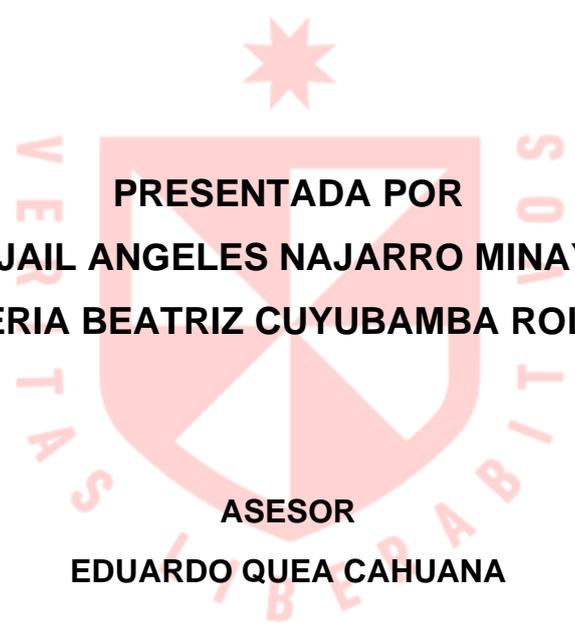


FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**MICROFILTRACIÓN Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN  
POR CEPILLADO DENTAL DE DOS RESINAS  
COMPUESTAS DE RELLENO ÚNICO BULK FILL**



**PRESENTADA POR  
MIJAIL ANGELES NAJARRO MINAYA  
VALERIA BEATRIZ CUYUBAMBA ROLDAN**

**ASESOR  
EDUARDO QUEA CAHUANA**

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

**LIMA – PERÚ  
2023**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de  
Odontología

**TESIS TITULADA:**

**MICROFILTRACIÓN Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN POR  
CEPILLADO DENTAL DE DOS RESINAS COMPUESTAS DE  
RELLENO ÚNICO BULK FILL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**PRESENTADA POR:**

**BACH. MIJAIL ANGELES NAJARRO MINAYA  
BACH. VALERIA BEATRIZ CUYUBAMBA ROLDAN**

**ASESOR:**

**DR. EDUARDO QUEA CAHUANA**

**LIMA – PERÚ**

**2023**



**DEDICATORIA:**

A nuestras familias, que fueron un apoyo incondicional,  
los primeros en creer en que sí lo lograríamos y en  
darnos esa fortaleza para seguir adelante.

### **AGRADECIMIENTO:**

A Dios, por habernos dado este regalo tan importante que es la vida, permitirnos conocer a todos los que nos rodean y poder disfrutar de cada valioso detalle que puede tener la vida. A nuestros padres, por estar siempre presente en todos los momentos de nuestras vidas, ser un gran apoyo emocional e incondicional y motivarnos a mejorar cada día más. A nuestro asesor, por guiarnos con mucha paciencia y determinación en este proyecto y por todo el apoyo que brindó de inicio a fin en la investigación. Y sobre todo a la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres por habernos dado una excelente formación académica.

## ÍNDICE

pág.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>1.1 Antecedentes de la Investigación</b> .....	4
<b>1.2 Bases Teóricas</b> .....	7
<b>1.2.1 Resinas compuestas</b> .....	7
<b>1.2.2 Resinas compuestas de relleno único Bulk Fill</b> .....	9
<b>1.2.3 Propiedades y desempeño clínico de las resinas Bulk Fill</b> .....	12
<b>1.2.4 Microfiltración en resinas Bulk Fill</b> .....	13
<b>1.2.5 Resistencia a la abrasión de las resinas Bulk Fill</b> .....	16
<b>1.3 Definición de Términos Básicos</b> .....	19
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> .....	20
<b>2.1 Formulación de Hipótesis</b> .....	20
<b>2.1.1 Hipótesis general</b> .....	20
<b>2.1.2 Hipótesis específicas</b> .....	20
<b>2.2 Variables y Definición Operacional</b> .....	20
<b>2.2.1 Variables y definiciones</b> .....	20
<b>2.2.2 Operacionalización de variables</b> .....	22
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....	23
<b>3.1 Diseño Metodológico</b> .....	23
<b>3.2 Diseño Muestral</b> .....	23
<b>3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información</b> .....	30
<b>3.5 Aspectos Éticos</b> .....	30
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	32
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b> .....	36
<b>CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	41
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	42
<b>ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	53
<b>ANEXO N°2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	54
<b>ANEXO N°3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	55
<b>ANEXO N°4: PRUEBAS DE NORMALIDAD</b> .....	56
<b>ANEXO N° 5: FOTOGRAFÍAS</b> .....	57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1.</b> Grado de microfiltración de las resinas compuestas de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).	31
<b>Gráfico N° 2.</b> Grado de resistencia a la abrasión de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental	32
<b>Gráfico N° 3.</b> Comparación del grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1.</b> Clasificación de las resinas en función de sus propiedades.	8
<b>Tabla N° 2.</b> Clasificación de las resinas Bulk Fill.	11
<b>Tabla N° 3.</b> Operacionalización de variables	22
<b>Tabla N° 4.</b> Grado de microfiltración de las resinas compuestas de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).	31
<b>Tabla N° 5.</b> Grado de resistencia a la abrasión de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.	32
<b>Tabla N° 6.</b> Comparación del grado de microfiltración de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).	33
<b>Tabla N° 7.</b> Prueba de U de Mann-Whitney para comparación del grado de microfiltración de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).	34
<b>Tabla N° 8.</b> Comparación del grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.	34
<b>Tabla N° 9.</b> Matriz de Consistencia	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.</b> Proceso de termociclado de agua desionizada en una fuente a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 segundos.	57
<b>Figura N° 2.</b> Proceso de termociclado de agua desionizada en una fuente a $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 segundos.	57
<b>Figura N° 3.</b> Proceso de termociclado de agua desionizada en una fuente a $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 segundos.	57
<b>Figura N° 4.</b> Estereomicroscopio utilizado para analizar la penetración del azul de metileno en las muestras.	58
<b>Figura N° 5.</b> Fijación de la muestra al estereomicroscopio.	58
<b>Figura N° 6.</b> Uso del estereomicroscopio para la magnificación de las muestras de diente de bovino.	58
<b>Figura N° 7.</b> Grado de penetración 1 y 2 de Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).	59
<b>Figura N° 8.</b> Grado de penetración 3 de Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).	59
<b>Figura N° 9.</b> Grado de penetración 1 y 2 de Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).	59
<b>Figura N° 10.</b> Grado de penetración 3 de Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).	59
<b>Figura N° 11.</b> Balanza electrónica analítica de precisión.	60
<b>Figura N° 12.</b> Preparación de cepillos para máquina de cepillado.	60
<b>Figura N° 13.</b> Pesaje inicial de las muestras en la balanza electrónica analítica de precisión	60
<b>Figura N° 14.</b> Colocación de las muestras en la máquina de cepillado.	60
<b>Figura N° 15.</b> Colocación de las muestras en la máquina de cepillado.	61
<b>Figura N° 16.</b> Pesaje final de las muestras en la balanza electrónica analítica de precisión	61
<b>Figura N° 17.</b> Pesaje de las muestras en la balanza electrónica analítica de precisión	61

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Determinar la microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill.

### **MATERIAL Y MÉTODOS:**

Se realizó un estudio experimental invitro para medir la microfiltración y resistencia a la abrasión, para ello se obturó 30 dientes de bovino y confeccionó 30 bloques de resinas respectivamente, ambas muestras fueron divididas en 2 grupos conformados por resina de relleno único: Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill. Para evaluar la microfiltración las muestras fueron obturadas y sometidas a un proceso de termociclado de 500 ciclos a temperaturas de 5°, 37 ° y 55° posteriormente fueron sumergidas en azul de metileno al 2% durante 24 horas, seguidamente se realizaron cortes longitudinales de las muestras para evaluar la penetración del tinte a través de un estereomicroscopio. Para evaluar la resistencia a la abrasión se realizó un pesaje inicial de los bloques de resinas empleando una balanza analítica de precisión en ambos grupos, posteriormente fueron colocados en una máquina de cepillado simulado, considerando 91 800 ciclos de cepillado, finalmente se realizó un último pesaje para determinar la variación del peso. Para comparar la microfiltración y resistencia a la abrasión de ambas resinas se usaron la prueba estadística de U de Mann-Whitney y T de student para datos relacionados respectivamente.

### **RESULTADOS:**

En ambas resinas se presentó con mayor frecuencia la penetración del tinte en la pared proximal o libre de la cavidad, además no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Cuando se evaluó la resistencia a la abrasión hubo una reducción del peso estadísticamente significativa en cada una de las resinas, sin embargo, no hubo diferencias en la variación del peso cuando ambas resinas fueron comparadas.

### **CONCLUSIÓN:**

No se encontró diferencias estadísticamente significativas en la microfiltración y la resistencia a la abrasión mediante la variación del peso entre los dos grupos de resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To determine the microleakage and resistance to abrasion by dental brushing of two Bulk Fill single-fill composite resins.

**MATERIAL AND METHODS:** An in vitro experimental study was carried out to measure microleakage and abrasion resistance, for which 30 bovine teeth were filled and 30 resin blocks were made respectively, both samples were divided into 2 groups made up of single filler resin: Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) and Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent). To evaluate the microfiltration, the samples were sealed and subjected to a thermocycling process of 500 cycles at temperatures of 5°, 37° and 55°, later they were submerged in 2% methylene blue for 24 hours, followed by longitudinal cuts of the samples. samples to assess dye penetration through a stereomicroscope. To evaluate the resistance to abrasion, an initial weighing of the resin blocks was carried out using a precision analytical balance in both groups, later they were placed in a simulated brushing machine, considering 91,800 brushing cycles, finally a last one was carried out. weighing to determine the variation of weight. To compare the microleakage and abrasion resistance of both resins, the Mann-Whitney U test and Student's T test were used for related data, respectively.

**RESULTS:** In both resins, the penetration of the dye into the proximal or free wall of the cavity occurred more frequently, and there were no statistically significant differences between them. When abrasion resistance was evaluated, there was a statistically significant weight reduction in each of the resins, however, there were no differences in weight variation when both resins were compared.

**CONCLUSION:** No statistically significant differences were found in microleakage and abrasion resistance by weight variation between the two groups of Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) and Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) resins.

NOMBRE DEL TRABAJO

**MICROFILTRACIÓN Y RESISTENCIA A LA  
ABRASIÓN POR CEPILLADO DENTAL DE  
DOS RESINAS COMPUESTAS DE RELLE  
N**

AUTOR

**MIJAIL ANGELES - VALERIA BEATR NAJ  
ARRO MINAYA - CUYUBAMBA ROLDAN**

RECUENTO DE PALABRAS

**15710 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**85958 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**69 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**10.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 4, 2023 1:44 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 4, 2023 1:46 PM GMT-5**

● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



**DR. EDUARDO QUEA CAHUANA**  
ASESOR  
ORCID 0000-0001-7893-3845

## INTRODUCCIÓN

La demanda en los aspectos de estética dental y procedimientos conservadores en las restauraciones odontológicas impulsó la introducción de las resinas compuestas fotopolimerizables, las cuales en la actualidad en general han presentado comportamientos mecánicos y clínicos óptimos <sup>1</sup>. Sin embargo; debido a la contracción de polimerización que presentan durante el proceso de curado, existe el riesgo de generar un estrés en la interfase diente- restauración <sup>2</sup>, el cual puede comprometer la integridad de la resina, produciendo además la separación de la restauración con la consiguiente filtración bacteriana y la generación de caries secundaria, pigmentación de los márgenes, llegando incluso a generar un compromiso pulpar <sup>3</sup>. Otro de los inconvenientes de las resinas compuestas fotoactivadas es su limitada profundidad de fotocurado, donde la conversión de monómeros en los estratos profundos de la restauración es insuficiente <sup>4</sup>, lo cual puede poner en riesgo las propiedades mecánicas y de sellado del material, además de presentar reacciones adversas pulpares y sensibilidad posoperatoria por la presencia de monómeros que no llegaron a completar su proceso de polimerización <sup>5</sup>. Para controlar los efectos producidos por la contracción de polimerización y el curado parcial de las resinas compuestas en las zonas profundas de la cavidad, la industria ha desarrollado fuentes lumínicas de fotopolimerización con alta densidad de potencia a fin de alcanzar las zonas profundas del material <sup>6</sup>. Sin embargo, esta tecnología es aún poco accesible. Por otro lado, el uso de la técnica incremental en las restauraciones con resina compuesta es sugerida en este procedimiento, la cual consiste en la aplicación de diversas capas de resina con un espesor máximo de 2mm y la fotoactivación por cada incremento del material <sup>3,7</sup>. Aunque esta técnica, ha resultado útil, presenta algunas desventajas, entre las que se encuentran el incremento de tiempo y pasos clínicos al procedimiento de restauración y el riesgo de formación de burbujas, espacios o contaminación entre cada incremento <sup>8</sup>.

Una de las características físicas requeridas en una restauración con resina compuesta es su resistencia a la abrasión o desgaste, la cual ha sido definida como un proceso caracterizado por la remoción progresiva de la superficie del material por la acción de un componente abrasivo <sup>9</sup>. En la cavidad bucal, las restauraciones

se encuentran sometidas a diversos agentes que podrían influir en la abrasión de las resinas compuestas, tales como la oclusión, el deslizamiento del bolo alimenticio, hábitos, componentes químicos de la dieta y el cepillado dental, los cuales podrían predisponer en las resinas, el cambio de color, superficies rugosas con la consiguiente acumulación de placa bacteriana e irritación de los tejidos blandos, además de la pérdida de la forma anatómica <sup>10</sup>. Aunque el cepillado dental es un componente importante de la higiene bucal, su acción permanente podría causar daño en las superficies de las restauraciones con resina, influyen también en este proceso la calidad y dureza de las cerdas del cepillo, además del uso de dentífricos con componentes abrasivos <sup>11</sup>. Diversas investigaciones, al comparar diferentes tipos de resinas fotopolimerizables han reportado el incremento de la abrasión y la rugosidad de las restauraciones producto del cepillado dental <sup>10,12,13</sup>; sin embargo, algunas otras, al usar la misma metodología no encontraron estas diferencias<sup>14</sup>.

