Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

Efecto del termociclaje en la microfiltración de la interfase diente-resina de dos marcas de resina Bulk Fill. Arequipa 2025.

Tesis presentada por:

Eduardo Aragon, Maida Rocio

ORCID: 0009-0008-5780-2764

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

Dr. De Los Rios Fernandez, Enrique Manuel

ORCID: 0000-0002-3710-6373

Arequipa – Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 21 de Abril del 2026

Dictamen: 017235-C-EPO-2026

Visto el borrador del expediente 017235, presentado por:

2021600772 - EDUARDO ARAGON MAIDA ROCIO

Titulado:

EFECTO DEL TERMOCICLAJE EN LA MICROFILTRACIÓN DE LA INTERFASE DIENTE-RESINA DE DOS MARCAS DE RESINA BULK FILL. AREQUIPA 2025.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO
DICTAMINADOR

29649041 - ZEVALLOS CHAVEZ MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR

29552728 - VALERO QUISPE JAVIER LUCHO
DICTAMINADOR

EFECTO DEL TERMOCICLAJE EN LA MICROFILTRACIÓN DE LA INTERFASE DIENTE-RESINA DE DOS MARCAS DE RESINA BULK FILL. AREQUIPA 2025.

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	17%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	12%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	1%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	revmic.com Fuente de Internet	1%
6	www.fgm.ind.br Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Apagado		

DEDICATORIA

A mi madre, Maida Ruseth Aragón Valdez, mi principal sustento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada miembro de mi familia por el apoyo cuando estaba cursando los años de clínica, especialmente a mi madre por haberme respaldado en mis 5 años de carrera y seguir haciéndolo.

Doy las gracias a cada uno de mis jurados por darme las sugerencias correspondientes de cómo mejorar mi investigación y llevarlo acabo de la mejor manera. También, a cada uno de los doctores con quienes trabaje en clínica y me ayudaron en realizar mejores tratamientos y aprender de la mejor manera.

Por último a la vida, que me permite disfrutar de esta hermosa carrera como es la odontología.

RESUMEN

Objetivo: El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el impacto del termociclaje sobre la integridad marginal de piezas dentales con cavidades clase I, restauradas mediante dos marcas de resinas Bulk Fill de amplio uso comercial. El estudio se centró en evaluar si este proceso de envejecimiento artificial influye de manera significativa en el incremento del grado de microfiltración marginal.

Metodología: Se seleccionaron 40 premolares extraídos por razones ortodónticas, en los cuales se confeccionaron cavidades estandarizadas de clase I para ser distribuidos en cuatro grupos experimentales (N=10). La muestra se organizó según el material restaurador, definiendo al Grupo A como el control de Filtek One Bulk Fill (sin termociclaje) y al Grupo B como su respectivo grupo experimental (con termociclaje); de igual manera, el Grupo C funcionó como control para la resina Opus Bulk Fill APS (sin termociclaje), mientras que el Grupo D representó al grupo experimental de dicho material sometido a ciclaje térmico.

Resultados: Al aplicar la prueba estadística de Wilcoxon, se hallaron diferencias destacables. En el caso de la resina Filtek One Bulk Fill, se observó una significancia estadística ($P = 0.010$), lo que confirma un aumento notorio en los niveles de microfiltración tras el envejecimiento térmico. Por el contrario, para la resina Opus Bulk Fill APS, la misma prueba estadística no reveló cambios significativos, obteniendo un valor de $P = 0.072$. Este resultado indica que las variaciones observadas en este material no son lo suficientemente contundentes para afirmar que el termociclaje afecte de manera determinante su sellado marginal bajo las condiciones de este estudio.

Conclusiones: Los hallazgos del presente estudio permiten concluir que el termociclaje influye de manera determinante en el incremento de la microfiltración marginal únicamente en la resina Filtek One Bulk Fill. En contraste, para la resina Opus Bulk Fill APS, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo sometido a ciclos térmicos. Por consiguiente, los objetivos e interrogantes planteados en esta investigación se cumplieron de manera parcial.

Palabras clave: Termociclaje, Resinas Bulk Fill, Microfiltración marginal.

ABSTRACT

Objective: This research aimed to determine the impact of thermocycling on the marginal integrity of teeth with Class I cavities, restored using two widely used commercial bulk-fill resins. The study focused on evaluating whether this artificial aging process significantly influences the increase in the degree of marginal microleakage.

Methodology: Forty premolars extracted for orthodontic reasons were selected, in which standardized Class I cavities were prepared and distributed into four experimental groups (N=10). The sample was organized according to the restorative material, defining Group A as the control for Filtek One Bulk Fill (without thermocycling) and Group B as its respective experimental group (with thermocycling); similarly, Group C served as the control for Opus Bulk Fill APS resin (without thermocycling), while Group D represented the experimental group for this material subjected to thermal cycling.

Results: Applying the Wilcoxon statistical test revealed notable differences. In the case of Filtek One Bulk Fill resin, a statistically significant difference was observed (P = 0.010), confirming a marked increase in microleakage levels after thermal aging. Conversely, for Opus Bulk Fill APS resin, the same statistical test did not reveal significant changes, yielding a P value of 0.072. This result indicates that the variations observed in this material are not sufficient to conclude that thermocycling significantly affects its marginal sealing under the conditions of this study.

Conclusions: The findings of this study allow us to conclude that thermocycling significantly influences the increase in marginal microleakage only in Filtek One Bulk Fill resin. In contrast, for Opus Bulk Fill APS resin, no statistically significant differences were found between the control group and the group subjected to thermal cycling. Therefore, the objectives and questions raised in this research were only partially met.

Keywords: Thermocycling, Bulk Fill Resins, Marginal Microfiltration.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I 2

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3

1.1. Determinación del problema 3

1.2. Descripción del problema 3

1.3. Pregunta de Investigación 4

1.4. Justificación 4

1.4.1 Originalidad 4

1.4.2 Relevancia científica 5

1.4.3 Relevancia Social 5

1.4.4 Interés personal 6

1.4.5 Viabilidad 6

2. OBJETIVOS 7

2.1. Objetivo General 7

2.2. Objetivos Específicos 7

3. MARCO TEÓRICO 8

3.1. Marco Conceptual 8

3.1.1. Resinas dentales 8

3.1.2. Resinas Bulk Fill en Odontología Restauradora 20

3.1.3. Preparaciones Cavitarias 26

3.1.4. Envejecimiento Acelerado y Cambios Térmicos 31

3.1.5. Microfiltración 35
3.2. Antecedentes investigativos 37
3.1.1. Locales: 37
3.1.2. Nacionales: 38
3.1.3. Internacionales: 39
4. HIPÓTESIS 42
CAPITULO II 43
1. METODOLOGÍA 44
1.1. Diseño Metodológico 44
1.2. Análisis de Variables 45
1.3. Técnica de investigación 45
1.4. Técnica de ejecución de investigación 46
1.3.1 Selección de muestras 46
1.3.2 Preparación de muestras y metodología experimental: 46
1.3.3 Termociclaje o ciclaje térmico: 49
1.3.4 Inmersión en el colorante: 49
1.3.5 Corte de Muestras: 49
1.3.6 Estereomicroscopio: 50
1.3.7 Validación de los grados de microfiltración: 50
1.3.8 Instrumentos 51
1.3.9 Materiales 52
1.5. Análisis de Variables 52
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN 53
2.1. Ubicación Espacial 53
3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN 53
3.1. Consideraciones éticas 53
3.2. Recursos 54

