dent* 2019; 44: 637-647.
30. S. De Nys, E. Putzeys, R.C. Duca, P. Vervliet, A. Covaci, I. Boonen, et al., Long-term elution of bisphenol A from dental composites, *Dent. Mater*. 2021; 1561–1568, <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.08.005>

31. M.G. Rocha, C. Maucoski, J.F. Roulet, R.B. Price, Depth of cure of 10 resin-based composites light-activated using a laser diode, multi-peak, and single-peak lightemitting diode curing lights, *J. Dent.* 12022; 104141, <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104141>.
32. Maucoski C, Price R, Rocha M, Roulet J, Sullivan, B. Ability of short exposures from laser and quad-wave curing lights to photo-cure bulk-fill resinbased composites, *Dent. Mater.* 39 (2023) 275–292, <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.01.007>
33. Maucoski C, Price R, Rocha M, Roulet J, Sullivan B, Ability of short exposures from laser and quad-wave curing lights to photo-cure bulk-fill resinbased composites, *Dent. Mater.* 39 (2023) 275–292, <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.01.007>
34. Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú; 2023. Pag 53
35. Hernández, R. (2020) Metodología de la investigación. Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. Quinta edición.

**ANEXOS**

**Anexo N ° 1: Matriz de consistencia**

<b>Título: “Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025”</b>				
<b>Formulación del Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Diseño metodológico</b>
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>1.- ¿Cuál es la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?</p> <p>2.- ¿Cuál es la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?</p> <p>3.- ¿Cuál es la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Analizar la Influencia del tiempo y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>1.- Comparar la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>2.- Comparar la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>3.- Comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 0 mm</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p><b>Ha:</b> Existe una influencia significativa del tiempo y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas</p> <p><b>Ho:</b> No existe una influencia significativa del tiempo y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>Ha: Existen diferencias significativas al comparar la influencia del tiempo de exposición de 20 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>Ha: Existen diferencias significativas a comparar la influencia del tiempo de exposición de 40 segundos en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>Ha: Existen diferencias significativas al comparar la influencia de la distancia de</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Tiempo de exposición</p> <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Distancia de fotocurado</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Microdureza</p> <p><b>Variable interviniente</b></p> <p>Resinas</p>	<p><b>Método:</b></p> <p>Hipotético deductivo</p> <p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>Experimental, Longitudinal, prospectivo</p> <p><b>Población</b></p> <p>Serán los especímenes de resina Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p><b>Muestra:</b></p>

<p>compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?</p> <p>4.- ¿Cuál es la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?</p> <p>5.- ¿Cuál es la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)?</p>	<p>en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>4.- Comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>5.- Comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p>	<p>fotocurado a 0 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>Ha: Existen diferencias significativas al comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 2 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p> <p>Ha: Existen diferencias significativas al comparar la influencia de la distancia de fotocurado a 4 mm en la microdureza de las resinas compuestas Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE)</p>		<p>Se conformó de 60 discos de resina, subdividiéndose en dos grupos:</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>No probabilístico por criterio</p>
--	--	--	--	---



## Anexo N° 3 Validez del instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: DR.CD. RAÚL ROJAS ORTEGA

1.2 Cargo e Institución donde labora: DOCENTE TIEMPO PARCIAL – UPNW

1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación

1.4 Autor(es) del Instrumento: Aguirre Y.

1.5 Título de la Investigación: "Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025"

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la Investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1xA) + (2xB) + (3xC) + (4xD) + (5xE)}{50} = 0$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00 – 0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60 – 0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70 – 1,00]

IV. OPINION DE APLICABILIDAD: S/

Lima, 18 de Setiembre del 2025

Dr. CD. Raúl A. Rojas Orteg  
COP 14946 / RNA 0162

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: DR.CD. CHRISTIAN GOMEZ CARRIÓN

1.2 Cargo e Institución donde labora: DOCENTE TIEMPO PARCIAL – UPNW

1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación

1.4 Autor(es) del Instrumento: Aguirre Y.

1.5 Título de la Investigación: “Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025”

## II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					2
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					2
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					2
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					2
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					2
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					2
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					2
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					2
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					2
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					2
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 1$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINION DE APLICABILIDAD: ✓

Lima, 18 de Setiembre del 2025



Dr. Christian E. Gómez Corrión  
REHABILITACIÓN ORAL  
C.O.P.: 21280  
R.N.I.: 2828