Con la intención de superar algunos inconvenientes de las resinas compuestas, como su contracción de polimerización y sus propiedades físicas y mecánicas; en los últimos tiempos ha sido lanzado al mercado odontológico una nueva generación de resinas, denominadas Bulk Fill o resinas de relleno único, las cuales podrían acortar los tiempos clínicos en el tratamiento restaurador, debido a que se utilizan en un solo incremento de hasta 4 a 5 mm sin aumentar las consecuencias indeseables de la contracción de polimerización en estos materiales<sup>15</sup>, ya que presentan la incorporación de otros monómeros de metacrilato que limitan la zona de estrés. Asimismo, las resinas Bulk-Fill alcanzan una mayor polimerización de las zonas profundas de la cavidad debido a la mejora en la translucidez del material, al tamaño de sus partículas y la adición de diferentes fotoiniciadores<sup>16</sup>. Aunque, se han realizado investigaciones donde comparan las características físicas y mecánicas de las resinas de un solo bloque Bulk-Fill con las resinas convencionales manipuladas con la técnica incremental<sup>17</sup>, la evidencia sobre la microfiltración y el grado de resistencia a la abrasión por el cepillado dental, es aún escasa. Es por ello que el presente estudio investigación busca establecer estas dos propiedades a través de la comparación de dos marcas de resina Bulk-Fill.

El objetivo principal del presente estudio fue determinar la microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill. Para ello, se desarrollaron cuatro objetivos específicos:

1. Determinar el grado de microfiltración de las resinas compuestas de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).
2. Determinar el grado de resistencia a la abrasión de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.
3. Comparar el grado de microfiltración de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).
4. Comparar el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes de la Investigación**

**DE ALMEIDA J, et al. (2020)**, evaluaron la superficie de diferentes materiales resinosos, analizando el comportamiento del desgaste producido por el cepillado dental. Para ello, se utilizaron 80 muestras de resinas: Bulk Fill One, Bulk Fill Flow, Z350 XT y Z350 XT flow (3M / ESPE, St. Paul, MN, EE. UU.) La mitad de las muestras fueron sometidas a 60 000 ciclos de cepillado simultaneo, mientras la otra mitad fue el grupo control (n = 10). Se evaluó la superficie mediante microscopio electrónico de barrido, la rugosidad superficial y la pérdida de peso antes y después del cepillado simulado. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de análisis de varianza de dos factores y una prueba post-hoc de Tukey. Los resultados mostraron que se observaron partículas sobresalientes tanto pequeñas y medianas después del cepillado simulado con excepción del grupo que utilizó composite Z350 XT Flow. Todos los materiales estudiados presentaron un aumento de la rugosidad (Ra) después del cepillado. No hubo ninguna variación estadística con respecto al peso en todos los materiales. Todos los materiales mostraron cambios en la deposición de las partículas. Concluyeron que la abrasión ocasionada por el cepillado dental produce cambios en la disposición de las partículas que pueden ocasionar alteraciones en la superficie y aumento de rugosidad. Además, no hubo diferencias en la variación de los pesos de los materiales estudiados <sup>14</sup>.

**WITH SR, et al. (2020)**, tuvieron como propósito comparar la resistencia al desgaste y la rugosidad de superficie de tres resinas compuestas Bulk-fill y una resina convencional frente a esmalte humano y porcelana. Para ello, se fabricaron ochenta muestras cilíndricas divididas de la siguiente manera: grupo I (n = 20) muestras de Sonic Fill, grupo II (n = 20) muestras de Tetric Evoceram, grupo III (n = 20) muestras de Filtek Bulk-fill y grupo IV (n = 20) Filtek Z250. Todas las muestras fueron sometidos a un equipo controlado programable, el cual se utilizó para registrar el desgaste de los cuerpos antagonistas (esmalte y cerámica) frente a los materiales de estudio. Los datos se evaluaron estadísticamente mediante la prueba de Kruskal Wallis seguida de la prueba de rangos con signos de Wilcoxon. Los antagonistas de esmalte y porcelana no mostraron diferencia estadísticamente

significativa ni en la pérdida de peso ni en la rugosidad de los cuatro materiales. El antagonista de la porcelana mostró una pérdida de peso estadísticamente significativamente mayor que el antagonista del esmalte con Tetric Evo Ceram, Sonic fill, Filtek y las resinas de Z250; Mientras que con Filtek, hubo una diferencia estadísticamente significativa entre la rugosidad de los dos antagonistas (valor de  $p = 0,025$ , tamaño del efecto = 2,714). El esmalte mostró un aumento en la rugosidad mientras la porcelana mostró una disminución de la rugosidad. Como resultado se evidenció que el compuesto de resina de nanorrelleno Bulk Fill no influyó significativamente en la resistencia al desgaste. Los antagonistas de porcelana mostraron más desgaste que el antagonista del esmalte. Sin embargo, el esmalte mostró valores de menor rugosidad <sup>23</sup>.

**GARCÍA L, et al. (2019)**, evaluaron la microfiltración en cavidades con clasificación II obturadas con resinas (Filtek™ Bulk Fill) y resina convencional (Filtek™ supreme XTE). Para ello se realizó 2 cavidades de clase II en 40 molares humanas extraídas, 20 cavidades a nivel de la unión cemento-esmalte (grupo 1 y 2) y 20 a nivel apical (grupo 3 y 4) Se restauró la cavidad oclusomesial con resinas Bulk Fill (grupos 1 y 3) y se rellenó la cavidad oclusodistal con resina convencional utilizando la técnica incremental (grupo 2 y 4). Las piezas dentarias se sometieron a un proceso de termociclado (500 ciclos 5 - 55 °C) y expuestas un agente de tinción. Como resultado se evidenció que el grado de microfiltración fue menor en los márgenes gingivales localizado en el esmalte en contraste a los márgenes de la dentina ( $p < 0.01$ ). Se concluyó que no existió diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 y 2 ( $p = 0,86$ ) y grupos 3 y 4 ( $p$  valor 0.26), donde las resinas Bulk-fill presentan un grado de microfiltración parecido a las resinas convencionales <sup>3</sup>.

**ELMAMOOZ N, et al. (2018)**, el propósito de este estudio fue determinar la rugosidad y la pérdida de peso de dos tipos de resina: Bulk Fill y convencional (Tetric N Ceram and Grandio) y tetric N Ceram and Xtra fill después del procedimiento de cepillado. Para ello, se realizaron 28 muestras en forma de disco (7 de cada compuesto). Los cuales fueron pesados en una balanza antes y después del cepillado simulado con una maquina a 2000 ciclos. Los registros se analizaron utilizando la prueba estadística de ANOVA bidireccional y prueba de Tukey. Los

resultados mostraron que la resina Bulk Fill Tetric N Ceram mostró mayor rugosidad superficial después de la prueba de cepillado. Al comparar las resinas convencionales y las resinas Bulk Fill, el mayor incremento de rugosidad se evidenció en esta última. Los resultados del estudio indicaron que la rugosidad superficial en resinas Bulk Fill después del cepillado es mayor a comparación de los convencionales <sup>24</sup>.

**NAYYER M, et al. (2018)**, la intención de esta investigación fue evaluar las propiedades superficiales tanto de microdureza y resistencia al desgaste de diversos materiales de resina compuesta y compómeros. Además, se compararon los métodos utilizados para evaluar la resistencia al desgaste. Para ello se analizaron los siguientes materiales (Filtek Z250, Filtek Z350, QuiXfil, Surefill SDR y Dyract XP) para evaluar la resistencia al desgaste. Se utilizó un simulador de cepillo de dientes hecho a medida para las pruebas de desgaste. Antes y después de la resistencia al desgaste, las propiedades estructurales, superficiales y físicas se evaluaron utilizando varias técnicas. Los resultados indicaron que se observaron cambios estructurales y pérdida de masa después del tratamiento, mientras que no se evidenciaron diferencias significativas en términos de microdureza. La correlación entre la microscopía de fuerza atómica (AFM) y el perfilómetro y entre la resistencia al desgaste y el volumen de relleno fue muy significativa. La correlación entre la resistencia al desgaste y la microdureza fue insignificante. Concluyeron que la AFM presentó una mayor precisión en comparación con los perfilómetros ópticos a nivel nano escalar, pero ambos métodos se pueden utilizar para un análisis de rugosidad más detallado y preciso <sup>25</sup>.

**AL-QAHTANI K, et al. (2017)**, tuvieron como objetivo evaluar la influencia del cepillado en el desgaste y la rugosidad de superficie de tres resinas compuestas. Para ello se elaboraron muestras por cada resina compuesta (Filtek Bulk Fill, Filtek Z250 Universal Restorative, Filtek Z250 XT), cada grupo con un tamaño de n = 10. Las muestras se pesaron previamente para determinar la masa utilizando una balanza electrónica analítica seguida de la medición de la rugosidad superficial de cada muestra utilizando un perfilómetro. Para simular el cepillado dental se realizaron secuencias de cepillado de 10,000, 25,000 y 50,000 ciclos con un cepillo

de dientes. Se determinaron la rugosidad de superficie y la masa antes y después de cada secuencia de cepillado. Se tuvo como resultado que la diferencia promedio en los valores de rugosidad de la superficie de Filtek Z 250 XT (-0,104) fue significativamente diferente de las otras dos resinas compuestas. La diferencia media de la rugosidad de superficie entre Filtek Bulk Fill (-0.072) y Filtek Z 250 adhesivo universal (-0,069) no fue significativo. El grupo de Filtek Z 250 XT mostró la mayor diferencia en los valores de pérdida de masa (0.0091) de las muestras después de ciclos de abrasión con cepillo dental en comparación con los otros dos grupos. Como conclusión se evidenció que todas las resinas demostraron un aumento de desgaste y rugosidad de la superficie después de la abrasión con cepillo dental de 50.000 ciclos. La resina Filtek Bulk Fill fue más resistente al desgaste entre las resinas compuestas probadas <sup>11</sup>.

## **1.2 Bases Teóricas**

### **1.2.1 Resinas compuestas**

Las resinas dentales fotopolimerizables han logrado a lo largo de estos años transformar la odontología orientada a un aspecto más estético de la terapia restauradora odontológica. Este periodo, en el que la odontología tradicional dio un paso importante para la modernidad, se inició en 1955 cuando Michael Buonocore introdujo un método para mejorar la adhesión de las restauraciones acrílicas al esmalte a través del uso del ácido ortofosfórico<sup>26</sup>. Posteriormente, el Dr. Bowen descubrió el metacrilato de bisfenol A-glicidilo (Resina Bis-GMA), el cual ha sido el compuesto básico de las resinas desde la década de los 60. Años después, en 1975 se introducía por primera vez la fotoactivación de las resinas <sup>27</sup>.

La resina es definida como un material conformado por: matriz de resina orgánica, rellenos inorgánicos y un agente de unión o acoplamiento <sup>28</sup>. Cada uno de los compuestos descritos brindan diversas propiedades a las resinas compuestas además de ser un elemento de clasificación de las mismas. La matriz presenta frecuentemente los siguientes monómeros: bisfenol A (Bis-GMA), bisfenol a glicol dimetacrilato etoxilado (Bis-EMA), dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA), metacrilato de hidroxietilo (HEMA) y dimetacrilato de uretano (UDMA) <sup>29,30</sup>. Además

de un sistema iniciador para la fotoactivación y estabilizadores para el almacenamiento <sup>28</sup>. Los rellenos inorgánicos le otorgan las propiedades mecánicas a la resina, principalmente la fuerza y resistencia al desgaste. Estos rellenos varían en función de las partículas entre los que se encuentran los macro rellenos o convencionales, micro relleno, híbrido, mini relleno, microhíbrido y nanorellenos<sup>27</sup>, los rellenos están compuestos principalmente de sílice fundido, vidrio y cuarzo. El último componente de las resinas es el agente de acoplamiento, el cual une las cargas de la matriz orgánica e inorgánica, entre los más comunes se encuentran el zirconato, titanato y silanos <sup>31</sup>.

Las resinas pueden clasificarse en función de sus diferentes compuestos o propiedades <sup>32</sup> (Cuadro 1) :

Clasificación	
Según su modo de curado	Resinas activadas químicamente Resinas activadas por luz Resina de activación dual Resinas termoactivadas
Según el tamaño de la partícula de relleno	Resinas de macrorelleno Resinas de Microrelleno Resinas híbridas modernas Resinas de nanocompuesto
Según el procedimiento de restauración	Resinas Directas Resinas Indirectas
Según aplicaciones clínicas	Resinas compactables convencionales Compuestos fluidos Compómeros modificados con poliácidos Compuestos autoadhesivos Resinas de infiltración Resinas Bulk-fill

Cuadro Nro 1. Elaboración propia con información de: Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials <sup>32</sup>.