CAPITULO III 56
RESULTADOS 56
DISCUSIÓN 71
CONCLUSIONES 75
RECOMENDACIONES 76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 77
REGISTRO VISUAL 86
DICTÁMEN COMITÉ DE ÉTICA 90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Variables 45
TABLA 1 Unidades de estudio 47
TABLA 3 Grados de Filtración 50
TABLA 4 Ficha de observación 51
TABLA 5 Análisis 52
TABLA 6 Cronograma 55
TABLA 7 Prueba de normalidad 57
TABLA 8 Distribución de la microfiltración 59
TABLA 9 Grado de filtración en la resina Filtek™ One Bulk Fill 61
TABLA 10 Grado de filtración en la resina OPUS Bulk Fill 63
TABLA 11 Comparación de filtración con y sin termociclaje. Filtek™ One Bulk Fill 65
TABLA 12 Comparación de filtración con y sin termociclaje. OPUS Bulk Fill 68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Prueba de normalidad 58
FIGURA 2 Distribución de la microfiltración 60
FIGURA 3 Grado de filtración en la resina Filtek™ One Bulk Fill 62
FIGURA 4 Grado de filtración en la resina OPUS Bulk Fill 64
FIGURA 5 Comparación de filtración con y sin termociclaje. Filtek™ One Bulk Fill..... 66
FIGURA 6 Comparación de filtración con y sin termociclaje. Filtek™ One Bulk Fill..... 67
FIGURA 7 Comparación de filtración con y sin termociclaje. OPUS Bulk Fill 69
FIGURA 8 Comparación de filtración con y sin termociclaje. OPUS Bulk Fill 70
FIGURA 9 Filtek ONE Bulk Fill 3M™ 86
FIGURA 10 OPUS Bulk Fill FGM 86
FIGURA 11 Elaboración de muestras 87
FIGURA 12 Elaboración de muestras 87
FIGURA 13 Grado 1 de filtración 88
FIGURA 14 Grado 0 de filtración 88
FIGURA 15 Grado 3 de filtración 89
FIGURA 16 Grado 5 de filtración 89

ÍNDICE DE ANEXOS

FICHA 1 Recolección de Datos. Resina One Bulk Fill sin termociclaje 84
FICHA 2 Recolección de Datos. Resina One Bulk Fill con termociclaje 84
FICHA 3 Recolección de Datos. Resina Opus Bulk Fill sin termociclaje 85
FICHA 4 Recolección de Datos. Resina Opus Bulk Fill con termociclaje 85

INTRODUCCIÓN

La Odontología contemporánea busca constantemente materiales y técnicas que aseguren la máxima longevidad de las restauraciones. Las resinas compuestas son el material de elección para la mayoría de las restauraciones directas; sin embargo, uno de sus principales desafíos clínicos radica en la contracción de polimerización, un fenómeno que genera estrés en las paredes cavitarias. Esto puede resultar en la formación de brechas en la interfaz entre el diente y la restauración, dando lugar a la microfiltración. La microfiltración se define como el paso de bacterias, fluidos y moléculas entre la pared de la cavidad y el material restaurador (1).

Las Resinas Compuestas Bulk Fill (de relleno en masa) están formulados para permitir la colocación de incrementos de hasta 4 o 5 mm, en contraste con los incrementos convencionales de 2 mm. Esta característica simplifica el procedimiento clínico y reduce el tiempo operatorio. Las resinas Bulk Fill logran esta profundidad de curado mediante fotoiniciadores optimizados y una estructura que permite que el material se adapte mejor a la cavidad mientras mantiene un bajo módulo de elasticidad para absorber el estrés de polimerización. No obstante, su efectividad en la eliminación total de la microfiltración debe ser rigurosamente evaluada bajo condiciones que simulen el entorno oral (2).

El medio bucal es un entorno caracterizado por constantes cambios térmicos debido al consumo de alimentos y bebidas frías y calientes. Esta variación de temperatura impone un estrés constante en la restauración debido a las diferencias en el Coeficiente de Expansión Térmica (CET) entre el diente natural y el material de resina. El proceso que simula este fenómeno en estudios in vitro es el termociclaje que somete la interfaz diente-resina a ciclos repetidos de inmersión en agua a temperaturas extremas (3).

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es determinar y comparar el efecto del termociclaje sobre la microfiltración marginal de la interfaz diente-resina en dos marcas comerciales específicas de resinas Bulk Fill.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Determinación del problema

Durante mi estudios en la Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María, observé con frecuencia cómo restauraciones que parecían técnicamente buenas terminaban presentando fallas prematuras, especialmente relacionadas con sensibilidad postoperatoria o pigmentaciones en los márgenes. Esta situación me llevó a cuestionar si la rapidez y baja contracción que prometen las resinas Bulk Fill eran suficientes para garantizar un sellado duradero en el tiempo. Me di cuenta de que, en la práctica diaria, solemos subestimar el impacto de la cavidad bucal y sus constantes cambios de temperatura; por ello, decidí emprender este estudio para entender cómo estas resinas se comportan realmente ante el estrés térmico.

A pesar de que las resinas Bulk Fill fueron diseñadas para mitigar el estrés de contracción y simplificar la técnica clínica, la microfiltración marginal persiste como un desafío que compromete la longevidad de las restauraciones y la duración de éstas. Dicha problemática se agrava por la exposición a variaciones térmicas constantes en la cavidad bucal, lo cual puede magnificar las diferencias en el coeficiente de expansión térmica entre el diente y el material, degradando la interfase adhesiva. Por lo tanto, la presente investigación surge de la necesidad de determinar en qué medida los cambios térmicos comprometen el sellado marginal de distintas formulaciones de resinas Bulk Fill.

1.2. Descripción del problema

a) Áreas del conocimiento

- Área general : Ciencias de la Salud
- Área específica : Odontología
- Especialidad : Odontología Restauradora
- Tópico : Microfiltración marginal

1.3. Pregunta de Investigación

A) Principal

- ¿Existen diferencias significativas en la microfiltración marginal entre dos marcas de resinas Bulk Fill en cavidades clase I luego de someterlas al termociclaje?