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: DR.CD. OMAR MINAYA RONDÓN

1.2 Cargo e Institución donde labora: DOCENTE TIEMPO PARCIAL – UPNW

1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación

1.4 Autor(es) del Instrumento: Aguirre Y.

1.5 Título de la Investigación: “Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025”

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la Investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
<b>CONTEO TOTAL DE MARCAS</b> (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 1$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINION DE APLICABILIDAD:

Lima, 18 de Setiembre del 2025


  
OMAR MINAYA RONDÓN  
DENTISTA  
C O P 20550 RNE 1725

## Anexo N° 4 Confiabilidad del instrumento



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIAL  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES




Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°		CC-055-2025	VERSION N° 01	Fecha de emisión:	08-09-2025
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE DURÓMETRO MICROVICKERS</b>					
<b>1. DATOS DEL SOLICITANTE</b>					
Razón Social	: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC.				
Ruc	: 20565244877				
Dirección	: Jr. Nepentás 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima				
<b>2. DATOS DEL INSTRUMENTO</b>					
<b>DURÓMETRO DE MICROVICKER DIGITAL</b>	Marca	: LG			Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.  El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.
	Modelo	: HV-1000			
	Serie	: 8975			
	Fuerza de prueba máx	: 1000g			
	Tipo	: Digital			
	Procedencia	: Corea			
	Ubicación	: Área de Dureza y Calibraciones I			
<b>3. METODO DE CALIBRACION</b>					
La calibración se realizó por medición indirecta y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad internacional.					
<b>4. LUGAR DE CALIBRACION</b>					
Fecha de calibración	01 de Agosto del 2024				
Lugar de Calibración	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC Jr. Nepentás 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho				
<b>5. CONDICIONES DE ENSAYO</b>					
	<b>Inicial</b>				<b>Final</b>
Temperatura	19.4 °C				19.4 °C
Humedad Relativa	75 %HR				75 %HR
					
<b>6. PATRONES DE REFERENCIA</b>					
	<b>Patrón</b>	<b>Valor / Clase</b>	<b>Marca</b>	<b>Identificación</b>	<b>Certificado de Calibración</b>
	Termohigrómetro	-30 a 60°C / 0 a 100,0 % H.R.	ELITECH	ILMT-3698	TH25-0775
	Bloque patrón	413 HV/HV0.2	LG TESTER	V1610-90	8975-HV-1000LG
	Bloque patrón	744 HV/HV1	LG TESTER	V1610-124	8975-HV-1000LG




LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALE  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°	CC-055-2025	VERSION N° 01	Fecha de emisión:	08-09-2025
<b>7. RESULTADOS DE CALIBRACION</b>				
<b>ERROR DE INDICACIÓN</b>				
<b>Condiciones Ambientales</b>				
Inicial	19.4	Final	19.4	
Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidades
413	412.1	0.9	0.98	HV
744	745.5	-1.5	0.89	HV
<b>ERROR DE REPETIBILIDAD</b>				
<b>Condiciones Ambientales</b>				
Inicial	19.4	Final	19.4	
Valor Patrón (HV)	Indicación (HV)	Corrección (HV)		
413	412.1	0.9		
413	414.8	-1.8		
413	413.4	-0.4		
413	412.1	0.9		
413	412.9	0.1		
<b>8. OBSERVACIONES</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>~ La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura <math>k=2</math>, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.</li> <li>~ Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".</li> </ul>				
<b>9. CONCLUSIONES</b>				
~ De las mediciones realizadas se concluye que el instrumento se encuentra <b>calibrado</b> debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.				
  <b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
FIN DEL DOCUMENTO				

## Anexo N ° 5 Aprobación del Comité de ética

  
Universidad  
Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

**CONSTANCIA DE  
EXONERACIÓN DE REVISIÓN**

Lima, 19 de agosto del 2025.

Autor Responsable:  
Yaritza Albina Aguirre Shupingahua.

Exp. Nº: 2066-2025.

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEIC-UPNW) acuerda la EXONERACIÓN DE REVISIÓN del siguiente proyecto de estudio:

Proyecto titulado: "Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025" Aprobado con fecha 19/08/ 2025.

El cual tiene como Autor(es) a:



**Yaritza Albina Aguirre Shupingahua**

La EXONERACIÓN de la revisión comprende el cumplimiento de los criterios de exención establecidos en la normativa vigente, la no intervención de sujetos humanos, la ausencia de riesgos superiores a los mínimos, entre otros.