Aunque las resinas compuestas han cobrado un protagonismo importante en la restauración odontológica del sector anterior por sus características estéticas, también es utilizado en el sector posterior debido a su comportamiento mecánico, donde las demandas de fuerzas masticatorias y otros factores de éxito clínico son mayores <sup>33</sup>. La colocación de resina es sensible a la técnica empleada, en ese sentido la fotoactivación mediante luz es un factor importante para asegurar un

curado completo <sup>34</sup>, si este no ocurre, puede verse comprometida las propiedades mecánicas y la longevidad de la restauración<sup>35,36</sup>. Una de las causas por la cual el curado de la resina compuesta es incompleto, se debe a que un espesor mayor de este material podría causar que la fuente de luz sea insuficiente para fotoactivar la sección profunda de la resina <sup>37</sup>, es por ello que la técnica universalmente empleada para la restauración de resinas convencionales es la técnica incremental, la cual consiste en la colocación de múltiples capas de resina con un espesor máximo de 2mm y con la exposición a la fotoactivación entre ellas <sup>36</sup>. Sin embargo, este procedimiento tiene algunas desventajas, puesto que, en el proceso de restauración de las cavidades, especialmente las profundas, existe un riesgo de incorporar aire, burbujas o dejar espacios entre cada capa, lo cual podría afectar las propiedades mecánicas de la restauración <sup>5</sup>. Por otro lado, al requerir un mayor tiempo del operador para la colocación de la resina, existe también el riesgo de contaminación entre cada incremento, lo cual puede afectar las propiedades adhesivas del material con las capas adyacentes de resina <sup>37</sup>.

Con el avance de la química de polímeros y fotoactivación ha surgido un nuevo material que podría superar las desventajas descritas de las resinas convencionales denominadas resinas de relleno único Bulk Fill.

### **1.2.2 Resinas compuestas de relleno único Bulk Fill**

Como se ha descrito, las resinas compuestas convencionales requieren la aplicación de la técnica incremental para asegurar la fotoactivación completa del material, con los consiguientes riesgos y desventajas que esto genera; sin embargo, en los últimos tiempos, ha surgido en el mercado odontológico un tipo de resina compuesta que no requiere la colocación de una serie de incrementos de menor espesor para la restauración del sector posterior, éstas resinas son aquellas denominadas de relleno único o resinas Bulk Fill <sup>16</sup>. Estas resinas, poseen menor estrés de contracción de polimerización y debido a su translucidez y la incorporación de diversos foto iniciadores presentan una mayor capacidad de reactividad de fotoactivación frente a un agente luminoso, en comparación con la resina convencional <sup>38,7</sup>, es por ello que la técnica empleada implica la colocación de

monobloques de hasta 4 mm de espesor en la cavidad <sup>39</sup> expuesta a un agente de luz de con una intensidad de 1000mW/cm<sup>2</sup> durante 20 segundos, según lo reportado en la investigación de Czasch et al <sup>40</sup>, quien además estudió el grado de fotopolimerización, en función de la profundidad del material, evidenciando que los bloques de 4 mm de las resinas Bulk Fill no presentaron diferencias estadísticas cuando fueron contrastadas con capas de 2mm de las resinas compuestas convencionales. En ese mismo sentido, una revisión sistemática <sup>41</sup> evaluó la eficiencia de polimerización de las resinas compuestas Bulk Fill, encontrando que existe un alto nivel de evidencia para evaluar la eficiencia de estos materiales, además concluyó que es probable que las resinas Bulk Fill cumplan parcialmente el requisito de curar o lograr un grado de conversión a una profundidad de 4 mm teniendo las resinas Bulk Fill de baja viscosidad un mejor desempeño con respecto a la eficiencia de polimerización que las de alta viscosidad.

Las resinas convencionales, a diferencia de las resinas Bulk Fill presentan mayor contracción de polimerización, la cual se manifiesta en la interfaz diente-restauración durante o después de la fotoactivación, con el consiguiente riesgo de microfiltración de bacterias y la aparición de caries secundaria <sup>42</sup>, además, el estrés del material puede provocar flexión a nivel de la cúspide y fractura de la pieza dental. En ese sentido Damanhoury et al <sup>43</sup>. Concluyó en su investigación que, al comparar la cinética de tensión de contracción, las propiedades de flexión y los sistemas de iniciación mejorado entre las resinas convencionales y la resina Bulk Fill, éste último presentó una reducción significativa en la tensión de contracción a un curado adecuado de espesor 4mm.

### **Clasificación de las resinas Bulk Fill**

Las resinas Bulk Fill pueden clasificarse de acuerdo al método de curado (Luz o dual) y principalmente mediante su grado de viscosidad, la cual determina la colocación o no de una capa oclusal extra de resina compuesta convencional en la restauración. (Cuadro 2) <sup>5</sup>.

	<b>Resina Bulk Fill</b>	<b>Resina Base Bulk Fill</b>	<b>Resina Bulk Fill con activación sónica</b>	<b>Resina Bulk Fill de curado dual</b>
<b>Nombre comercial</b>	3M ESPE - Filtek Bulk Fill Posterior Restorative Ivoclar Vivadent-Tetric EvoCeram Bulk Fill Voco - x-tra fil	Dentsply - SDR 3M ESPE - Filtek Bulk Fill Flowable Heraeus Kulzer - Venus Bulk Fill Ivoclar Vivadent - Tetric EvoFlow Bulk Fill Voco - x-tra base	Kerr - SonicFill 2	Coltene - Fill Up Parkell - HyperFil
<b>Viscosidad</b>	Alta (compactable)	Baja (Fluida)	2 fases	Mediano
<b>Método de curado</b>	Luz	Luz	Luz	Dual
<b>Máximo espesor por incremento</b>	4 mm	4mm	5 mm	Cualquier profundidad
<b>Necesidad de una capa oclusal de resina convencional</b>	No	Si	No	No

Cuadro. Nro 2. Tomado y modificado de: Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials <sup>33</sup>.

Debido a sus diversos usos clínicos, otra posible clasificación de las resinas Bulk Fill, consiste en aquellas que son colocadas como material base de restauración y las que se insertan como cuerpo completo en la cavidad<sup>38</sup>. Las resinas Bulk Fill base tienen baja viscosidad, lo que posibilita su adaptación en cavidades profundas, sin embargo; su bajo contenido de relleno, compromete su capacidad de resistencia al desgaste, es por ello que necesita una cobertura oclusal de resina compuesta convencional; a este procedimiento se le conoce como “técnica de volumen en dos pasos”. Por otro lado, las resinas Bulk Fill colocadas a cuerpo completo tienen una carga de relleno más alta, la cual las hace más viscosas y con una mayor resistencia al desgaste, es por ello que estos materiales de presentación en pasta convencional, pueden ser colocados en la cavidad sin la capa oclusal de resina compuesta, en un solo paso <sup>44,7</sup>.

### 1.2.3 Propiedades y desempeño clínico de las resinas Bulk Fill

Las investigaciones existentes han estudiado las características físicas, mecánicas y biológicas de las resinas Bulk Fill, comparándolas con las resinas compuestas convencionales. Es el caso de un reciente estudio de Havard et al <sup>39</sup>, el que contrastó diversas propiedades de estos materiales, entre los que figuran resistencia a la flexión, módulo de elasticidad, grado de conversión, profundidad de curado, contracción de polimerización, morfología de las partículas de relleno, microdureza Vickers, rugosidad después de la abrasión por el cepillado dental simulado, elución de monómeros y reacción de citotoxicidad en fibroblastos gingivales humanos, osteoblastos y células cancerosas; encontrando que, en comparación con las resinas convencionales, las resinas de relleno único Bulk Fill presentaron iguales o mejores propiedades en la mayoría de los ensayos, excepto en dureza, módulo de elasticidad y su biocompatibilidad con osteoblastos. Otra investigación <sup>45</sup>, cuando comparó diversas resinas Bulk Fill con una resina compuesta convencional, encontró que la formación de gaps o espacios en la interfaz diente restauración fue menor cuando se utilizó la técnica incremental. Sin embargo; otro estudio <sup>46</sup> reportó que no hubo diferencia entre las resinas Bulk Fill con la resina compuesta convencional, resultando en una proporción similar de interfaz marginal, sin gaps o espacios en las áreas de dentina media y esmalte.

Cuando las resinas son colocadas en un área que va a soportar cargas oclusales, es necesario valorar las propiedades mecánicas del material. En ese sentido, se han realizado diversas investigaciones en las que contrastan la resistencia a la flexión de diversas resinas Bulk fill tanto las de baja como de alta viscosidad <sup>47,48</sup>. En términos generales las resinas de relleno único de alta viscosidad tienen propiedades mecánicas óptimas en su resistencia a la flexión y fractura que los de baja viscosidad. Sin embargo; esto no es una regla, puesto que se han evidenciado en estudios, que cuando se evalúan productos de manera individual algunas resinas de relleno único de baja viscosidad presentan una mejor resistencia que algunas resinas Bulk fill de alta viscosidad <sup>47,49</sup>. Por otro lado, la propiedad de resistencia al desgaste de las resinas Bulk Fill fluidas, no configuran un problema en sí mismo, debido a que la técnica para su uso implica una cobertura oclusal final de la cavidad con una resina compuesta convencional<sup>50</sup>. En relación a esto último,

debido a que las resinas Bulk Fill pueden presentar ciertas desventajas estéticas en relación al tono y translucidez en comparación con las resinas compuestas híbridas convencionales, cuando se requiera, es aconsejable el empleo de una resina fluida Bulk Fill de baja viscosidad, ya que posteriormente requerirá de una cobertura oclusal final con una resina compuesta híbrida, las cuales cuentan con características estéticas superiores <sup>5</sup>. Por otro lado, la deflexión cuspídea es considerada una manifestación relacionada a la tensión de contracción <sup>51</sup>. En un estudio<sup>52</sup> reportaron que las restauraciones con resina compuesta convencional producía una deflexión cuspídea mayor; contrario a otras investigaciones que mostraron menor flexión de las cúspides cuando emplearon resinas Bulk Fill <sup>53,54</sup>, en tanto que otros estudios no evidenciaron diferencias significativas <sup>55</sup>.

Debido a que las resinas Bulk fill tienen relativamente pocos años en el mercado odontológico, los estudios clínicos disponibles aún son escasos. Una reciente revisión sistemática y metaanálisis tuvo como objetivo determinar la efectividad clínica de las restauraciones con resinas Bulk Fill y resinas convencionales, para ello, seleccionaron 16 estudios, los cuales realizaron un seguimiento a los pacientes en un tiempo mayor o igual a 6 meses; los resultados indicaron que el rendimiento clínico de las resinas Bulk Fill y las resinas compuestas convencionales para las restauraciones de lesiones cariosas son similares <sup>7</sup>.

#### **1.2.4 Microfiltración en resinas Bulk Fill**

En el proceso de polimerización de los composites se generan tensiones debido a la contracción producida. Esta tensión se presenta cuando la contracción es obstruida y el material es lo suficientemente rígido incapaz de soportar un flujo plástico a fin de compensar el volumen inicial <sup>8</sup>. El grado de contracción está en función de las propiedades de viscoelasticidad de la resina, los cuales pueden producir espacios o gaps en la interfase diente – restauración, ocasionando microfiltraciones que favorecen el paso de fluidos orales, bacterias, moléculas e iones, clínicamente indetectables, afectando la durabilidad de la restauración y produciendo a su vez inflamación de la pulpa, sensibilidad posoperatoria y caries secundaria <sup>3,19</sup>. Es necesario mantener una interfase diente-restauración lo más uniforme posible a fin de lograr un correcto sellado de los márgenes y con ello mantener la durabilidad de la obturación, el reto es aún mayor en restauraciones

con resina de clase II próximas al margen gingival, ya que debido a su cercanía con el surco gingival el riesgo de microfiltración aumenta <sup>56</sup>.

Debido a que la contracción de polimerización parece ser determinante para la presencia de gaps capaces de producir microfiltración, se han propuesto diversas estrategias a fin de disminuirlas, entre las que se tiene el uso de métodos de polimerización alternativos <sup>57</sup>, aplicación de revestimientos de composites bajo la restauración, incremento del contenido de relleno del material y la aplicación de las resinas compuestas mediante incrementos a fin de controlar el factor C producido <sup>3,7</sup>, sin embargo, como se ha mencionado, esta técnica tiene el inconveniente de incrementar el riesgo de contaminación y de generar espacios y burbujas entre cada incremento, además de prolongar el tiempo operatorio en la consulta dental<sup>8</sup>. La técnica incremental, no sólo controla el estrés generado por la polimerización, sino que también permite mantener un espesor de material capaz de ser polimerizado íntegramente, ya que de otro modo, a un mayor espesor de cada capa, se corre el riesgo de una polimerización incompleta de la resina debido a que la luz no llega a alcanzar las zonas profundas de la restauración <sup>46</sup>. Es necesario mencionar también que, Turkistani et al <sup>58</sup>, mencionan que la contracción de polimerización en la interfaz no necesariamente está determinada por la técnica de restauración utilizada sino en mayor medida por el rendimiento de sellado que provee el adhesivo, debiendo considerarse en éste, su calidad de adhesión, propiedades fisicoquímicas, y los mecanismos de interacción con las superficies dentarias, los cuales configuran factores críticos para obtener resultados clínicos óptimos <sup>59</sup>.

Con la intención de disminuir la intensidad del estrés de contracción producido en la interfase diente-restauración, han surgido diversos materiales en el mercado dental, a los cuales se han modificado sus propiedades físicas y mecánicas <sup>22</sup>, mejorando con ello las indicaciones específicas respecto a los materiales de restauración. Es el caso de las resinas de relleno único Bulk Fill, la cual se encuentra en el mercado odontológico desde hace algunos años, dicho material de restauración, según el fabricante, presenta menor contracción de polimerización, además de colocarse en bloques de máximo 4 mm dentro de la cavidad de la restauración, evitando las posibles desventajas ya descritas que podría ocurrir al utilizar la técnica incremental <sup>38,39</sup>. Estas resinas son mayormente indicadas en el

sector posterior donde el estrés producido por la masticación implica una mayor demanda de mejores propiedades físicas y mecánicas <sup>18</sup>. En ese sentido, Bruno Costa et al <sup>33</sup> realizaron un estudio con el objetivo de evaluar los motivos de fracaso de las restauraciones de resina compuesta clase I y II de Black en dientes posteriores, encontrando que las principales causas de fallas se debieron a la caries secundaria (46.7%), fractura (19.3%) y pérdida de la integridad marginal (16.7%). Como se observa, tanto la caries secundaria, como la integridad marginal, están muy relacionadas al fenómeno de microfiltración descrito.