B) Específicas

- ¿Cuál es el grado de microfiltración tras el termociclaje, en cavidades clase I obturadas con resina Filtek™ One Bulk Fill?
- ¿Cuál es el grado de microfiltración tras el termociclaje, en cavidades clase I obturadas con resina Opus Bulk Fill APS?

1.4. Justificación

1.4.1 Originalidad

La originalidad de esta investigación reside fundamentalmente en la generación de evidencia científica primaria obtenida de manera independiente, la cual trasciende los reportes técnicos actuales y, a menudo, sesgados que proporcionan las casas comerciales. Al ejecutar un análisis comparativo directo entre dos marcas específicas de resinas Bulk Fill bajo un protocolo de envejecimiento artificial por termociclaje, el estudio aporta datos inéditos sobre la estabilidad de la interfase diente-resina que no se encuentran disponibles en la literatura técnica del fabricante. Esta propuesta se distingue por someter a estas formulaciones particulares a una simulación de fatiga térmica controlada, permitiendo identificar discrepancias críticas entre las promesas de baja contracción de polimerización y la capacidad de sellado marginal efectiva tras el estrés térmico. De este modo, el trabajo produce conocimiento original al evaluar materiales que compiten activamente en el mercado actual, proporcionando una base comparativa neutral y actualizada que es inexistente hasta el momento para esta combinación específica de biomateriales.

1.4.2 Relevancia científica

La relevancia científica de esta investigación se sustenta en su contribución al conocimiento avanzado de los biomateriales dentales, específicamente en lo que respecta a la integridad y estabilidad de la interfase sustrato-material bajo condiciones de estrés térmico. Al profundizar en el análisis de la microfiltración, el estudio aporta evidencia crítica para determinar si la simplificación técnica que proponen las resinas Bulk Fill —al permitir incrementos de mayor espesor y reducir los pasos clínicos— mantiene una eficacia biológica y mecánica comparable a las técnicas convencionales cuando son sometidas a variaciones térmicas que inducen fatiga. Los hallazgos permitirán comprender con mayor precisión los fenómenos de degradación en la capa híbrida y cómo las discrepancias en el coeficiente de expansión térmica entre el tejido dentario y el material restaurador afectan el sellado marginal a largo plazo. De este modo, la investigación no solo fortalece el marco teórico, sino que enriquece la literatura especializada con datos cuantitativos sobre las propiedades de este tipo de resinas de relleno en bloque.

1.4.3 Relevancia Social

Desde una perspectiva social y ética, la presente investigación trasciende el ámbito puramente clínico para impactar de manera directa en la calidad de vida, la salud bucodental y la estabilidad económica de los pacientes. Al determinar con rigor científico qué marca de resina Bulk Fill ofrece un sellado marginal más conveniente frente a la microfiltración, se establecen criterios de selección que permiten prevenir de forma efectiva complicaciones prevalentes como la caries secundaria y la sensibilidad postoperatoria. Este conocimiento se traduce en la ejecución de restauraciones con una vida prolongada, lo que representa un beneficio socioeconómico al reducir drásticamente la frecuencia de retratamientos complejos, los cuales suelen ser costosos, invasivos y representan una carga de estrés innecesaria para el paciente.

1.4.4 Interés personal

La presente investigación es un requisito indispensable para poder obtener el título profesional de Cirujano Dentista, siendo un pilar fundamental para poder desarrollar mi formación académica y futuro profesional.

1.4.5 Viabilidad

La ejecución de este proyecto de investigación se considera plenamente viable debido a la convergencia de recursos materiales, técnicos y humanos que garantizan su culminación exitosa. Se tiene acceso a los insumos odontológicos de última generación, específicamente las dos marcas comerciales de resinas Bulk Fill y los sistemas adhesivos correspondientes, así como a la infraestructura tecnológica especializada necesaria para el procesamiento y elaboración de las muestras. La disponibilidad de equipos como los dispositivos ópticos de alta precisión (estereomicroscopio) para la evaluación de la microfiltración mediante la técnica de penetración de colorantes, asegura que el estudio se desarrolle bajo estándares científicos rigurosos. Todo esto sumado a la factibilidad económica y técnica del diseño planteado, asegura que los objetivos propuestos se cumplan dentro del cronograma establecido.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

- Determinar la diferencias significativas en la microfiltración marginal entre dos marcas de resinas Bulk Fill en cavidades clase I luego de someterlas al termociclaje.

2.2.Objetivos Específicos

- Evaluar el grado de microfiltración tras el termociclaje, en cavidades clase I obturadas con resina Filtek™ One Bulk Fill.
- Evaluar el grado de microfiltración tras el termociclaje, en cavidades clase I obturadas con resina Opus Bulk Fill APS.

3. MARCO TEÓRICO

3.1.Marco Conceptual

3.1.1. Resinas dentales

a) Conceptos y definiciones

Los materiales compuestos suelen estar formados por polímeros reforzados. Para crear una nueva estructura, se combinan dos tipos distintos de materiales que se unen y adhieren entre sí. Sus propiedades dependen de diversos parámetros, como el volumen y las características de cada componente, su distribución y la fuerza de adherencia entre ellos.

Los composites, antes conocidos como «resinas reforzadas» o «resinas compuestas», son actualmente los materiales más empleados en restauraciones plásticas. Además, en los últimos años, su uso también se ha extendido hacia las restauraciones rígidas. (4).

Cada componente principal recibe el nombre de "fase", siendo una de ellas la resina. La resina es un material orgánico sintético que se polimeriza hasta alcanzar un estado sólido. La presencia de esta fase posibilita que se obtenga una masa que pueda transitar desde una condición plástica y moldeable hacia una forma rígida, en circunstancias adecuadas para su empleo clínico.

El segundo componente, llamado con frecuencia "relleno", en ciertos composites consiste en fragmentos de un material cerámico (por ejemplo, vidrios de silicato, iterbio, zirconia, etc.), los cuales se producen de distintas formas. En otros composites, el relleno presenta una mayor complejidad y será abordado en la sección correspondiente. En definitiva, para favorecer la integración de ambos componentes, la superficie de las partículas de relleno se somete a un tratamiento con una molécula bifuncional o un agente de acoplamiento durante la fabricación del material. Un caso es el uso de vinilsilano en composites elaborados a partir de materiales de metacrilato. (4).

La restauración de la función, la forma y la estética dental es posible gracias al uso de composites dentales, que son materiales estéticos para restauraciones. Mediante un sistema adhesivo, estas resinas se unen a la estructura del diente. La

matriz de resina orgánica, las partículas de relleno inorgánico, el agente de acoplamiento que une la matriz al relleno y el iniciador de polimerización son los cuatro componentes fundamentales que conforman estos materiales desde el punto de vista químico (5).