La vigencia del presente documento es 24 meses a partir de su emisión.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.


Atentamente,

Mg. Angélica Karina Maza Galarreta  
Presidente  
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica  
Universidad Privada Norbert Wiener

Avenida Anaspiza 440  
Universidad Privada Norbert Wiener  
Teléfono: 706-5555 Anexo 3286-3287 Cel. 959913820  
Correo: [comite.etica@unorbertwiener.edu.pe](mailto:comite.etica@unorbertwiener.edu.pe)

## Anexo N ° 6 Conformidad del Asesor

 Universidad Norbert Wiener	<b>INFORME DEL ASESOR</b>		
	CÓDIGO: UPRNW-GRA-FOR-014	VERSIÓN: 02 EMISSION: 03	FECHA: 13/05/2020

Lima, 10 de noviembre de 2025

Mg. Eduardo Valentín Falcoñ ~~Ortíz~~  
 Jefe de Grados y Títulos  
 Universidad Privada Norbert Wiener  
 Presente. -

De mi especial consideración:

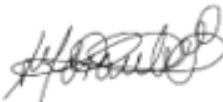
Es grato expresarle un cordial saludo y como Asesor: Tesis titulada: **-Influencia del tiempo de exposición y distancia de fotocurado en la microdureza de dos resinas compuestas, in vitro 2025-**, desarrollada por el bachiller **Yaritza Albina Aguirre Shupinghua**, para la obtención del **Título Profesional de Cirujano Dentista**; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- 1.Examinar la influencia del tiempo de exposición en la microdureza de una resina compuesta Bulk Fill, a 20 segundos y 40 segundos
- 2.Determinar la influencia de la distancia de fotocurado en la microdureza de una resina compuesta Bulk Fill, a 0 mm, a 2 mm y 4 mm
- 3.Evaluar la influencia del tiempo de exposición en la microdureza de una resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), a 20 segundos y 40 segundos
- 4.Identificar la influencia de la distancia de fotocurado en la microdureza de una resina compuesta Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), a 0 mm, a 2 mm y 4 mm

Así mismo, informo y doy conformidad de que se ha cumplido con los requisitos académicos solicitados por la Universidad Privada Norbert Wiener, en torno a las políticas de originalidad y conductas ~~antiautor~~ entre ellos el Procedimiento para el uso de software ~~antiautor~~, cumpliendo con los porcentajes de originalidad establecido.

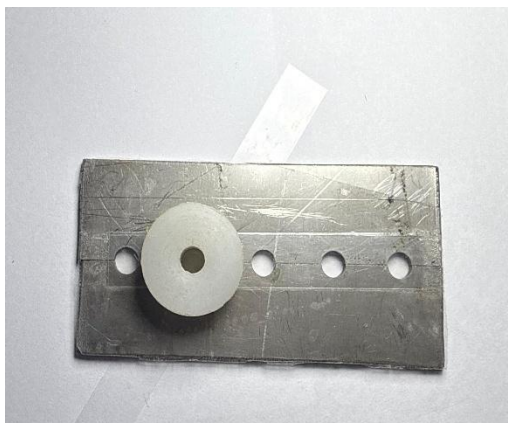
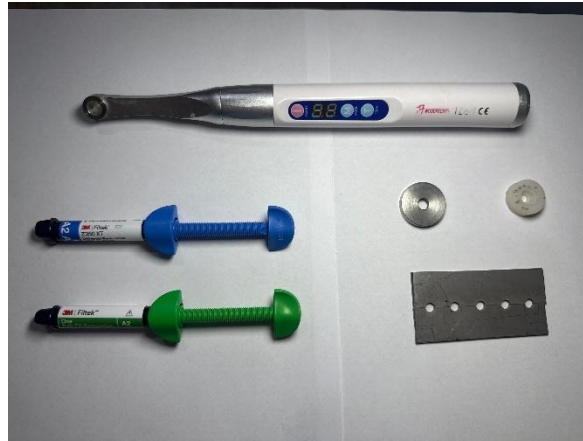
Atentamente,