Diversas investigaciones han estudiado el fenómeno de la microfiltración en las resinas Bulk Fill: Scotti et al <sup>60</sup>, evaluaron la filtración en los márgenes de dentina y esmalte con una resina Bulk Fill fluida, encontrando que ésta presenta mayor sellado marginal a nivel de dentina además que la resina Bulk Fill fluida presentan valores similares de microfiltración que las resinas nanohíbridas a nivel de los márgenes del esmalte <sup>60</sup>. Otro estudio, reportó que las resinas Bulk Fill presentan una óptima adaptación marginal en esmalte, mas no en dentina y cemento, además que la resina compuesta reforzada con fibra fue la que presentó menor microfiltración que las otras resinas de relleno único con las cuales se comparó. Asimismo reportó que las resinas convencionales que se realizaron con un relleno único presentaron los peores resultados <sup>61</sup>. Otro estudio encontró que la resina Bulk Fill (SonicFill) presentó la menor microfiltración al ser comparado con ionómero de vidrio modificado con resina Vitremer en las obturaciones de clase II de dientes primarios <sup>62</sup>. Por el contrario, otro estudio al comparar la microfiltración en cavidades clase II de las resinas Bulk Fill de alta viscosidad con las resinas convencionales reportó que no hubo diferencias significativas entre los materiales estudiados<sup>3</sup>. Como se ha mencionado, la calidad de adhesivo puede influir en la capacidad de sellado de los márgenes de la restauración, en ese sentido, un estudio comparó la microfiltración de restauraciones con resinas Bulk Fill empleando diferentes sistemas adhesivos, se encontró que todos los adhesivos presentaron en diversos grados filtración en la interfaz diente-restauración, siendo el adhesivo de autograbado de dos pasos, el que presentó mejor adaptación marginal en contraste con el adhesivo de autograbado de un solo paso y el adhesivo universal <sup>63</sup>. Considerando que la técnica de fotopolimerización es un factor que puede influir en el proceso de microfiltración, una investigación comparó diversas técnicas de

fotoactivación de las resinas Bulk Fill (SonicFill) a fin de evaluar la adaptación marginal y la microfiltración, sus resultados mostraron que independientemente de la técnica utilizada se evidenciaron espacios y microfiltraciones con mayor énfasis en el margen cervical de la dentina <sup>21</sup>.

Varias investigaciones han estudiado el grado en el que se producen, para ello las pruebas de microfiltración proveen información sobre la eficiencia de los diversos materiales de restauración mediante el uso de diferentes técnicas <sup>21</sup>. En una reciente revisión de la literatura<sup>64</sup> se describieron las principales herramientas disponibles para evaluar la microfiltración de materiales de restauración, entre las que se encuentran como métodos contemporáneos: la evaluación por radioisótopos y la técnica de exfoliación de acetato, por otro lado, los métodos que usan la técnica de penetración de tinte son: los métodos tridimensionales, tomografía micro computarizada, microscopía de barrido láser con focal y tomografía de coherencia óptica. La técnica más empleada es aquella que utiliza agentes de tinción, las cuales son empleadas como solución de medio de contraste en inmersión a fin de pigmentar las zonas de microfiltración en la interfaz diente-restauración y pueda ser visible la búsqueda de pigmentación en dichas zonas, generalmente las soluciones de tinción empleadas son la fucsina básica al 0.5%, azul de metileno al 2% y nitrato de plata al 50%<sup>65</sup>. El presente estudio utilizó como unidad de análisis a dientes bovinos para evaluar la microfiltración, esta metodología ha sido estudiada por Yavuz et al <sup>65</sup>. Quien evaluó la confiabilidad del uso de dientes de bovino primario comparadas con dientes de perro y dientes humanos primarios para el estudio de microfiltración de restauraciones con resina, evidenciando que tanto los dientes de bovino como los de perro, tenían similares características cuando fueron comparados en el ensayo de microfiltración.

### **1.2.5 Resistencia a la abrasión de las resinas Bulk Fill**

Se han estudiado diversas propiedades de las resinas compuestas desde su aparición, del mismo modo, a pesar de tener pocos años en el mercado odontológico, las investigaciones sobre las resinas de relleno único Bulk Fill han apuntado a evaluar diversas propiedades mecánicas y de otra índole <sup>37,40,45</sup>. Sin embargo; no se han evidenciado suficientes investigaciones que analicen el comportamiento de estos tipos de resina frente al cepillado dental y al proceso de

abrasión que podrían producir, tal como lo hacen frente diversas estructuras del diente como el esmalte, dentina o cemento expuesto <sup>66</sup>. El desgaste se refiere a la pérdida paulatina de la superficie de la resina, producto de la exposición a agentes químicos y mecánicos <sup>67</sup>. Los materiales empleados en la restauración dental están sometidos a diversos agentes de desgaste, más aún si son colocados en el sector posterior a nivel de las superficies masticatorias, la intensidad de desgaste está supeditada al tipo de restauración empleada <sup>10</sup>. Los valores de desgaste clínico en promedio en las superficies masticatorias de las resinas compuestas son de aproximadamente 29  $\mu\text{m}$  por año, con valores de desgaste mayores en el área proximal <sup>68</sup>. Debido a que en la cavidad bucal confluyen diversos procesos dinámicos de masticación y oclusión, las causas del desgaste y la abrasión de las resinas puede deberse a diversos motivos. Entre los que figuran el contacto producido entre la pieza dentaria restaurada y la estructura dental antagonista, los hábitos, la exposición a sustancias químicas provenientes de la dieta diaria y el cepillado dental asociado al uso de dentífricos con agentes abrasivos <sup>12,13,69</sup>. Algunas investigaciones han reportado que el desgaste producido, es capaz de influir en las características mecánicas de los materiales restauradores, incrementando una mayor rugosidad de la superficie, ésta a su vez puede producir un aumento de la fricción <sup>70</sup>. Asimismo, la rugosidad de la superficie podría incrementar el riesgo de formación de placa bacteriana, acumulación de residuos y cambios de coloración del diente, ocasionando con todo ello gingivitis, un incremento de la probabilidad de presencia de caries secundaria, cambio de color y brillo de la resina además de la degradación del mismo <sup>67</sup>.

Si bien es cierto el cepillado de las piezas dentarias es fundamental para conservar una higiene bucal adecuada, podría constituir también, un factor de daño a la estructura de la restauración debido a su acción permanente, produciendo los efectos indeseados anteriormente descritos. La intensidad del desgaste producido por el cepillado dental se ve influenciado por otros factores asociados, tales como los hábitos, la consistencia de las cerdas de los cepillos y también del grado de abrasividad de la pasta dental empleada <sup>10</sup>. La abrasión producida por el cepillado, evaluados en estudios in vitro, podría configurar un predictor de la forma como se comporta las resinas Bulk Fill en situaciones clínicas reales. La rugosidad y la abrasión producida pueden comprometer la vida útil de la restauración <sup>67</sup>, el grado

de rugosidad de la resina varía en función de su tamaño, microdureza y la cantidad de carga del relleno <sup>71</sup>. Se ha mencionado que uno de agentes asociados al cepillado son las pastas dentales, éstas presentan diferentes ingredientes dentro de su estructura, tales como agentes detergentes, flúor, componentes terapéuticos y abrasivos, en este último generalmente se encuentra el carbonato de calcio y el sílice y cuya función es complementar la limpieza de los dientes producto del cepillado, eliminación de manchas y descomponer el biofilm dentario <sup>72</sup>; a pesar de estos efectos benéficos, es necesario reconocer que un dentífrico óptimo es aquel que produce una limpieza adecuada de la superficie sin que ello constituya en un mayor riesgo de desgaste ya sea dentario o de la restauración producto del agente abrasivo del dentífrico empleado <sup>73</sup>.

Como se ha mencionado, la oclusión juega un rol importante en el desgaste de una restauración, es por ello que en una investigación reciente, se contrastaron la resistencia a la abrasión de tres resinas Bulk Fill con una resina convencional, teniendo como antagonistas al esmalte humano y a la estructura de porcelana, los datos evidenciaron que no hubo diferencia entre las resinas estudiadas, pero que el antagonista de porcelana provocó mayor desgaste que el antagonista de esmalte <sup>69</sup>. Una de las metodologías más empleadas para evaluar el desgaste de diversos tipos de restauraciones producto del cepillado simulado, es aquella que analiza indirectamente la pérdida de masa del material, a través del peso antes y después, es el caso de un reciente estudio, el cual midió las propiedades de las superficies de diversos tipos de resinas compuestas, entre ellas la resistencia a la abrasión, entre los análisis realizados, encontraron que la estructura y composición de los materiales de restauración, sobre todo en las características de la matriz, la forma de relleno y las dimensiones de las partículas de relleno determinan en mayor grado la resistencia al desgaste; además que la resina microhíbrida Filtek Z250 – 3M fue aquella que perdió mayor masa entre todas las resinas estudiadas y que la resina Surefil SDR – Dentsply, fluida de baja viscosidad fue la que presentó menor pérdida de masa <sup>67</sup>. Asimismo, en otra investigación al evaluar las características de la superficie y la variación del peso de diversos tipos de resinas Bulk Fill y resinas convencionales después de la simulación de un cepillado dental, mostró que, el cepillado produce cambios en la superficie, incrementando los valores de rugosidad, pero no hubo diferencias con respecto a la variación del peso<sup>14</sup>. Un

similar objetivo se propuso otra investigación, al evaluar la rugosidad de la superficie y la pérdida de peso de dos resinas Bulk Fill (Xtra Fill – Voco y Tetric N Ceram – Ivoclar) comparada con dos resinas convencionales después de la prueba de cepillado dental; encontrando que la mayor rugosidad superficial y pérdida de peso después de la prueba de cepillado simulado se presentó en la resina Bulk Fill Tetric N Ceram <sup>24</sup>.

### 1.3 Definición de Términos Básicos

**Cepillado simulado:** Cepillado realizado por una máquina electrónica que permite generar un desgaste dental de manera mecánica <sup>74</sup>.

**Desgaste:** El desgaste de los dientes es una condición multifactorial que conduce a la pérdida de tejidos duros dentales, es decir, esmalte, dentina y cemento. Ya sea por desgaste mecánico o químico<sup>75</sup>.

**Factor C:** Factor de configuración que consiste en la relación entre el área de la superficie libre y el área de la superficie adherida de una restauración dental. Cuanto mayor sea el factor C de una restauración, mayor es la tensión de contracción<sup>76</sup>.

**Gaps:** Son burbujas de oxígeno que aparecen ocasionalmente durante el proceso de fotopolimerización de resinas dentales <sup>77</sup>.

**Resinas compuestas:** Material sintético adhesivo que posibilita la restauración anatómica de los tejidos dentarios, devolviendo la funcionalidad y estético<sup>78</sup>.

**Rugosidad:** Irregularidad de la superficie de la resina generado por diversos agentes físicos o químicos <sup>12</sup>.

**Técnica incremental:** Técnica que consiste en la obturación sucesiva por capas de 2mm de grosor con la consiguiente fotoactivación entre cada capa añadida. Reduciendo el estrés de contracción <sup>79</sup>.

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Formulación de Hipótesis**

#### **2.1.1 Hipótesis general**

Existen diferencias en el grado de microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill.

#### **2.1.2 Hipótesis específicas**

**H1:** Existe diferencia en el grado de microfiltración al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

**H0:** No existe diferencia en el grado de microfiltración al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

**H1:** Existe diferencia en el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

**H0:** No existe diferencia en el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

### **2.2 Variables y Definición Operacional**

#### **2.2.1 Variables y definiciones**

##### **Microfiltración**

**Definición conceptual:** Paso de líquidos, detritos y microorganismos entre las paredes de una cavidad dentaria preparada y la obturación<sup>80</sup>.

**Definición operacional:** Ingreso de la tinción de azul de metileno a través de la interfase diente restauración, medida a través de la profundidad de penetración de la tinción.

## **Resistencia a la abrasión**

**Definición conceptual:** Desgaste oclusal de las superficies de las restauraciones<sup>81</sup>.

**Definición operacional:** Pérdida de masa de las resinas producidas por el cepillado dental, medida a través de la diferencia entre el peso antes y después del cepillado simulado.

### **Resina compuesta:**

**Definición conceptual:** Material de uso dental, compuesto por una matriz orgánica e inorgánica, material de relleno y un agente de unión, grupos silánicos y grupos metacrilatos<sup>82</sup>.

**Definición operacional:** Material de restauración unido a la estructura dental mediante un sistema adhesivo consistente en Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

### 2.2.2 Operacionalización de variables:

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	CATEGORÍA O VALOR	TIPO	ESCALA
<b>Microfiltración</b> (Variable dependiente)		Profundidad que ingresa el tinte en la interfase diente restauración	Grado 0: No hay penetración del colorante Grado 1: Penetración del colorante hasta la mitad de la pared proximal o libre Grado 2: Penetración del colorante en toda la pared proximal o libre Grado 3: Penetración del colorante en el piso pulpar	Cualitativa	Ordinal Politómica
<b>Resistencia a la abrasión</b> (Variable dependiente)		Diferencia entre peso antes y después del cepillado simulado	Medida en gramos	Cuantitativa	Razón Continua
<b>Resina compuesta</b> (Variable independiente)		Selección del tipo resina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe)</li> <li>Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent)</li> </ul>	Cualitativa	Nominal

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño Metodológico**

El diseño metodológico del presente estudio fue de tipo: experimental, analítico, prospectivo y longitudinal.