El bis-GMA, también conocido como metacrilato de bisfenol glicidilo o, en alternativas más modernas, dimetacrilato de uretano (UDMA) y dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA), son ejemplos de monómeros esenciales que constituyen la mayor parte de la matriz orgánica. La función de la matriz es encapsular las partículas de relleno y, una vez finalizado el proceso de polimerización, proporcionar una estructura sólida que dará forma a la reparación. Por otro lado, una mayor cantidad de matriz orgánica conlleva un aumento de la contracción por polimerización y una disminución de las propiedades mecánicas (6).

Las resinas acrílicas fueron los primeros materiales restauradores poliméricos utilizados en odontología. Durante las décadas de 1940 y principios de 1950, alcanzaron una amplia aceptación. Sin embargo, debido a ciertas propiedades, como su baja resistencia a la abrasión, su alto coeficiente de expansión térmica y su excesiva contracción por polimerización, los fabricantes decidieron incorporar partículas inorgánicas al material para superar estas limitaciones. Por otro lado, el material presentaba defectos internos como resultado de la falta de adhesión entre la matriz polimérica y las partículas de relleno. Estos defectos provocaron una disminución de la resistencia al desgaste y, como consecuencia, el desprendimiento total de las partículas de relleno de la superficie del material. Además, estos defectos generaban pigmentación o manchas causadas por los fluidos orales. A mediados de la década de 1960, R. L. Bowen presentó a la industria odontológica un nuevo tipo de resina. Además, la formulación de esta resina incluía partículas de relleno tratadas con silano, capaces de generar interacciones químicas con la matriz orgánica. Asimismo, la resina contenía bis-GMA, una molécula que se obtiene de la reacción entre el bisfenol A y el metacrilato de glicidilo. Tanto el peso molecular como la contracción de polimerización del bis-GMA eran mayores que los del metacrilato de metilo, dos características consideradas ventajosas. Las resinas restauradoras que se utilizan

actualmente derivan de la misma fórmula desarrollada por Bowen, a pesar de haber sufrido numerosas modificaciones a lo largo del tiempo (7).

Los composites se crearon en el campo de la odontología restauradora para reducir los efectos negativos de las resinas acrílicas en los pacientes. Al ser los únicos materiales estéticos disponibles hasta entonces, estos materiales acabaron sustituyendo a los cementos de silicato en la década de 1940. En 1955, Buonocore empleó ácido ortofosfórico para mejorar la adhesión de las resinas acrílicas al esmalte. Mediante la síntesis del monómero Bis-GMA en 1962, Bowen logró mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, que en aquel momento solo permitían la creación de polímeros de cadena lineal. Como resultado, se ampliaron las posibilidades de rendimiento de estas resinas. Debido a que era esencial combinar la pasta base con el catalizador para elaborar estos primeros composites de polimerización química, surgieron problemas relacionados con las proporciones, la homogeneidad y la estabilidad del color. A partir de 1970, se empezaron a utilizar materiales compuestos polimerizados por radiación electromagnética. Esto eliminó la necesidad de mezclar y los problemas asociados. Sin embargo, debido a sus consecuencias negativas y a la limitada profundidad de polimerización, acabó siendo sustituida por luz visible en el rango de 427 a 491 nanómetros, que es la que se sigue utilizando y perfeccionando en la actualidad. Inicialmente, se empleó una lámpara ultravioleta con una longitud de onda de 365 nanómetros. No obstante, debido a sus efectos desfavorables y a la limitada profundidad de acción, finalmente fue reemplazada (8).

El término «resina» es una expresión genérica que se utiliza para referirse a compuestos químicos orgánicos, generalmente translúcidos o transparentes, que se disuelven en éter, acetona y otros compuestos químicos similares, pero no en agua. Es imposible encontrar resina en agua. La composición química de estos compuestos, sus propiedades físicas y los procedimientos utilizados para su activación o polimerización son los factores que determinan su denominación. Algunas de las resinas más comunes son la resina acrílica, la resina de autocurado (también conocida como resina de curado en frío), la resina sintética, la resina de estireno y la resina vinílica (9).

b) Estructura y composición

- **Matriz orgánica**

Los compuestos poseen un componente orgánico formado por moléculas insaturadas con grupos vinilo (C=C), pesos moleculares variables y cadenas laterales. Este componente está presente antes del proceso de solidificación. Los monómeros son el nombre genérico de estos compuestos. Tras completar el proceso de curado o endurecimiento, esta matriz se transforma en una red de polímeros reticulados, cuyo número puede variar. Diversas propiedades de los polímeros, como su comportamiento mecánico y resistencia química, dependen de varios parámetros. Entre ellos se incluyen el grado de reticulación y la tasa de conversión, que se refiere al número de enlaces dobles que se convierten en enlaces simples durante el proceso. Ejemplos de estas características son el comportamiento mecánico y la resistencia química de los polímeros (4).

Las tareas fundamentales que cumple la matriz orgánica incluyen:

- Funcionar como un agente aglutinante o medio de transporte para el material de relleno.
- Posibilitar la conexión entre distintas láminas del material y con otras superficies, por ejemplo, los tejidos de los dientes.
- Proveer el sistema de solidificación, el cual, en este contexto, consiste en una polimerización de tipo vinílico.
- Participar en los procesos que permiten la fijación (adhesión) a otras superficies.

BisGMA, UDMA, TEGDMA, EDMA, HEMA, DDM y BisEMA son componentes presentes en proporciones variables en la mayoría de los composites disponibles actualmente en el mercado. Algunos materiales, como los denominados "ormócers", se distinguen por la presencia de una molécula derivada del silicio, de la cual deriva su nombre. Sin embargo, no existen datos concluyentes que demuestren que esta modificación confiera cualidades significativamente diferentes en comparación con los materiales tradicionalmente basados en dimetacrilato. En este campo de investigación,

gran parte de los avances recientes se han centrado en la incorporación de nuevos monómeros a la matriz del material. Estos monómeros pueden presentar mayores pesos moleculares o diferentes grupos reactivos (4).

- **Relleno/refuerzo**

En las restauraciones de composite, el material de relleno es un componente esencial, ya que determina gran parte de sus propiedades, incluyendo características mecánicas, químicas, ópticas y físicas. El resultado final de la restauración depende en última instancia de cuatro parámetros directamente relacionados con el material de relleno: el porcentaje de relleno utilizado, la variedad y el diámetro de las partículas, su composición química y su morfología o forma (4).