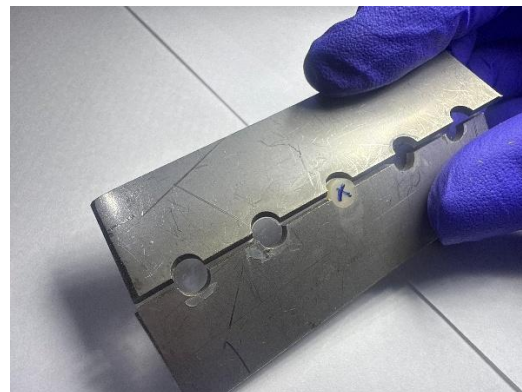
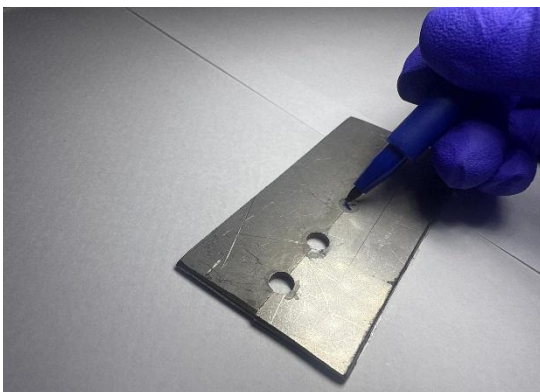
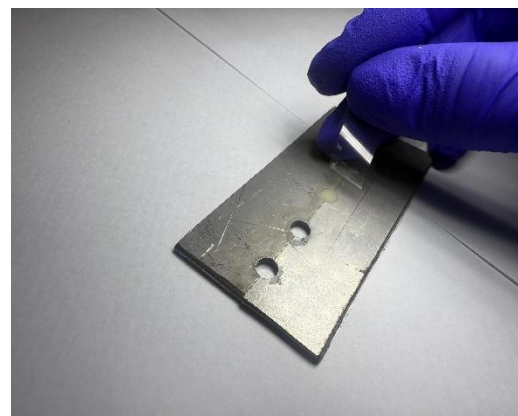
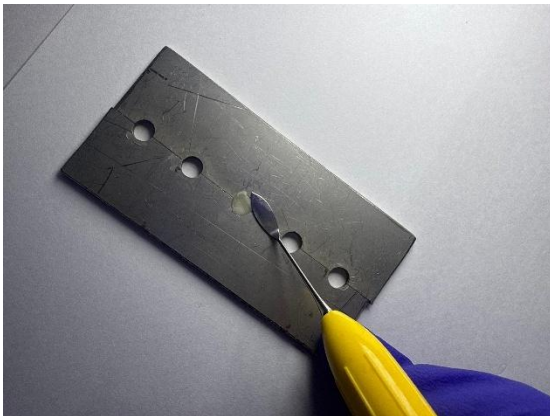
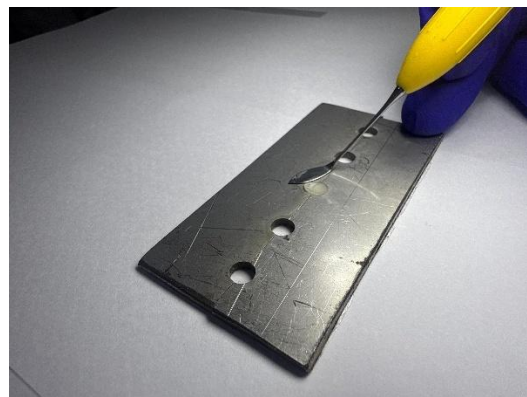
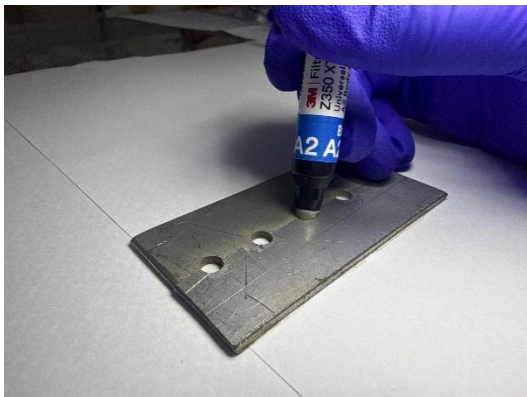
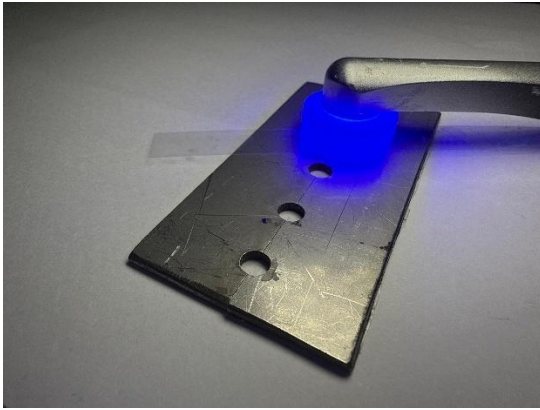
Firma del Asesor