<b>Experimental:</b>	Debido a que se manipuló la variable independiente: Tipo de resina, además la asignación de los grupos fue aleatoria.
<b>Analítico:</b>	Porque se compararon las propiedades de los distintos tipos de resina.
<b>Prospectivo:</b>	Los valores registrados fueron recolectados por los investigadores y se desarrolló desde el presente hacia el futuro.
<b>Longitudinal</b>	La microfiltración se midió en un solo momento y la resistencia a la abrasión en dos momentos (antes y después del cepillado simulado).

### **3.2 Diseño Muestral**

#### **Muestra**

La muestra estuvo conformada para medir la microfiltración por dientes de bovino obturados con dos marcas de resinas de relleno único Bulk Fill y para medir la resistencia a la abrasión estuvo conformada por bloques confeccionados con las dos resinas de estudio.

## Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra se tuvo como referencia los resultados reportados en un antecedente de estudio de Almeida et al <sup>83</sup>. Para la cual se empleó la fórmula de tamaño de muestra a partir de la comparación de dos medias.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde:

n = Unidades requeridas en cada grupo de estudio

Z(1- $\alpha$ /2) = 2.576 (Nivel de confianza o seguridad cuando alfa es 1%)

Z(1- $\beta$ ) = 1.282 (Potencia de la prueba - 90%)

S<sub>1</sub><sup>2</sup> = 0.0036 (Varianza del grupo 1)

S<sub>2</sub><sup>2</sup> = 0.0001 (Varianza del del grupo 2)

X<sub>1</sub> - X<sub>2</sub> = 0.07 (Diferencia de grupos)

Los resultados del tamaño de muestra indicaron un valor n de 11 por grupo, con el fin de contrarrestar posibles pérdidas de especímenes durante el desarrollo del estudio, se consideró un tamaño de muestra de 15 muestras por cada grupo de estudios. Los cuales estuvieron divididos de la siguiente manera:

Análisis de microfiltración

Grupo 1: 15 dientes de bovino obturados con Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).

Grupo 2: 15 dientes de bovino obturados con Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

Análisis de resistencia a la abrasión

Grupo 1: 15 bloques de resina Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).

Grupo 2: 15 bloques de resina Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) .

**Muestreo:** No probabilístico por conveniencia.

**Unidad de análisis:** dientes de bovino y bloques de resina.

### **Criterios de inclusión**

Dientes de bovino anteriores sin evidencia de caries

Dientes de bovino sin fracturas ni desgastes en su estructura.

Bloques de resina con superficie homogénea.

### **Criterios de exclusión**

Dientes de bovino con espesor de esmalte menor a 2 mm.

Resinas que no cuenten con las dimensiones pre establecidas

## **3.3 Técnicas de Recolección de Datos**

### **Microfiltración**

Para evaluar la microfiltración se realizó previamente un estudio piloto con 5 muestras a fin de poner a prueba la metodología y los instrumentos de medición a emplear en el estudio.

Preparación de las muestras

Las pruebas de microfiltración se realizaron en 30 dientes bovinos, que fueron adquiridos a través de un centro veterinaria especializado en vacuno, los cuales recibieron un lavado con suero fisiológico, además de retirar con una máquina de ultrasonido restos de tejido duro adherido a la superficie dentaria. Seguidamente, fueron desinfectados con una solución de clorhexidina al 2% y posteriormente conservadas en agua destilada <sup>5</sup>.

Se realizaron cavidades en la cara vestibular de la pieza dentaria (de 2 mm de profundidad, 3mm de altura y 3 mm de ancho) en la superficie vestibular realizada mediante una fresa de carburo Nro. 57 a alta velocidad y con irrigación constante, las fresas fueron reemplazadas por cada 3 cavidades diseñadas<sup>5</sup>.

Las muestras posteriormente fueron divididas aleatoriamente en 2 grupos, según las resinas materia de estudio de la siguiente manera:

Grupo 1: 15 dientes de bovino obturados con Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).

Grupo 2: 15 dientes de bovino obturados con Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

#### Obturación de las cavidades

Las paredes de la cavidad se grabaron con ácido fosfórico al 37% (Scotch bond etchant 3ml / de la marca 3M) durante 15 segundos en esmalte y se enjuagaron con agua por 30 segundos. El exceso de agua se secó con papel absorbente<sup>6</sup>.

Seguidamente, se aplicó un sistema de unión adhesiva (Single Bond 2,3mg / 3M), la cual fue distribuida en las paredes de la cavidad mediante un micro pincel y se fotocuró durante diez segundos con una distancia de dos centímetros. Se verificó que las superficies acondicionadas estén brillantes, el cual fue un indicador que el adhesivo estuvo adherido a todo el sustrato dental, caso contrario, se aplicó una a dos capas adicionales de adhesivo hasta lograr un acondicionamiento completo<sup>7</sup>.

Las resinas de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), fueron colocadas en las cavidades en una sola capa, de tal forma que ocupó todo el espacio de la preparación realizada y posteriormente fotoactivada mediante una lámpara de fotopolimerización (Woodpecker – 850 a 1000 mW/cm<sup>2</sup>) por 40 segundos<sup>4</sup>.

Todas las muestras se almacenaron durante 7 días en agua desionizada a 37°C a fin de ser posteriormente pulidas con discos Sof-lex (3M-ESPE)<sup>83</sup>.

#### Termociclado de las muestras

Para simular el envejecimiento de las restauraciones, los especímenes fueron sometidos a un proceso de termociclado en baños de agua desionizada en una fuente entre  $5 \pm 2$  °C,  $37 \pm 2$  °C y  $55 \pm 2$  °C durante 60 segundos en cada fuente. Asimismo, se empleó un termómetro digital para mantener las temperaturas constantes. Todos los grupos fueron sometidos a 500 ciclos, de forma manual a fin de simular los cambios de la temperatura de la cavidad oral <sup>5</sup>.

#### Evaluación de microfiltración por tinción

Al finalizar el proceso de termociclado, las muestras se cubrieron con dos capas de barniz de uña (Vogue-Aruma), dejando un margen de 1mm de ancho alrededor de la restauración, con el fin de evitar que el tinte a emplear ingrese a través de canales accesorios o del ápice hacia la restauración <sup>5</sup>.

Seguidamente las muestras se sumergieron en una solución de azul de metileno al 2% durante 24 horas, pasado ese tiempo, fueron enjuagadas con agua corriente, luego los dientes fueron incrustados en bloques de resina acrílica, a fin de facilitar la manipulación de la muestra en el proceso de corte <sup>5</sup>.

Las muestras fueron seccionadas de forma longitudinal por el centro de la obturación con un disco flexible metálico (unilateral-masterdent de la tienda comercial pareja Lecaros), obteniéndose dos secciones de cada diente. El análisis de penetración del tinte de azul de metileno se observó mediante un estereomicroscopio 40x (SMZ 140 N2GG, Motic, Wetzlar, Alemania). Seleccionándose la sección más infiltrada para la medición de la penetración del tinte. (Anexo N°5) Se utilizó el Índice de Microfiltración Marginal propuesto por Miller et al <sup>5</sup>.

Grado 0: No hay penetración del colorante.

Grado 1: Penetración del colorante hasta la mitad de la pared proximal o libre.

Grado 2: Penetración del colorante en toda la pared proximal o libre.

Grado 3: Penetración del colorante en el piso pulpar.

Los datos que se obtuvieron fueron registrados en la ficha de recolección de datos. (Anexo N°2).

### **Resistencia a la abrasión**

Este estudio se llevó a cabo para evaluar la resistencia a la abrasión de una resina compuesta durante un cepillado simulado. Para ello se prepararon bloques de resina distribuidas aleatoriamente en los siguientes grupos:

- Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).
- Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

#### Preparación de las muestras

Con cada una de los materiales de estudio se confeccionaron especímenes de resinas de forma circular con 4 mm de espesor y 12 mm de diámetro, las cuales se realizaron mediante un molde de acero inoxidable.

La resina de relleno de único Bulk Fill fueron colocadas mediante un incremento único hasta el borde del molde y fotopolimerizadas con una lámpara con intensidad de luz de 600 mW/cm<sup>2</sup> durante cuarenta segundos. Seguidamente, para evitar la capa inhibida de oxígeno, se colocó en el último incremento, una porción de glicerina gel y seguidamente se procedió con la fotoactivación final.

Luego de rellenarse el molde con las resinas de estudio, se colocó otra platina de vidrio sobre la capa de resina para que los excesos se condensen a fin de obtener una superficie lisa. Posterior a ello, se procedió a retirar las muestras del molde y se fotopolimerizó por los cuatro lados durante cuarenta segundos a dos centímetros, luego se procedió a pulir con discos para pulido (Sof-lex 3M-ESPE), luego las muestras pulidas se conservaron en agua destilada a 37 °C durante el transcurso de 24 h y secadas con papel absorbente hasta que desaparezca todo rastro de humedad y finalmente se procedió a pesar cada uno de los especímenes antes del cepillado simulado, utilizando una balanza electrónica digital analítica de precisión (Kern ACS 220-4).

La sorción acuosa de las resinas fue medida según la especificación Nro. 27 de la ANSI/ADA:

Los discos fueron sumergidos en agua destilada y se colocaron en una estufa a 37°C, posteriormente fueron pesados y secados sucesivamente por espacios de 48 horas hasta que se consiguió la estabilización del peso hasta siete días (m1), posteriormente fueron introducidas a una estufa a 37°C para ser secadas durante 24 horas a fin de realizar el último pesaje (m2).

Los valores de sorción fueron medidos mediante las siguientes fórmulas:

$$A = m_1 - m_2/V$$

Siendo:

m1: Peso posterior del almacenamiento en agua

m2: Peso posterior del almacenamiento y desecación

Luego de la estabilización del peso, se realizó los procedimientos de prueba de desgaste abrasivo

#### Prueba de Desgaste Abrasivo

Para la prueba de simulación abrasiva, se realizó previamente un estudio piloto con 5 muestras con el propósito de asegurar el adecuado funcionamiento de los componentes del proceso de cepillado simulado y verificar la fiabilidad del instrumento de medición.

En la prueba de desgaste abrasivo se utilizó una máquina de cepillado a partir del diseño y una planificación de un ingeniero mecánico y eléctrico, los cuales realizaron la ejecución del mismo. La máquina ya diseñada, está ensamblada sobre una estructura metálica, la cual funciona mediante un motor de ¼ de caballo de fuerza, el cual a través de un sistema de piñones y una manija adherida a ellos generó movimientos de vaivén horizontal antero-posterior. En el extremo de dicha estructura se acopló 5 cepillos dentales para adulto de cerdas medias (Extra Clean, Colgate- Palmolive) La velocidad de cepillado fue constante, de aproximadamente 270 rpm. Considerando que un cepillado convencional presenta una duración de 2 minutos aproximadamente y que un ciclo de cepillado es equivalente al movimiento completo de vaivén del cepillo, se deduce que un cepillado de 2 minutos equivale a 340 ciclos. Por ende, se requirió 91 800 ciclos de cepillado para la simulación de

3 meses de cepillado. Dicha cantidad de ciclos se consiguió con 6 horas de funcionamiento de la maquina diseñada. Cabe mencionar que durante el proceso se utilizó como agente complementario flujo de agua, con la adición de una pasta dentífrica (Colgate- palmolive). Luego de culminar con el proceso de cepillado simulado, las muestras fueron pesadas por segunda vez, a fin de determinar la diferencia de masa con el peso inicial, antes del cepillado, mediante la balanza electrónica digital analítica de precisión (Kern ACS 220-4). Los datos obtenidos fueron registrados en una ficha de recolección de datos. (Anexo 3)

### **3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información**

Los datos obtenidos y registrados en la ficha de recolección de datos, fueron trasladados al paquete estadístico SPSS® versión 22 para su procesamiento. En el cual se estableció la estadística descriptiva considerando la media, desviación estándar y valores máximos y mínimos.

Para el desarrollo de la estadística inferencial, al ser los datos de naturaleza cuantitativa y menor a 30 muestras por grupo, se realizó el análisis de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para las comparaciones del peso antes y después se empleó la prueba de t student para datos relacionados y para la comparación de la diferencia de pesos se utilizó la prueba de U de Mann Whitney. Los datos serán analizados con un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5%.

En el análisis de la variable microfiltración, al ser una variable de tipo ordinal, se utilizó la prueba de U de Mann Whitney con un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5%.

Tanto la estadística descriptiva como la inferencial, fueron presentados en tablas y gráficos.

### **3.5 Aspectos Éticos**

Los autores declararon no tener conflictos de interés pues los materiales de estudio fueron obtenidos de manera autofinanciada. Asimismo, los datos recolectados son mantenidos con reserva hasta su publicación. Este estudio fue sometido al Comité

de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres  
y aprobado con ACTA N°001-2022-CEI/FO-USMP.