La invención del Bis-GMA por Bowen hizo posible la inserción de partículas inorgánicas en la fase orgánica del material, lo que resultó en una mejora de sus propiedades físicas. En la historia de las resinas, el cuarzo fue el primer relleno que se incorporó eficazmente y aún se utiliza hoy en día. La sílice coloidal y el vidrio de fluorosilicato de aluminio son dos ejemplos de rellenos que han evolucionado como consecuencia del desarrollo de estos materiales. Estos rellenos se utilizan en la tecnología de resinas compuestas dentales. Además, se han incluido bario y estroncio en el material para conferirle radiopacidad. A diferencia de las resinas híbridas y microhíbridas disponibles en el pasado, las resinas compuestas que incluyen nanopartículas se han introducido recientemente en el mercado. Una mayor suavidad superficial y una mayor resistencia al desgaste son solo dos de los muchos beneficios que ofrecen estas resinas. La incorporación de rellenos ha permitido disminuir la cantidad de matriz orgánica, que tiene la particularidad de ser el componente más susceptible a sufrir daños desde un punto de vista técnico. Como consecuencia, la contracción causada por la polimerización y la absorción de agua han disminuido, mientras que la resistencia a la abrasión ha aumentado. Por otro lado, el aumento de la cantidad de relleno incrementa la viscosidad del material, lo que a su vez modifica su comportamiento reológico. Por ello,

existe un límite establecido para la cantidad de relleno que se puede añadir, determinado por el tipo y el tamaño de las partículas. En comparación con las partículas más grandes, las partículas más pequeñas tienen una mayor superficie específica para el mismo volumen. Esto imposibilita la inclusión de cantidades significativas del material sin que la viscosidad aumente hasta el punto de que el material resulte inadecuado para uso clínico. Además, el uso de una cantidad excesiva de relleno podría afectar las características estéticas del material, especialmente cuando se aplica en los dientes anteriores (7).

Se ha desarrollado un nuevo tipo de resina compuesta mediante el uso de nanotecnología. Esta resina se distingue por la presencia de nanopartículas con un diámetro aproximado de 25 nanómetros, además de nanoagregados con un diámetro aproximado de 75 nanómetros. Los componentes de estos nanoagregados son partículas de circonio/sílice o nanopartículas de sílice. Estos agregados se tratan con silano para lograr la reticulación con la resina, lo que permite obtener resultados óptimos (8).

Estas resinas poseen un tamaño de partícula menor que otras, lo que les permite ofrecer un pulido superior en las restauraciones. Esta mejora se observa en la finura de la superficie y, además, reduce la probabilidad de biodegradación con el tiempo. Gracias a esta tecnología, las características mecánicas del material han alcanzado un nivel de resistencia suficiente para su uso tanto en la arcada anterior como en la posterior. Asimismo, es fundamental tener en cuenta que las partículas más pequeñas generan menor contracción durante el proceso de polimerización. Esto, a su vez, minimiza la deformación de las cúspides y la aparición de microfisuras en la superficie del esmalte. La filtración marginal, la decoloración, la infiltración bacteriana y la posible sensibilidad posterior al tratamiento son causadas por estas microfisuras, responsables de estos problemas (8).

c) Clasificación

- **Según el tamaño de las partículas inorgánicas**

  - **Macroparticuladas***:* Aquellas partículas cuyas dimensiones se encuentran en el rango de 15 a 100 micrómetros reciben también el nombre de partículas convencionales.
  - **Microparticuladas***:* Partículas de sílice coloidal que presentan un diámetro promedio de 0,04 micrómetros.
  - **Híbridas***:* Formadas por una mezcla de partículas grandes (macropartículas) y partículas pequeñas (micropartículas), cuyas dimensiones promedio se sitúan en un rango de 1 a 5 micrómetros.
  - **Microhíbridas**: Están constituidas por una mezcla de micropartículas de 0,04 micrómetros y partículas más grandes que no superan los 2 micrómetros, lo que da como resultado un diámetro promedio que oscila entre 0,6 y 0,8 micrómetros.
  - **Nanoparticuladas**: Formadas por partículas de relleno cuyas dimensiones van desde los 20 hasta los 75 nanómetros (7).

- **Según el método de activación**

  - **Químicamente activadas**: Se trata de resinas compuestas que emplean dos pastas: una base y otra catalizadora. La polimerización del material únicamente se produce una vez que se han mezclado ambas.
  - **Fotoactivadas**: Son resinas compuestas que contienen fotoiniciadores, de modo que su polimerización únicamente tiene lugar cuando son expuestas a luz.
  - **Duales**: Se trata de resinas compuestas que poseen un doble mecanismo de curado: uno químico y otro físico (mediante la aplicación de luz) (7).

- **Resinas compuestas nanohíbridas**

Son la evolución de las microhíbridas. Combinan partículas de relleno de tamaño micrométrico con nanopartículas (generalmente de 20 a 100 nm) y agregados nanométricos (conglomerados de nanopartículas de zirconia-sílice pre-polimerizados que se incluyen como una única partícula). Esta combinación permite alta resistencia y un pulido superficial muy superior y duradero (6).

Actualmente, estas resinas representan la tecnología más avanzada y utilizada para la restauración de dientes anteriores y posteriores. Su estructura híbrida a nivel microscópico, que incluye partículas de diversos tamaños (desde nanómetros hasta micrómetros), permite que contengan una mayor cantidad de relleno inorgánico, que normalmente oscila entre el 78 % y el 87 % de su peso total. Este alto contenido de relleno es el principal responsable de su extraordinario rendimiento, que incluye una reducción de la contracción durante el proceso de polimerización, un aumento de la resistencia mecánica y del módulo elástico, y una mayor estabilidad del color. Además, la presencia de nanopartículas garantiza un alto brillo superficial y un pulido excepcional, comparable al del esmalte dental natural y de mayor duración (10).

d) Factores que inciden en la selección de las resinas

- **Ubicación de la cavidad:**

Para seleccionar el material más adecuado, es fundamental considerar los aspectos individuales de la restauración, como su tamaño y ubicación. En restauraciones que requieren un alto rendimiento mecánico, como cavidades de Clase IV con afectación oclusal, cavidades de Clase I extensas, cavidades de Clase II complejas o múltiples, o cavidades de Clase VI, el composite más apropiado es aquel que contiene la mayor proporción

volumétrica de relleno inorgánico. Además, en el caso de dientes posteriores, debe ser radiopaco.

Por otro lado, las restauraciones anteriores requieren un mayor grado de estética, por lo que se recomiendan composites con características complementarias. Estas propiedades incluyen fluorescencia, excelente capacidad de pulido y una opacidad aceptable, lo que los hace prácticamente indetectables. Los materiales que incluyen nanopartículas o rellenos submicrométricos son los más idóneos para el pulido de composites, ya que la facilidad de pulido depende del tamaño de sus partículas. En el caso de una restauración integral de Clase IV, por ejemplo, se recomienda utilizar un composite densificado (a menudo de tipo híbrido) con un alto contenido de relleno, y luego cubrir la superficie bucal con un composite microfino (microrellenos). Cabe destacar que este método permite la mezcla de diversos materiales.

Para reducir la acumulación de placa bacteriana, el tratamiento de las lesiones cervicales, tanto en la zona posterior como en la anterior, requiere una excelente obturación con materiales difíciles de pulir. Además, el material debe poseer una alta resistencia a la flexión (8).