Dra. Morante Maturana Sara Angelica  
 Apellidos y Nombres del Asesor

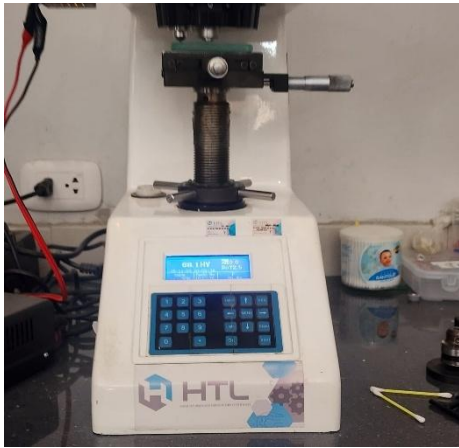
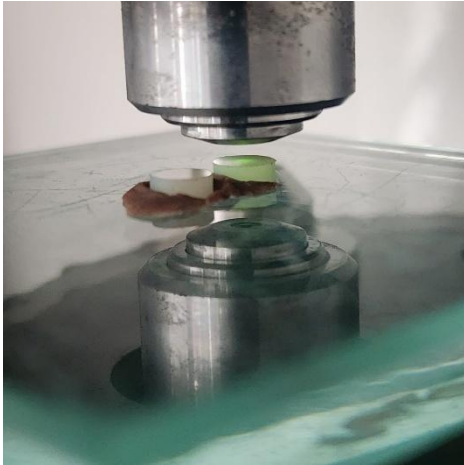
### Anexo N ° 7 Fotos del procedimiento



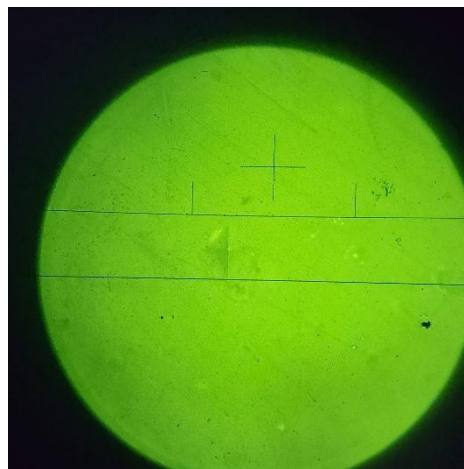
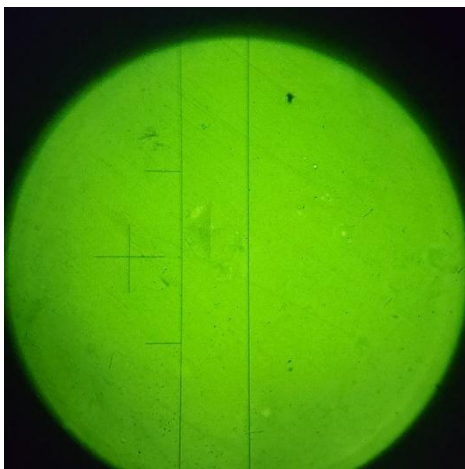
## Materiales y preparación de los discos de resina