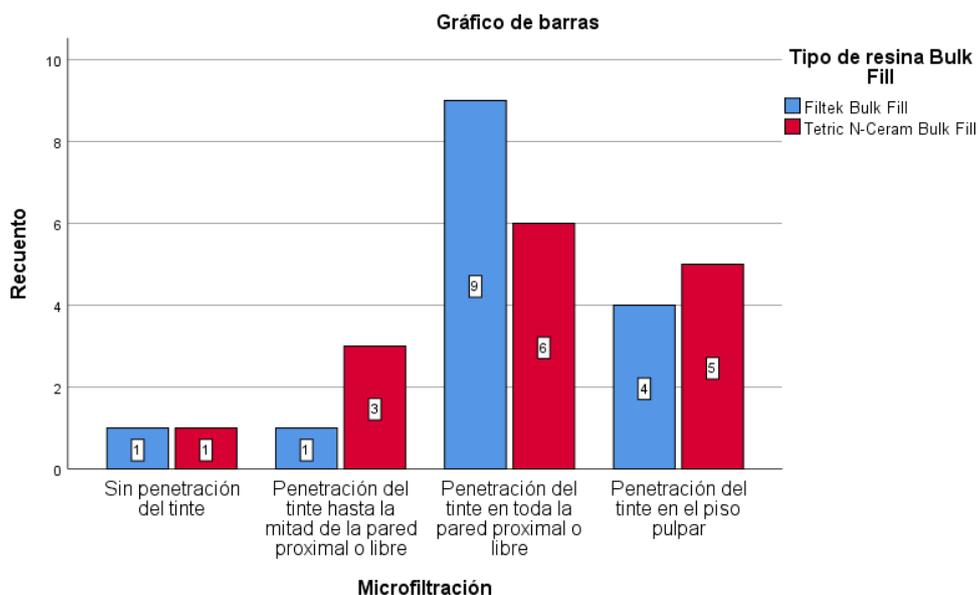
## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

**Tabla N° 1. Grado de microfiltración de las resinas compuestas de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).**

Grado de microfiltración	Filtek Bulk Fill		Tetric N-Ceram Bulk Fill	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sin penetración del tinte	1	6,7%	1	6,7%
Penetración del tinte hasta la mitad de la pared proximal o libre	1	6,7%	3	20,0%
Penetración del tinte en toda la pared proximal o libre	9	60%	6	40%
Penetración del tinte en el piso pulpar	4	26,7%	5	33,3%
Total	15	100%	15	100%

El análisis de microfiltración indica que el mayor porcentaje de microfiltración se presentó en ambos tipos de resina cuando la penetración del tinte penetró toda la pared proximal o libre.

**Gráfico N° 1. Grado de microfiltración de las resinas compuestas de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).**

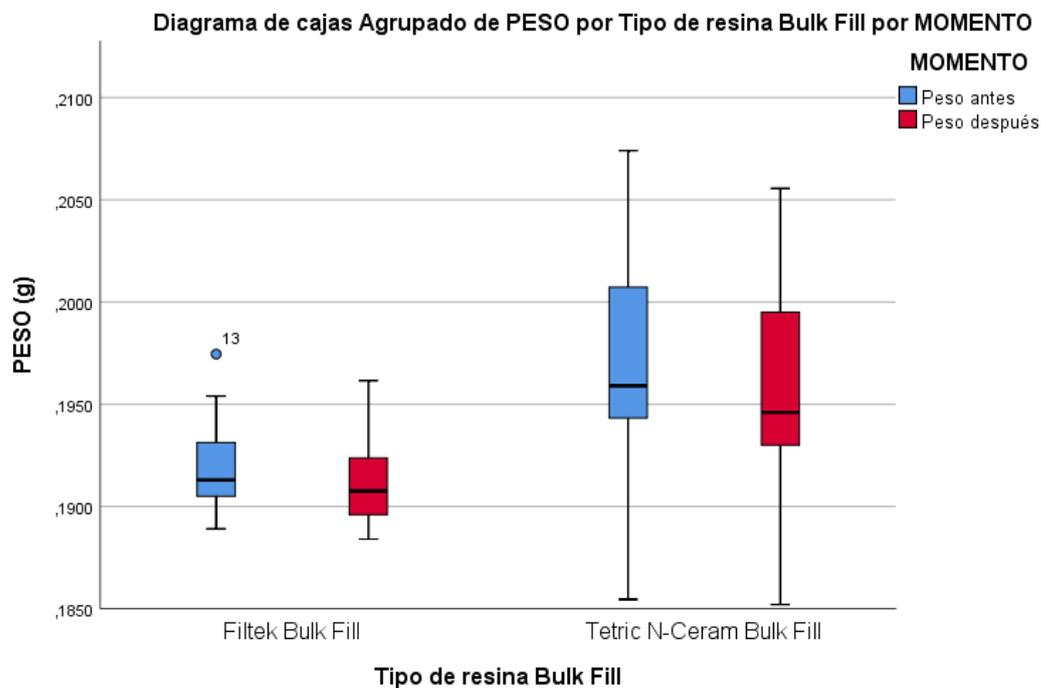


**Tabla 2.** Grado de resistencia a la abrasión de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental

	Filtek Bulk Fill		Tetric N-Ceram Bulk Fill	
	Antes	Después	Antes	Después
	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)
Peso (g)	0,1919 (0,0023)	0,1912 (0,0022)	0,1969 (0,0055)	0,1957 (0,0054)

DS: Desviación estándar

**Gráfico 2.** Grado de resistencia a la abrasión de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental



**Tabla 3.** Comparación del grado de microfiltración de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Filtek Bulk Fill	15	15,73	236,00
Tetric N-Ceram Bulk Fill	15	15,27	229,00
Total	30		

**Tabla 4.** Prueba de U de Mann-Whitney para comparación del grado de microfiltración de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

Estadísticos de prueba	Microfiltración
U de Mann-Whitney	109,000
Z	-0,158
Sig. Asintótica (bilateral)	0,875

Para el análisis de comparaciones de 2 grupos independientes de variables ordinales se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, evidenciando con un p-valor de 0,875 que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el grado de microfiltración entre las dos resinas evaluadas.

**Tabla 5.** Comparación del grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.

Grupos	Peso Antes (DS)	Peso Después (DS)	Diferencia de pesos (DS)
Filtek Bulk Fill	0,1919 (0,0023) <sup>a</sup>	0,1912 (0,0022) <sup>b</sup>	0,0007 (0,0003) <sup>A</sup>
Tetric N-Ceram Bulk Fill	0,1968 (0,0055) <sup>a</sup>	0,1957 (0,0054) <sup>b</sup>	0,0011 (0,0016) <sup>A</sup>

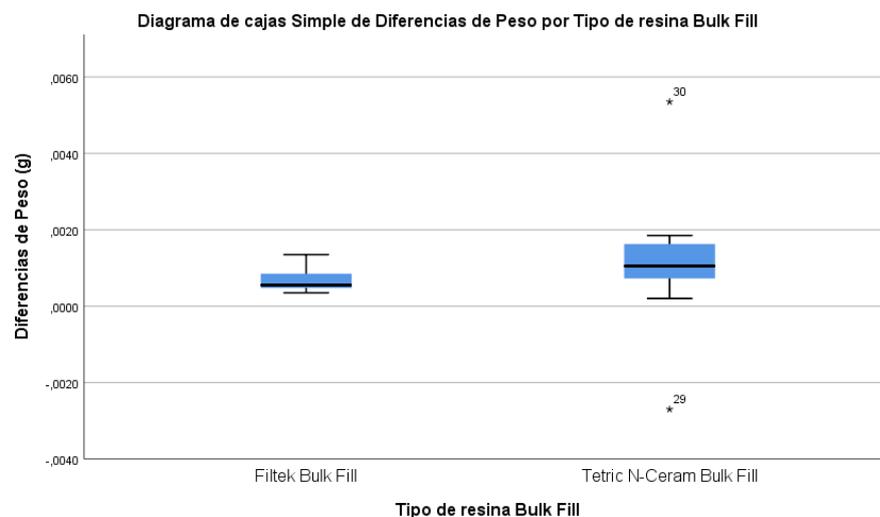
DS: Desviación estándar

Mediante la prueba estadística T de student para datos relacionados las letras minúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativas. Mediante la prueba estadística U de Mann-Whitney, letras mayúsculas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre el peso antes y después de la resina Filtek Bulk Fill ( $p=0,000$ ).

Hubo diferencias estadísticamente significativas entre el peso antes y después de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill ( $p=0,016$ ).

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las diferencias de peso de la resina Filtek Bulk Fill y la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill ( $p=0,065$ ).

**Gráfico 3.** Comparación del grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito determinar la microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill de las marcas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent). Los resultados del estudio indicaron que no hubo diferencias entre ambas marcas de resinas respecto a las dos propiedades estudiadas.

Son diversas las variables que determinan el sellado de los márgenes de los materiales restauradores, entre las que se encuentran las relacionadas a las características propias del material, tales como la viscoelasticidad, la contracción de fotopolimerización<sup>21</sup>, el tipo de adhesivo y la rigidez<sup>84</sup>. Por otro lado, también se encuentran las variables relacionadas a las condiciones del procedimiento individual, tales como el tamaño y tipo de preparación cavitaria, técnica de colocación de la restauración y el tipo de curado<sup>62</sup>. La microfiltración provoca manifestaciones clínicas relacionadas a la incomodidad y dolor de la pieza restaurada producto de las fuerzas provocadas durante la oclusión, las mismas que son producidas por acumulación de líquidos en la interfase diente-restauración que provocan el movimiento de los fluidos dentro de los túbulos dentinarios<sup>85</sup>.

Los estudios que evalúan la microfiltración de los materiales emplean análisis de naturaleza cuantitativa y cualitativa entre las que se encuentran los métodos que usan tintes<sup>86</sup>, microscopía electrónica, técnicas de adsorción radioactiva, procesos electroquímicos, aplicaciones de nanotecnología<sup>87</sup> y tomografía de coherencia óptica de polarización cruzada<sup>63</sup>. En nuestra investigación se empleó el método de penetración de tinte, debido a que es una técnica ampliamente empleada debido a su fácil disponibilidad, accesibilidad económica y la no generación de reacciones de toxicidad<sup>85</sup>. Además, nuestra investigación utilizó dientes de bovino como unidad de análisis en reemplazo de los dientes humanos utilizados en otras investigaciones, ello debido a una mayor disponibilidad y que ambos no muestran diferencias en la evaluación de la microfiltración según diversos estudios<sup>88,89</sup>.

En esta investigación ambas marcas de resina Bulk Fill presentaron en su mayoría evidencia de microfiltración, similar a lo reportado por Poggio et al<sup>90</sup> quien al estudiar diversos tipos de resina señaló que todos presentaron cierto grado de

microfiltración. En la misma línea Mosharraffian et al <sup>95</sup> menciona que 85% a 90% de los casos la resina BulkFill mostró algún grado de microfiltración de poca profundidad. Por el contrario, cuando Patel et al <sup>61</sup>. Estudió la resina Tetric N-Ceram <sup>TM</sup> Bulk Fill encontró que un porcentaje bajo del número de especímenes estudiados presentó microfiltración (25%), sin embargo; en el mismo estudio las resinas BulkFill de otras marcas mostraron más de la mitad de casos con cierto grado de microfiltración. Las diferencias observadas con otros estudios podrían deberse a que la microfiltración del material está influenciada por diversos factores como la clasificación de la preparación cavitaria, el criterio de registro de microfiltración, el protocolo de termociclado, el adhesivo utilizado, la viscosidad de la resina Bulk Fill <sup>91</sup>, la forma de activación <sup>21</sup> y hasta el tipo de tinte empleado <sup>19</sup>, todo ello debería considerarse cuando se realiza la comparación entre los estudios.

En nuestra investigación se encontró que las dos marcas estudiadas no presentaron diferencias respecto a su grado de microfiltración, hecho que es similar a las conclusiones del estudio realizado por Mosharraffian et al <sup>19</sup>, quien al comparar la resina Filtek Bulk Fill con otro tipo de resinas Bulk Fill y las resinas convencionales evidenció que no hubo diferencias entre ellas.

Aunque como se ha mencionado la técnica de penetración de tinte es un método ampliamente utilizado para evaluar la microfiltración, se recomienda incluir estudios de microscopía electrónica a fin de tener evidencia más precisa de las propiedades del material de estudio.

Los materiales de restauración están sujetos a una serie de elementos que pueden influir en la alteración de la superficie <sup>92</sup>, entre estos factores se encuentran los de naturaleza mecánica, térmica y química, los mismos que pueden llegar incluso a producir la degradación del material<sup>14</sup>. Durante el cepillado dental se presentan una serie de elementos que podrían inducir al desgaste de la superficie de las resinas, tales como los agentes abrasivos de la pasta dental, consistencia de las cerdas y las propiedades mismas de resistencia a la abrasión del material de restauración<sup>72</sup>, debido a este último este estudio comparó dos marcas distintas de resinas Bulk Fill. Se ha reportado en la literatura el análisis indirecto de la resistencia a la abrasión de los materiales a través de la variación del peso <sup>93</sup>, ya que el mecanismo de cepillado provocaría el desgaste de la porción orgánica de la resina compuesta, la misma que produciría la pérdida de masa del material <sup>14</sup>.

De Almeida et al <sup>14</sup> estudió la variación del peso producto del cepillado simulado de diversas resinas Bulk Fill, entre las que se incluyó a la resinas Filtek™ Bulk Fill utilizada en nuestro estudio, reportando que no hubo diferencias significativas en la pérdida de peso con los otros tipos de resina, estos resultados son compatibles con los nuestros, puestos que no evidenciamos diferencias entre las resinas Filtek™ Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill, sin embargo; en nuestro estudio cuando se comparó el peso antes y después del cepillado, se evidenciaron diferencias significativas de reducción de peso en ambas resinas analizadas de forma independiente, hecho que no sucedió en el estudio de Almeida et al <sup>14</sup> pues la reducción del peso no fue significativa en cada una de las resinas. Similar a nuestros resultados Elmamooz et al <sup>94</sup>. Al incluir en su estudio a la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill sí evidenció diferencia significativa en la pérdida de peso antes y después del cepillado, e incluso reportó que esta marca de resina Bulk Fill fue la que mayor disminución de masa presentó en comparación con los otros grupos de estudio.

Es importante mencionar que, la pérdida de peso está correlacionada con un incremento de la rugosidad de la superficie de los materiales de restauración <sup>95</sup>, es por ello que en diversos estudios <sup>14,94</sup> los materiales que mayor pérdida de peso presentan son aquellos que evidencian mayores valores de incremento de rugosidad; en base a ello, en un estudio realizado por O'Neill <sup>12</sup>, se evidenció que las resinas Filtek Bulk Fill y Tetric Bulk Fill utilizadas en nuestro investigación fueron una de las que menos incremento de rugosidad de superficie mostraron en relación a los otros grupos de estudio. Asimismo, en una investigación realizada por Shimokawa et al <sup>71</sup>. Se observó que la resina Filtek Bulk Fill presentó mayor incremento de rugosidad que la resina Tetric Bulk Fill, sin embargo; ambos incrementos fueron relativamente bajos en comparación con los otros grupos de resinas comparados.