- **Requerimientos estéticos:**

En ciertos casos, los composites se utilizan no para abordar un problema funcional, sino más bien un problema estético a nivel primario. Por ejemplo, el tratamiento de variaciones de forma (dismorfia) o manchas dentales, el sellado de espacios interdentales (diastemas) o la corrección de dientes mal alineados son ejemplos de procedimientos dentales. Cuando existen circunstancias adicionales, como caries significativas en los dientes anteriores o daños en la misma zona, la necesidad de restaurar la función se combina con el deseo de restaurar la estética. En estas situaciones, es fundamental tener en cuenta otros componentes de los composites que facilitan la implementación del abordaje clínico y, en algunos casos, permiten crear soluciones individualizadas. Por ello, es importante destacar la importancia de la opacidad de la sustancia. Existe una categoría de

composites denominados "universales", lo que indica que, además de ser adecuados tanto para los dientes anteriores como posteriores, pueden utilizarse sin necesidad de materiales adicionales. Por otro lado, no es raro encontrar presentaciones que consisten en un contenido convencional además de un material más opaco. Es importante mencionar los opacificadores, que son compuestos resinosos que se emplean para ocultar el color del diente subyacente. Cuando se utilizan estos materiales, se elimina la translucidez natural del diente. Como resultado, es necesario combinar varios elementos para compensar artificialmente esta pérdida de transparencia. Más específicamente, el opacificador se recubre con un composite híbrido y luego se aplica una fina capa de composite microfino sobre este. Debido a las diferentes composiciones de los componentes, esta combinación produce una reflexión y refracción específicas de la luz que llega a los dientes. Esto resulta en una mejora en la apariencia general del diente y los hace lucir más naturales. Los composites transparentes, por otro lado, son útiles para tratar a pacientes jóvenes porque pueden aproximar la apariencia de los bordes incisales. Para mejorar la apariencia general de la restauración, las tintas o colorantes son resinas que contienen colores vivos. Estas resinas se emplean para realzar la estética de la restauración. Están diseñadas para imitar las características morfológicas o cromáticas propias de cada persona, como fisuras, manchas blancas o líneas de crecimiento, entre otras. Por otro lado, es fundamental minimizar su uso. Se coloca una cantidad mínima bajo la superficie (siempre cubierta por otro composite, generalmente microfino), de modo que su presencia no sea perceptible en el resultado final (8).

e) Propiedades de las resinas

- **Estabilidad del color**: Se observa que las resinas compuestas activadas mediante una reacción química, conocida como curado químico, presentan una menor capacidad para conservar su color inicial. Esto se debe a la mayor cantidad de aminas aromáticas que contienen. Además, debido a su alta

reactividad, estas aminas aromáticas pueden provocar una decoloración parcial en el interior del material. La estabilidad del color de la resina compuesta también se ve significativamente influenciada por el grado de lisura o rugosidad de su superficie. Las resinas que incluyen partículas inorgánicas de mayor tamaño son más propensas a mancharse en la superficie que las que no las contienen (7).

Es fundamental que el material sea resistente al agua y al humo, así como a las manchas producidas por alimentos y alcohol. La acumulación de placa y la susceptibilidad a las manchas se reducen en una superficie pulida a fondo y estable, como la de las resinas nanohíbridas (10).

- **Resistencia al desgaste**: En lo que respecta al uso de resina compuesta en dientes posteriores, este elemento en particular es de suma importancia. Dado que las resinas microhíbridas o condensables contienen un alto porcentaje de partículas inorgánicas en su composición, el odontólogo debe dar preferencia al uso de este tipo de material (7).
- **Pulido superficial**: Las resinas microparticuladas permiten obtener el máximo nivel de suavidad superficial una vez finalizada la reparación y el pulido. Esto se debe a que las partículas inorgánicas que las componen son muy pequeñas (0,04 micrómetros) y contienen una mayor cantidad de matriz orgánica. Por otro lado, las resinas compuestas nanohíbridas y microhíbridas disponibles actualmente permiten un pulido mucho más fino que las versiones anteriores. Esto se debe a que las partículas de relleno en estas resinas son, en promedio, más pequeñas. Gracias a esto, además de la alta resistencia mecánica de estos materiales, se ha incrementado su uso clínico tanto en dientes anteriores como posteriores. En comparación con los materiales microhíbridos, las resinas compuestas que incluyen nanopartículas ofrecen una mejor capacidad para mantener el pulido superficial durante un período prolongado (7).
- **Grado de conversión**: Existe una clara y evidente relación entre el grado de conversión de una resina compuesta, que se refiere a la fracción de monómero transformada en polímero, y las propiedades físicas del material una vez finalizado el proceso de restauración. En comparación con las resinas de polimerización química, las de polimerización por luz alcanzan un mayor

grado de conversión. Además, el uso de procedimientos de polimerización térmica, una tecnología ampliamente utilizada en restauraciones indirectas, permite lograr un nivel de conversión aún mayor (7).

- **Características ópticas**: Los composites disponibles actualmente en el mercado se presentan en una amplia gama de tonalidades, así como en diversos niveles de opacidad y transparencia. Además, imitan las propiedades ópticas de opalescencia y fluorescencia presentes en los dientes naturales. Por lo tanto, los procedimientos clínicos que utilizan la técnica de estratificación permiten crear restauraciones directas de resina compuesta con un resultado estéticamente atractivo, caracterizado por un gran brillo y un aspecto natural (7).
- **Resistencia a la fractura**: El término "resistencia máxima" se refiere a la cantidad de fuerza que debe aplicarse al material para que se rompa. La resistencia a la fractura de las resinas compuestas está determinada por la cantidad de relleno presente en la resina, y este valor puede variar según el tipo de composite utilizado. Las resinas de alta viscosidad absorben y dispersan el impacto de las fuerzas de masticación de forma más eficiente, lo que aumenta su resistencia a la fractura. Esto les permite ofrecer una mayor resistencia a la fractura (7).
- **Resistencia a la Compresión y a la Tracción**: En lo que respecta a esta aplicación en particular, la resistencia a la compresión y la tracción es bastante comparable a la de la dentina. Se observa una clara correlación entre el diámetro de las partículas de relleno y la cantidad de estas presentes en el material. El material compuesto presenta una mayor capacidad para soportar tanto la compresión como la tracción en la medida en que contiene partículas de mayor tamaño y una mayor proporción de dichas partículas (11).

  Estas propiedades indican la capacidad del material para soportar fuerzas sin romperse. Al someterse a este tipo de pruebas, las resinas nanohíbridas muestran valores elevados, alcanzando típicamente resistencias a la compresión de hasta 400 MPa. Por lo tanto, son especialmente adecuadas para su uso en zonas sometidas a tensión durante la masticación, conocidas como áreas de contacto oclusal (12).