### Preparación homogénea de las muestras




### Mediciones de las muestras




### Lectura de las mediciones

## Anexo N° 8 Base de datos

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0210-2025	VERSION N° 01	Fecha de emisión:	22-10-2025
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINAS ODONTOLÓGICAS</b>					
<b>1 DATOS DEL SOLICITANTE</b>					
Nombre de tesis	"INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y DISTANCIA DE FOTOCURADO EN LA MICRODUREZA DE DOS RESINAS COMPUESTAS, IN VITRO 2025"				
Nombres y Apellidos	Yaritza Albina Aguirre Shupingahua				
D.N.I.	71587106				
Dirección	Jr. Pastaza 613 int.301				
<b>2 EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
Instrumento	Marca	Aproximación	Calibración	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.	
Microdurómetro Vickers Electrónico	LG - HV-1000	1 µm - 40X	CC-055-2025		
<b>3 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>					
Cantidad	: Sesenta (60) muestras				
Material	: Discos de resina odontológica				
Grupo 1	: Resina Bulk Fill 20 segundos y 0 mm				
Grupo 2	: Resina Bulk Fill 20 segundos y 2 mm				
Grupo 3	: Resina Bulk Fill 20 segundos y 4 mm				
Grupo 4	: Resina Bulk Fill 40 segundos y 0 mm				
Grupo 5	: Resina Bulk Fill 40 segundos y 2 mm				
Grupo 6	: Resina Bulk Fill 40 segundos y 4 mm				
Grupo 7	: Resina Filtek Z350 XT 20 segundos y 0 mm				
Grupo 8	: Resina Filtek Z350 XT 20 segundos y 2 mm				
Grupo 9	: Resina Filtek Z350 XT 20 segundos y 4 mm				
Grupo 10	: Resina Filtek Z350 XT 40 segundos y 0 mm				
Grupo 11	: Resina Filtek Z350 XT 40 segundos y 2 mm				
Grupo 12	: Resina Filtek Z350 XT 40 segundos y 4 mm				
Muestras de resinas odontológica	*Información proporcionada por el solicitante.				
<b>4 DATOS DE ENSAYO</b>					
Fecha de Recepción de muestras	17 de Octubre del 2025				
Analista asignado	RET				
Condiciones de la muestra	--				
Fecha de Ensayo	22 de Octubre del 2025				
Lugar de Ensayo	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.					
<b>5 CONDICIONES DE ENSAYO</b>					
	Inicial	Final			
Temperatura	19.8 °C	20.0 °C			
Humedad Relativa	72.0 %HR	72.0 %HR			
El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.					
<b>6 REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>					
El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:					
NORMA	DESCRIPCIÓN		CAPITULO/NUMERAL		
ASTME384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación		--		

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0210-2025	VERSION N° 01	Fecha de emisión:	22-10-2025	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS</b>					
<b>Grupo 1: Resina Bulk Fill 20 segundos y 0 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	45.8	44.5	45.8	45.4
2		44.7	43.7	46.9	45.1
3		47.3	55.1	47.3	49.9
4		48.4	47.3	49.5	48.4
5		43.8	43.8	42.1	43.2
<b>Grupo 2: Resina Bulk Fill 20 segundos y 2 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	42.4	48.1	46.8	45.8
2		46.3	46.3	46.0	46.2
3		50.1	42.4	48.6	47.0
4		49.0	45.6	45.6	46.7
5		44.7	40.2	44.7	43.2
<b>Grupo 3: Resina Bulk Fill 20 segundos y 4 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	40.6	44.3	40.9	41.9
2		34.2	38.7	37.1	36.7
3		36.0	36.9	36.0	36.3
4		42.4	45.7	45.9	44.7
5		36.3	40.2	39.6	38.7
<b>Grupo 4: Resina Bulk Fill 40 segundos y 0 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	41.9	50.1	42.6	44.9
2		49.5	50.7	49.5	49.9
3		50.1	46.8	43.2	46.7
4		39.8	45.7	42.7	42.7
5		41.9	42.4	42.4	42.2
<b>Grupo 5: Resina Bulk Fill 40 segundos y 2 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	46.3	49.2	46.3	47.3
2		49.5	41.0	48.1	46.2
3		36.7	38.1	37.9	37.6
4		37.4	43.8	40.3	40.5
5		42.8	39.4	39.7	40.6