Una de las limitaciones del análisis de este estudio para establecer la comparación entre diversas marcas respecto a la resistencia a la abrasión analizado mediante la pérdida de peso, no se ha encontrado en la literatura una comparación específica entre la resina Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), además de la existencia de otros factores que pueden influir en el grado de pérdida de peso del material, tales como el número de ciclos de cepillados

aplicados a la resina, el tipo de agente abrasivo para el cepillado, la marca y consistencia del cepillo dental y la carga de fuerza con la que se aplica la presión del cepillo; aunque se han utilizado en el presente estudio los protocolos estandarizados, estos no son aplicados en todas las investigaciones de la misma forma, por lo que la heterogeneidad metodológica debe considerarse al comparar los resultados.

## CONCLUSIONES

1. El mayor número de casos de penetración del tinte se presentó a nivel de toda la pared proximal o libre en las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).
2. La diferencia de masa antes y después del cepillado dental en la resina resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) fue 0,0007g y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) fue de 0,0011 g.
3. No existe diferencias estadísticamente significativas en el grado de microfiltración entre las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) ( $p=0,875$ ).
4. No existe diferencias estadísticamente significativas entre el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) Y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) ( $p=0,65$ ).

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones que incluyan variables intervinientes para analizar el grado de microfiltración resistencia a la abrasión.
2. Se recomienda incorporar el uso de microscopía electrónica de barrido para optimizar el análisis de las propiedades estudiadas.
3. Realizar investigaciones que incluyan otras marcas disponibles de resinas Bulk Fill en el mercado nacional.
4. Realizar investigaciones que incluyan como grupo control a las resinas convencional.
5. Realizar investigaciones que incluyan en su metodología mayor número de termociclado para evaluar la microfiltración y mayor número de ciclos de cepillado para evaluar la resistencia a la abrasión.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Malhotra N, Mala K, Acharya S. Resin-based composite as a direct esthetic restorative material. *Compend Contin Educ Dent*. 2011;32(5):14-38.
2. Sokolowski G, Szczesio A, Bociong K, et al. Dental Resin Cements-The Influence of Water Sorption on Contraction Stress Changes and Hydroscopic Expansion. *Materials (Basel)*. 2018;11(6):973.
3. García L, Climent A, Llena C. In vitro evaluation of microleakage in class II composite restorations: High-viscosity bulk-fill vs conventional composites. *Dent Mater J*. 2019;38(5):721-7.
4. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JWV. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig*. 2005;9(2):71-6.
5. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: A review. *Br Dent J*. 2017;222(5):337-44.
6. Tsuzuki FM, Castro-Hoshino LV de, Lopes LCP, Sato F, Baesso ML, Terada RSS. Evaluation of the influence of light-curing units on the degree of conversion in depth of a bulk-fill resin. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(12):1117-23.
7. Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, Lamas-Lara C, Khan AS, Lukomska-Szymanska M. Clinical Effectiveness of Bulk-Fill and Conventional Resin Composite Restorations: Systematic Review and Meta-Analysis. *Polymers (Basel)*. 2020;12(8):1786.
8. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*. 2014;42(5):575-81.
9. Teixeira ECN, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(3):172-81.

10. Wang L, Garcia FCP, De Araújo PA, Franco EB, Mondelli RFL. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J Esthet Restor Dent.* 2004;16(5):303-14.
11. Al-Qahtani K, Bounni RS Al, Omari M Al, Assery M. Wear and Surface Roughness of Three different Composite Resins after Simulated Toothbrushing: An in vitro Study. *Int J Oral Care Res.* 2017;5(3):206-8.
12. O'Neill C, Kreplak L, Rueggeberg FA, Labrie D, Shimokawa CAK, Price RB. Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(1):59-69.
13. Elmarakby AM, Darwish M, Souror YR, Waly A. Surface roughness of bulk fill composite after simulated toothbrushing with different dentifrices. *Open Access Maced J Med Sci.* 2020;8(D):166-72.
14. De Almeida J, Messias A, Gadelha D, Caldas S, Caldas M. Evaluation of surface characteristics and weight variation of different composite resins after simulated toothbrushing. *Eur J Gen Dent.* 2020;9(3):141-6.
15. Lins RBE, Aristilde S, Osório JH. Biomechanical behaviour of bulk-fill resin composites in class II restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019;9(8):255-261.
16. Abuelenain D, Abou Neel E, Al-Dharrab A. Surface characterization and mechanical behavior of bulk fill versus incremental dental composites. *Tanta Dent J.* 2017;14(2):56.
17. Haugen HJ, Marovic D, Par M, Thieu MK Le, Reseland JE, Johnsen GF. Bulk fill composites have similar performance to conventional dental composites. *Int J Mol Sci.* 2020;21(14):1-20.
18. Alkhudhairy FI, Ahmad ZH. Comparison of shear bond strength and microleakage of various bulk-fill bioactive dentin substitutes: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(12):997-1002.
19. Mosharrafian S, Heidari A, Rahbar P. Microleakage of Two Bulk Fill and One

- Conventional Composite in Class II Restorations of Primary Posterior Teeth. *J Dent (Tehran)*. 2017;14(3):123-31.
20. Nascimento AS, Lima EA, Durão m de A, Sousa y de C, Correia TC, Braz R. Marginal microleakage in Bulk Fill resins. *Rev Odontol da Unesp*. 2016;45(6):327-31.
  21. Gamarra VSS, Borges GA, Júnior LHB, Spohr AM. Marginal adaptation and microleakage of a bulk-fill composite resin photopolymerized with different techniques. *Odontology*. 2018;106(1):56-63.
  22. AlSagob EI, Bardwell DN, Ali AO, Khayat SG, Stark PC. Comparison of microleakage between bulk-fill flowable and nanofilled resin-based composites. *Interv Med Appl Sci*. 2018;10(2):102-109.
  23. Gjorgievska E, Oh DS, Haam D, Gabric D, Coleman NJ. Evaluation of Efficiency of Polymerization, Surface Roughness, Porosity and Adaptation of Flowable and Sculptable Bulk Fill Composite Resins. *Molecules*. 2021;26(17):5202.
  24. Nafise E, Tayebe S, Hamed N, Somaye S, Mohammad B. Laboratory examination of surface roughness and weight loss of two types of conventional composites (grandio and tetric n ceram) and bulk fill (x-tra fill and tetric n ceram bulk fill) after toothbrushing test. *Herald NAMSCA*. 2018;3:1064-70.
  25. Nayyer M, Zahid S, Hassan SH. Comparative abrasive wear resistance and surface analysis of dental resin-based materials. *Eur J Dent*. 2018;12(1):57-66.
  26. Hervás A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(2):E215-E220.
  27. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Jpn Dent Sci Rev*. 2019;55(1):126-138.

28. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(2):97-116.
29. Kowalska A, Sokolowski J, Bociog K. The Photoinitiators Used in Resin Based Dental Composite-A Review and Future Perspectives. *Polymers (Basel).* 2021;13(3):470.
30. Luo S, Liu F, Yu B, He J. Preparation of low shrinkage stress Bis-GMA free dental resin composites with a synthesized urethane dimethacrylate monomer. *J Biomater Sci Polym Ed.* 2019;30(2):137-149.
31. Wong JD, Kei Lung CY, Tsoi JK, Matinlinna JP. Effects of a zirconate coupling agent incorporated into an experimental resin composite on its compressive strength and bonding to zirconia. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;29:171-176.
32. Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X. Development and status of resin composite as dental restorative materials. *J Appl Polym Sci* .2019;44(136):1-12.
33. Bruno M, Terumi E, Cristina Mendonça dos Santos D, Grama Hoepfner M, De Almeida Cardoso S. Clinical Evaluation of Composite Resin Restorations in Posterior Teeth. *J Heal Sci.* 2021;23(1):39-43.
34. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TM, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent.* 2008;33(4):408-412.
35. Bayne SC. Correlation of clinical performance with 'in vitro tests' of restorative dental materials that use polymer-based matrices. *Dent Mater.* 2012;28(1):52-71.
36. Mousavinasab SM, Taromi Z, Zajkani E. Thermal rise during photopolymerization and degree of conversion of bulk fill and conventional resin composites. *Dent Res J (Isfahan).* 2020;17(4):293-9.

37. Aggarwal N, Jain A, Gupta H, Abrol A, Singh C, Rappay T. The comparative evaluation of depth of cure of bulk-fill composites - An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2019;22(4):371-5.
38. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-fill composites: A review of the current literature. *J Adhes Dent.* 2017;19(2):95-109.
39. Haugen HJ, Marovic D, Par M, Thieu MKL, Reseland JE, Johnsen GF. Bulk Fill Composites Have Similar Performance to Conventional Dental Composites. *Int J Mol Sci.* 2020;21(14):5136.
40. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):227-35.
41. Reis AF, Vestphal M, Amaral RCD, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017;31(1):59.
42. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonça G, Ishikiriama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *J Appl Oral Sci.* 2019;27(1):18-132.
43. El-Damanhoury HM, Platt JA. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2014;39(4):374-82.
44. Durán OG, Tisi JP, Urzúa I. Alternativas clínicas para el uso de composites Bulk-Fill compactables y fluidos: Reporte de un caso paso a paso. *Odovtos-Int J Dent Sc.* 2021;23(1):31-42.
45. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LES, Martin AA. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater.* 2015;31(12):1542-51.
46. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent.*

2014;42(4):439-449.

47. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013;38(6):618-625.
48. Garoushi S, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater*. 2013;29(8):835-841.
49. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*. 2014;42(8):993-1000.
50. Engelhardt F, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Comparison of flowable bulk-fill and flowable resin-based composites: an in vitro analysis. *Clin Oral Investig*. 2016;20(8):2123-2130.
51. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A. Incremental filling technique and composite material-Part I: Cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent*. 2014;39(2).
52. Vinagre A, Ramos J, Alves S, Messias A, Alberto N, Nogueira R. Cuspal Displacement Induced by Bulk Fill Resin Composite Polymerization: Biomechanical Evaluation Using Fiber Bragg Grating Sensors. *Int J Biomater*. 2016;16(7)4283.
53. Francis AV, Braxton AD, Ahmad W, Tantbirojn D, Simon JF, Versluis A. Cuspal Flexure and Extent of Cure of a Bulk-fill Flowable Base Composite. *Oper Dent*. 2015;40(5):515-523.
54. Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent*. 2015;43(12):1519-1528.
55. Francis AV, Braxton AD, Ahmad W, Tantbirojn D, Simon JF, Versluis A. Cuspal Flexure and Extent of Cure of a Bulk-fill Flowable Base

- Composite. Oper Dent. 2015;40(5):515-523.
56. Khoroushi M, Ehteshami A. Marginal microleakage of cervical composite resin restorations bonded using etch-and-rinse and self-etch adhesives: two dimensional vs. three dimensional methods. Restor Dent Endod. 2016;41(2):83.
  57. Aguiar FH, Ajudarte KF, Lovadino JR. Effect of light curing modes and filling techniques on microleakage of posterior resin composite restorations. Oper Dent. 2002;27(6):557-562.
  58. Turkistani A, Nakashima S, Shimada Y, Tagami J, Sadr A. Microgaps and Demineralization Progress around Composite Restorations. J Dent Res. 2015;94(8):1070-1077.
  59. Blanchard P, Wong Y, Matthews AG, Vena D, Craig RG, Curro FA. Restoration variables and postoperative hypersensitivity in Class I restorations: PEARL Network findings. Part 2. Compend Contin Educ Dent. 2013;34(4):62.
  60. Scotti N, Comba A, Gambino A. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. Eur J Dent. 2014;8(1):1-8.
  61. Patel P, Manish S, Nea A, Priti D. Comparative Evaluation of Microleakage of Class II Cavities Restored with Different Bulk Fill Composite Restorative Systems: An In Vitro Study. J Res Adv Dent. 2016;5(2):52-62.
  62. Gopinath VK. Comparative evaluation of microleakage between bulk esthetic materials versus resin-modified glass ionomer to restore Class II cavities in primary molars. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2017;35(3):238-243.
  63. Turkistani A, Nasir A, Merdad Y, Jamleh A, Alshouibi E, Sadr A. Evaluation of microleakage in class-II bulk-fill composite restorations. J Dent Sci. 2020;15(4):486-92.
  64. Alhabdan AA. Review of microleakage evaluation tools. J Int Oral Health. 2017;4(9):141-5.