- **Coeficiente de expansión térmica**: Es fundamental que este valor, que representa el coeficiente de dilatación térmica, sea lo más similar posible al del diente para reducir la filtración que se produce en los bordes debido a los cambios de temperatura. Al aumentar la cantidad de relleno inorgánico, este coeficiente disminuye, acercándose a los valores del esmalte y la dentina (5).
- **Dureza**: En este caso particular, se refiere a la capacidad de resistir la abrasión o penetración (también conocida como indentación). Para evitar que la restauración se deteriore más rápidamente que el esmalte natural que la rodea, es fundamental que posea un grado de dureza suficiente. Ejemplos de resinas nanohíbridas incluyen aquellas con una dureza Vickers comparable a la del esmalte dental. De manera similar, las resinas que incluyen una cantidad significativa de relleno también presentan las mismas características (5).

3.1.2. Resinas Bulk Fill en Odontología Restauradora

Las resinas compuestas Bulk Fill (de relleno en bloque) representan una evolución significativa dentro de los materiales restauradores directos. Fueron introducidas al mercado con el objetivo primordial de simplificar y agilizar el procedimiento restaurador, abordando una de las principales limitaciones de las resinas compuestas convencionales: la necesidad de ser colocadas en capas incrementales de un espesor máximo de 2 mm (técnica de estratificación) (13) (14).

Se definen como resinas compuestas diseñadas específicamente para ser insertadas en un solo incremento de mayor espesor (generalmente de 4 a 5 mm, y en algunos casos hasta 6 mm). Esta capacidad no solo reduce el tiempo de trabajo clínico, sino que también minimiza la posibilidad de contaminación entre capas y la introducción de defectos o burbujas durante la inserción del material (15).

El éxito de esta técnica radica en la capacidad del material para garantizar una polimerización profunda y uniforme, así como para compensar el estrés de contracción que genera el gran volumen de resina. La profundidad de curado es, por tanto, la propiedad más crítica y distintiva de estos materiales (16).

a) Diferencias con las Resinas Convencionales

- **Translucidez y Profundidad de Curado:** Para lograr una polimerización efectiva en profundidad, las resinas Bulk Fill suelen tener un índice de translucidez mayor que las resinas convencionales. Esto se consigue igualando los índices de refracción de la matriz resinosa y las partículas de relleno, y reduciendo la cantidad de pigmentos y opacificadores. Una mayor translucidez permite que la luz de la lámpara de fotocurado penetre más profundamente en el material, activando los fotoiniciadores en capas más profundas (17) (18).
- **Composición del Relleno:** Aunque buscan mantener propiedades mecánicas aceptables, algunas resinas Bulk Fill presentan un porcentaje de carga ligeramente inferior al de las resinas convencionales de alta estética o alta resistencia, o bien utilizan combinaciones de partículas de diferentes tamaños (nanorelleno, nanohíbridas) que optimizan el empaquetamiento y permiten una mayor profundidad de curado sin alterar la resistencia (19).
- **Sistemas de Fotoiniciadores:** Es quizás la diferencia más importante. Además de la canforoquinona tradicional, incorporan fotoiniciadores alternativos o "moduladores de polimerización" (como el óxido de difenilo fosfínico - TPO, o el germanio - Ivocerin®) que son más reactivos a longitudes de onda específicas de la luz visible y permiten un mayor grado de conversión en profundidad (20).
- **Control del Estrés de Contracción:** La contracción de polimerización en un volumen grande puede generar un estrés significativo en las paredes de la cavidad, provocando fracturas del diente o fallo adhesivo. Para disminuir esto, los fabricantes incorporan "moduladores de estrés". Estos pueden ser oligómeros de alto peso molecular que aumentan la flexibilidad de la matriz, o aditivos que permiten un entrecruzamiento más controlado y retardado, aliviando el estrés generado durante la polimerización (21).

b) Clasificación de las Resinas Bulk Fill

- **Según su Viscosidad y Técnica de Aplicación**

  - **De Alta Viscosidad:** Tienen una consistencia similar a las resinas convencionales (microrrelleno, híbridas, nanohíbridas). Son autoesculpibles y pueden tallarse directamente. Están indicadas para restaurar la cavidad en su totalidad (desde la dentina profunda hasta el esmalte) en un solo incremento. Requieren un adecuado tallado y pulido final. Algunos ejemplos son: Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), Filtek One Bulk Fill (3M ESPE) (22).
  - **De Baja Viscosidad (Fluidas):** Tienen una consistencia más líquida, lo que les confiere una mayor capacidad de adaptación a las paredes cavitarias. Su módulo de elasticidad es más bajo, lo que les permite actuar como amortiguadoras del estrés de contracción. Principalmente indicadas como base o liner en cavidades profundas. Sobre esta base fluida, se coloca una capa final de resina convencional (de 1-2 mm) para mejorar la estética o la resistencia. Sin embargo, algunos sistemas permiten su uso como restauradoras completas en cavidades pequeñas o con bajo estrés masticatorio. Algunos ejemplos son: SDR flow+ (Dentsply Sirona), Filtek Bulk Fill Flowable (3M ESPE), Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) (23).

- **Según su Composición**

  - **Con Canforoquinona (CQ) + Amina:** Las más tradicionales, aunque suelen combinarse con otros iniciadores para mejorar la profundidad de fotocurado.
  - **Con Fotoiniciadores Alternativos:**
    - **TPO (Óxido de difenilo fosfínico):** Absorbe luz en un pico de longitud de onda más bajo que la CQ (aproximadamente 380-430 nm), lo que proporciona una mayor reactividad. Su color es más blanco, lo que evita el amarillamiento post-curado típico de las aminas (20).

- **Ivocerin® (Iniciador a base de germanio):** Desarrollado por Ivoclar Vivadent. Es un iniciador de alta reactividad que permite una profundidad de curado superior a 4 mm incluso en tonos más opacos, con una alta eficiencia (24).

c) Consideraciones Clínicas

Estudios recientes avalan el uso de resinas Bulk Fill en una variedad de situaciones clínicas, desde restauraciones de dientes posteriores hasta reconstrucciones de muñones. Se ha demostrado que, cuando se utilizan correctamente, presentan un rendimiento clínico comparable al de las resinas convencionales en términos de retención, adaptación marginal, pigmentación y resistencia al desgaste a corto y mediano plazo (25) (26).

Sin embargo, no están exentas de limitaciones. Su mayor translucidez puede comprometer el resultado estético en dientes muy oscurecidos, ya que pueden traslucir el color del sustrato dentario subyacente. Por ello, en casos de discromías severas, se recomienda el uso de opacificadores u otras técnicas.

En conclusión, las resinas Bulk Fill constituyen una herramienta válida y eficiente en odontología restauradora, siempre que se respeten sus indicaciones y se comprenda la ciencia de los materiales que hay detrás de su funcionamiento y entre sus componentes (27).

d) Opus Bulk Fill APS (FGM)

Resina compuesta fotocurable de baja tensión de contracción.