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0210-2025	VERSION N° 01	Fecha de emisión:	22-10-2025	
<b>Grupo 6: Resina Bulk Fill 40 segundos y 4 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	46.8	43.8	44.6	45.1
2		44.3	45.7	45.7	45.2
3		45.2	44.3	44.3	44.6
4		45.5	41.0	46.8	44.4
5		40.6	32.7	36.7	36.7
<b>Grupo 7: Resina Filtek Z350 XT 20 segundos y 0 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	65.9	73.5	70.9	70.1
2		74.0	75.1	75.1	74.7
3		72.5	70.9	72.4	71.9
4		64.1	64.4	69.4	66.0
5		71.0	72.8	71.0	71.6
<b>Grupo 8: Resina Filtek Z350 XT 20 segundos y 2 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	65.0	69.6	67.1	67.2
2		69.6	64.6	64.6	66.3
3		72.0	71.9	70.9	71.6
4		75.6	65.9	64.8	68.8
5		71.5	67.7	69.1	69.4
<b>Grupo 9: Resina Filtek Z350 XT 20 segundos y 4 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	65.9	66.3	66.0	66.1
2		50.7	53.5	53.8	52.7
3		66.8	61.7	62.3	63.6
4		63.8	65.0	65.0	64.6
5		67.7	68.6	67.7	68.0
<b>Grupo 10: Resina Filtek Z350 XT 40 segundos y 0 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	71.0	71.5	71.9	71.5
2		72.7	73.7	70.5	72.3
3		73.3	71.6	72.5	72.5
4		68.1	64.6	67.0	66.6
5		64.6	66.8	64.6	65.3

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0210-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	22-10-2025	
<b>Grupo 11: Resina Filtek Z350 XT 40 segundos y 2 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo $\bar{F}$ (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )	Punto 2 Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )	Punto 3 Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )	Promedio Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	50 (0.49033)	65.0	67.7	65.0	65.9
2		70.0	69.1	70.1	69.7
3		69.6	73.0	68.1	70.2
4		67.9	68.1	67.9	68.0
5		65.0	68.6	68.6	67.4
<b>Grupo 12: Resina Filtek Z350 XT 40 segundos y 4 mm</b>					
Espécimen	Carga de Ensayo $\bar{F}$ (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )	Punto 2 Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )	Punto 3 Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )	Promedio Hv (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	50 (0.49033)	70.0	67.7	69.3	69.0
2		70.5	68.1	68.1	68.9
3		66.8	68.1	67.9	67.6
4		61.7	64.2	65.1	63.7
5		68.5	66.9	68.5	68.0
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECANICO Jefe de Laboratorio		 <b>HTL</b> <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>			BORRADOR
El resultado es solo valido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					

## Anexo N° 9 Informe de Turnitin

# Yaritza Aguirre

## Tesis

Text 2025 II

Text 2025 II

Universidad Wiener

---

### Detalles del documento

<p><b>Identificador de la entrega</b> tmsuid::1491232389912</p> <p><b>Fecha de entrega</b> 9 nov 2025, 5:52 p.m. GMT-5</p> <p><b>Fecha de descarga</b> 9 nov 2025, 5:00 p.m. GMT-5</p> <p><b>Nombre del archivo</b> YARITZA- Turnitruddocx</p> <p><b>Tamaño del archivo</b> 210.1 KB</p>	<p>52 páginas</p> <p>11.112 palabras</p> <p>36.415 caracteres</p>
--	---

Página 1 de 17 - Portada

Identificador de la entrega: tmsuid::1491232389912

---

Página 2 de 17 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: tmsuid::1491232389912

## 12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para el...

### Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Coincidencias menores (menor de 10 palabras)

---

### Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

### Marcas de Integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar coincidencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**Anexo N ° 10 Carta de aceptación de la Institución**

**CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN**  
**011-2025**

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO

Es grato dirigirme a Ud. Y saludarle a nombre del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de Investigación denominado "INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y DISTANCIA DE FOTOCURADO EN LA MICRODUREZA DE DOS RESINAS COMPUESTAS, IN VITRO 2025"; que se encuentra realizando el Srt:

• Aguirre Shupingahua Yaritza Albina 71587106

De la facultad de Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados

Lima, 17 de Octubre del 2025



Ing. Robert Nick Eusebio Teheran  
Jefe de Laboratorio

 957 123 584 / 949 059 602  
 laboratorioec@ensayohil.pe  
 Jr. Nepentax 264, San Juan de Lurigancho - Lima




# 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 4% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos entregados	Universidad Científica del Sur on 2019-06-05	4%
2	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
3	Trabajos entregados	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador on 2018-0...	<1%
4	Internet	hdl.handle.net	<1%
5	Internet	pesquisa.bvsalud.org	<1%
6	Internet	search.bvsalud.org	<1%
7	Internet	www.uticvirtual.edu.py	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-11-30	<1%
9	Trabajos entregados	Universidad Catolica De Cuenca on 2023-04-08	<1%
10	Internet	www.jove.com	<1%
11	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%