65. Yavuz I, Tumen EC, Kaya CA, Dogan MS, Gunay A, Unal M. The reliability of microleakage studies using dog and bovine primary teeth instead of human primary teeth. *Eur J Paediatr Dent*. 2013;14(1):42-6.
66. Baig MS, Fleming GJ. Conventional glass-ionomer materials: A review of the developments in glass powder, polyacid liquid and the strategies of reinforcement. *J Dent*. 2015;43(8):897-912.
67. Nayyer M, Zahid S, Hassan SH. Comparative abrasive wear resistance and surface analysis of dental resin-based materials. *Eur J Dent*. 2018;12(1):57-66.
68. Hahnel S, Schultz S, Trempler C, Ach B, Handel G, Rosentritt M. Two-body wear of dental restorative materials. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2011;4(3):237-244.
69. Barakat O. Comparative Evaluation of Wear Resistance of Different Bulk-Fill Composite and surface roughness with Antagonist Human Enamel and Porcelain. *Egypt Dent J*. 2020;66(2):1383-95.
70. Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, McCabe JF. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater*. 1997;13(2):82-8.
71. Shimokawa CAK, Giannini M, André CB, Sahadi BO, Faraoni JJ, Palma-Dibb RG. 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(6):637-47.
72. Monteiro B, Spohr AM. Surface Roughness of Composite Resins after Simulated Toothbrushing with Different Dentifrices. *J Int Oral Health*. 2015;7(7):1-5.
73. Wiegand A, Schlueter N. The role of oral hygiene: Does toothbrushing harm? *Monogr Oral Sci*. 2014;25:215-9.
74. Bizhang M, Schmidt I, Chun YP, Arnold WH, Zimmer S. Toothbrush abrasivity

- in a long-term simulation on human dentin depends on brushing mode and bristle arrangement. *PLoS One*. 2017;12(2):0172060.
75. Wetselaar P, Manfredini D, Ahlberg J. Associations between tooth wear and dental sleep disorders: A narrative overview. *J Oral Rehabil*. 2019;46(8):765-775.
  76. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration of the Restoration. *J Dent Res*. 1987;66(11):1636-9.
  77. Yin YB, Yang QS, Wang SL, Gao HD, He YW, Li XL. Formation of CO<sub>2</sub> bubbles in epoxy resin coatings: A DFT study. *J Mol Graph Model*. 2019;86:192-198.
  78. Eltahlah D, Lynch CD, Chadwick BL, Blum IR, Wilson NHF. An update on the reasons for placement and replacement of direct restorations. *J Dent*. 2018; 72:1-7.
  79. Sajnani AR, Hegde MN. Leaching of monomers from bulk-fill composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2016;19(5):482-486.
  80. Fidalgo TKDS, Americano G, Medina D, Athayde G, Letieri ADS, Maia LC. Adhesiveness of bulk-fill composite resin in permanent molars submitted to *Streptococcus mutans* biofilm. *Braz Oral Res*. 2019;33: e111.
  81. Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25:32-45.
  82. Aminoroaya A, Esmaeely Neisiany R, Nouri Khorasani S, Panahi P, Das O, Ramakrishna S. A Review of Dental Composites: Methods of Characterizations. *ACS Biomater Sci Eng*. 2020;6(7):3713-3744.
  83. Lamas C, Alvarado-Menacho S, Angulo G. Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores: Reporte de Caso. *Rev. Estomatol*. 2015;25(2):145-151.

84. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater.* 2005;21(1):36-42.
85. Subramaniam P, Pandey A. Assessment of Microleakage of a Composite Resin Restoration in Primary Teeth Following Class III Cavity Preparation Using Er, Cr: YSGG laser: An In Vitro Study. *J Lasers Med Sci.* 2016;7(3):172-176.
86. Bedran de Castro AK, Pimenta LA, Amaral CM, Ambrosano GM. Evaluation of microleakage in cervical margins of various posterior restorative systems. *J Esthet Restor Dent.* 2002;14(2):107-114.
87. Ali AM, Mostafa D, Sakr A, El Tantawi M, Abellatif H, Elkateb MA. Comparing nanoleakage between class II bulkfill and incremental composite restorations using snowplow technique. *Saudi Dent J.* 2023;35(1):46-52.
88. Soares FZ, Follak A, da Rosa LS, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater.* 2016;32(11):1385-1393.
89. Reeves GW, Fitchie JG, Hembree JH Jr, Puckett AD. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. *Oper Dent.* 1995;20(6):230-235.
90. Poggio C, Chiesa M, Scribante A, Mekler J, Colombo M. Microleakage in Class II composite restorations with margins below the CEJ: in vitro evaluation of different restorative techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013;18(5): e793-e798.
91. Orłowski M, Tarczydło B, Chałas R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. *ScientificWorldJournal.* 2015; 2015:701262.
92. Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res.* 2008;87(4):367-371.
93. De Moraes RR, dos Santos Ribeiro D, Klumb MM, Brandt WC, Corrêa-Sobrinho L, Bueno M. In vitro toothbrushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials. *Braz Oral Res.* 2008;22(2):112-8.

94. Elmamooz N, Sajadi T, Nazifi H, Sajadi S, Sajadi MB, Sajad MB, Herald N. Laboratory examination of surface roughness and weight loss of two types of conventional composites (grandio and tetric n ceram) and bulk fill (x-tra fill and tetric n ceram bulk fill) after toothbrushing test. National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts Herald. 2018; 3:1064-1070.
95. Kanter J, Koski RE, Martin D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. J Prosthet Dent. 1982;47(5):505-513.

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
<p><b>General</b> ¿Cuál será el grado de microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill?</p>	<p><b>General</b> Determinar el grado de microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill.</p>	<p><b>General</b> Existe diferencias en el grado de microfiltración y resistencia a la abrasión por cepillado dental de dos resinas compuestas de relleno único Bulk Fill.</p>	<p><b>Bases Teóricas</b></p> <p><b>Resinas compuestas.</b></p> <p><b>Resinas compuestas de relleno único Bulk Fill.</b></p> <p><b>Propiedades y desempeño clínico de las resinas Bulk Fill.</b></p> <p><b>Microfiltración en resinas Bulk Fill.</b></p> <p><b>Resistencia a la abrasión de las resinas Bulk Fill.</b></p> <p><b>Definición de Términos Básicos.</b></p>	<p><b>Diseño Metodológico</b></p> <p>Experimental</p> <p>Analítico</p> <p>Prospectivo</p> <p>Longitudinal</p> <p><b>Diseño Muestral</b></p> <p>Muestreo No probabilístico</p> <p><b>Técnica de Recolección de Datos</b></p> <p>Observación</p> <p><b>Variables</b></p> <p>Microfiltración (Variable dependiente)</p> <p>Resistencia a la abrasión (Variable dependiente)</p> <p>Tipo de resina (Variable independiente)</p>
	<p><b>Específicos</b></p>	<p><b>Específicas</b></p>		
	<p>Determinar el grado de microfiltración de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p>	<p><b>H1:</b> Existe diferencia en el grado de microfiltración al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p> <p><b>H0:</b> No existe diferencia en el grado de microfiltración al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p>		
	<p>Determinar el grado de resistencia a la abrasión de la resina compuesta de relleno único Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) mediante la diferencia de masa antes y después del cepillado dental.</p>	<p><b>H1:</b> Existe diferencia en el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p> <p><b>H0:</b> No existe diferencia en el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p>		
	<p>Comparar el grado de microfiltración de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p>	<p><b>H0:</b> No existe diferencia en el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental al comparar las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p>		
	<p>Comparar el grado de resistencia a la abrasión del cepillado dental de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).</p>			





## ANEXO N°4: PRUEBAS DE NORMALIDAD

### Pruebas de normalidad

	Tipo de resina Bulk Fill	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso (Antes)	Filtek Bulk Fill	,169	15	,200*	,929	15	,265
	Tetric N-Ceram Bulk Fill	,131	15	,200*	,977	15	,945
Peso (Después)	Filtek Bulk Fill	,136	15	,200*	,934	15	,311
	Tetric N-Ceram Bulk Fill	,151	15	,200*	,967	15	,817

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors.

### Pruebas de normalidad

	Tipo de resina Bulk Fill	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	Filtek Bulk Fill	,218	15	,053	,841	15	,013
	Tetric N-Ceram Bulk Fill	,262	15	,007	,819	15	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors.

## ANEXO N° 5: FOTOGRAFÍAS

### PROCESO DEL TERMOCICLADO



Figura 1. Exposición de las muestras a una fuente de agua desionizada a  $5\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 60 segundos.



Figura 2. Exposición de las muestras a una fuente de agua desionizada a  $37\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 60 segundos.



Figura 3. Exposición de las muestras a una fuente de agua desionizada a  $55\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 60 segundos.

## ANÁLISIS DE MICROFILTRACIÓN EN EL ESTEREOMICROSCOPIO



Figura 4. Estereomicroscopio utilizado para analizar la penetración del azul de metileno en las muestras.

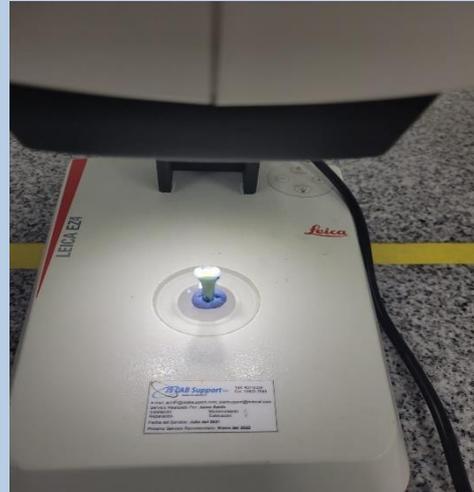


Figura 5. Fijación de la muestra al estereomicroscopio.

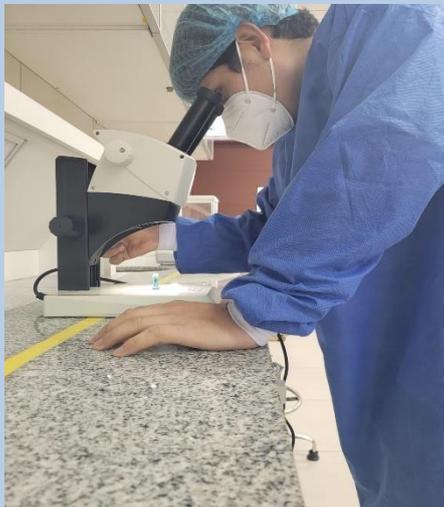


Figura 6. Uso del estereomicroscopio para la magnificación de las muestras de diente de bovino.

## MICROFILTRACIÓN

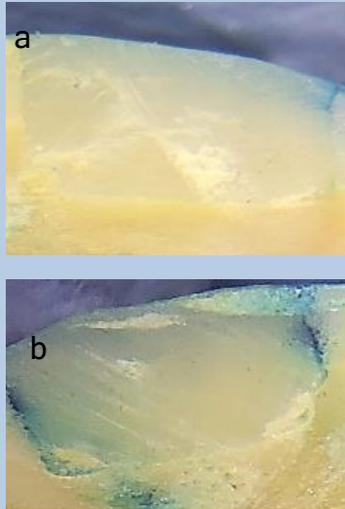


Figura 7. Grado de filtración  
a: grado 1- b: grado 2 (Filtek™ Bulk Fill  
(3M-Espe).

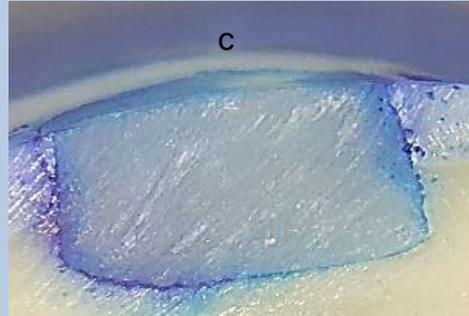


Figura 8. Grado de filtración  
c: grado 3 (Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe).

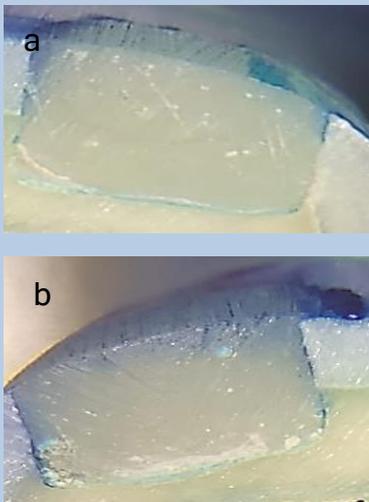


Figura 9. Grado de filtración  
a: grado 1 y b: grado 2 - Tetric N-Ceram™  
Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

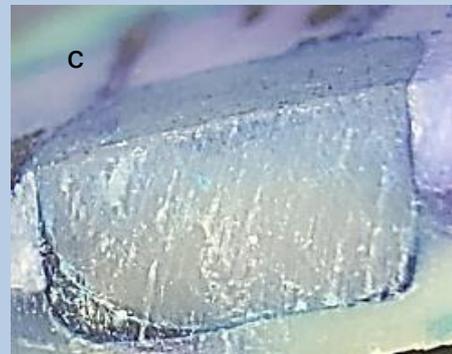


Figura 10. Grado de filtración  
c: grado 3 - Tetric N-Ceram™ Bulk Fill  
(Ivoclar Vivadent).

## RESISTENCIA A LA ABRASIÓN POR CEPILLADO DENTAL



Figura 11. Balanza electrónica analítica digital de precisión.



Figura 12. Preparación de cepillos para máquina de cepillado.



Figura 13. Pesaje inicial de las muestras de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) en la balanza electrónica analítica digital de precisión.

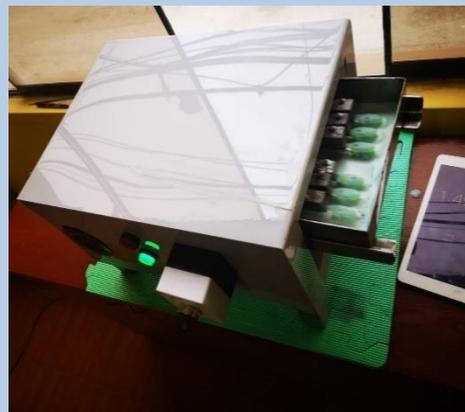


Figura 14. Colocación de las muestras en la máquina de cepillado.



Figura 15. Aplicación del agente complementario flujo de agua, con la adición de una pasta dentífrica (Colgate-palmolive).



Figura 16. Pesaje final de las muestras de las resinas Filtek™ Bulk Fill (3M-Espe) y Tetric N-Ceram™ Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) en la balanza electrónica analítica digital de precisión.



Figura 17. Pesaje de las muestras en la balanza electrónica analítica de precisión.