Practicidad y agilidad: relleno de cavidades de hasta 5 mm incluyendo la superficie oclusal.

- **Mayor tiempo para trabajar:** Tiempo de trabajo bajo luz ambiental suficiente para realizar la restauración en un solo momento.
- **Eficiencia y Agilidad:** Resina de relleno en un solo paso.

- **Gran profundidad de curación:** Incrementos que pueden llegar hasta 5mm de espesor por capa.
- **Mayor opacidad:** La resina tiene una translucidez suficiente para permitir una buena profundidad de curación y se vuelve más estética y opaca después de la fotopolimerización.
- **Alta resistencia mecánica:** Aproximadamente el 79% de la carga en masa.
- **Previsibilidad de color:** Mínimo cambio de color visual de antes para después de fotocurada.

- **Indicaciones**

  - Restauraciones directas en dientes posteriores (permanentes y deciduos) realizados en incrementos de hasta 5 mm de profundidad, incluyendo la superficie oclusal.
  - Restauraciones CL V (carie cervical, erosión radicular, defectos en forma de cuña)
  - Muñones
  - Base de restauraciones directas
  - Reparación de pequeños defectos en esmalte
  - Reparación de materiales acrílicos y resinosos (28).

e) 3M Filtek One Restaurador Bulk Fill

Esta resina fotopolimerizable, conocida como 3M Filtek One, se desarrolló con el objetivo de simplificar y agilizar los procedimientos restaurativos. Este método de relleno en masa, que utiliza una sola capa de material, ofrece una alta resistencia y una baja tasa de desgaste, lo que se traduce en una mayor durabilidad y una estética superior. Además de sus mejores cualidades ópticas, el material puede insertarse y polimerizarse hasta una profundidad de 5 milímetros. Esto es posible gracias a su estructura de resina, que reduce la tensión interna. Al mejorar las cualidades estéticas de un composite de relleno en masa, este producto amplía la gama de materiales restaurativos que ofrece

3M. Como resultado, puede utilizarse en una mayor variedad de restauraciones, incluyendo las realizadas tanto en dientes posteriores como anteriores

- **Características del producto**

  Este material se caracteriza por su colocación rápida y sencilla en un solo paso, además de una opacidad aumentada que mejora la estética. Gracias a la disminución del estrés, permite hasta 5 mm de polimerización, asegurando una excelente adaptación, un manejo óptimo y una gran capacidad para esculpir. Su auténtica nanotecnología le confiere una sobresaliente resistencia al desgaste y una buena retención del pulido. También ofrece alta radiopacidad y su cápsula incorpora una punta de diseño único que facilita el acceso a cavidades profundas. Está disponible en cinco tonos (A1, A2, A3, B1 y C2), y se presenta en cápsulas de 0.2 gramos o en jeringas de 4.0 gramos.

- **Indicaciones de uso**

  Este material está indicado para restauraciones directas tanto en dientes anteriores como posteriores, incluyendo las superficies oclusales, así como para su uso como base o liner bajo otras restauraciones directas. También sirve como reconstructor de muñones, para ferulización, y en restauraciones indirectas como inlays, onlays y carillas. Es adecuado para restauraciones en dientes temporales, para el sellado extenso de fosetas y fisuras en molares y premolares, y para la reparación de defectos en restauraciones existentes de porcelana, esmalte o materiales temporales.

- **Composición**

  Los componentes de relleno incluyen una combinación de partículas de sílice no agregadas de 20 nm, partículas de circonia de 4 a 11 nm, cúmulos de circonia/sílice formados por partículas de sílice de 20 nm y partículas de circonia de 4 a 11 nm, y partículas aglomeradas de trifluoruro de iterbio de 100 nm. El porcentaje de relleno inorgánico representa aproximadamente el 76,5 % del peso total, lo que equivale al 58,5 % del volumen total. Los monómeros AFM, AUDMA, UDMA y 1,12-

dodecanodiol-DMA están presentes en el relleno a granel 3M Filtek One. El AFM es un monómero dinámico que reduce la tensión interna. Tras la aplicación de un adhesivo dental que contiene metacrilato (como los de 3M), este material se aplica al diente. Este adhesivo crea una unión permanente entre la restauración y la estructura dental. Por defecto, Filtek One Bulk Fill se presenta en jeringas convencionales (29).

3.1.3. Preparaciones Cavitarias

La expresión "cavidad" se refiere a un espacio hueco o región vacía dentro del cuerpo, mientras que el término "preparación" se refiere al proceso de preparar y llevar a cabo algo para un objetivo determinado. El tejido dental afectado por un patógeno se denomina lesión cariosa de etiología infecciosa. Es necesario realizar un proceso conocido como preparación de la cavidad para restaurar tanto la función como la estética de un diente afectado por caries. El primer paso de este proceso es la creación de un espacio meticulosamente planificado para alojar una sustancia restauradora. Tanto la eliminación del tejido dañado, que posteriormente se reemplaza con materiales sintéticos como resinas o ionómeros, como el modelado del tejido según un plan preciso para colocar restauraciones duras como coronas o incrustaciones, son etapas que se incluyen en este procedimiento (30).

a) Clasificación de Black:

La clasificación de Black constituye uno de los sistemas más utilizados en odontología para categorizar las cavidades dentales según su localización y extensión, facilitando el diagnóstico y la planificación del tratamiento restaurador. Propuesta por Greene Vardiman Black a inicios del siglo XX, esta clasificación organiza las lesiones cariosas en seis clases. La Clase I comprende cavidades en fosas y fisuras de molares, premolares y superficies linguales de incisivos superiores; la Clase II involucra las superficies proximales de dientes posteriores; la Clase III afecta

superficies proximales de dientes anteriores sin comprometer el ángulo incisal; la Clase IV incluye aquellas que sí lo comprometen; la Clase V se localiza en el tercio cervical de las superficies vestibulares o linguales de todos los dientes; y posteriormente se añadió la Clase VI, que abarca cúspides de dientes posteriores y bordes incisales de dientes anteriores.

Este sistema no solo permite una clasificación anatómica, sino que también orienta los principios de preparación cavitaria, considerando factores como la extensión de la lesión, la resistencia del material restaurador y la preservación de la estructura dental sana. Aunque fue concebido en un contexto donde predominaban materiales como la amalgama, su aplicación sigue vigente, adaptándose a las tendencias actuales de odontología mínimamente invasiva y al uso de materiales adhesivos. En la práctica contemporánea, la clasificación de Black continúa siendo un referente fundamental en la enseñanza y en la clínica, sirviendo como base para la toma de decisiones terapéuticas y la comunicación entre profesionales. (30).

b) Tiempos operatorios de una preparación cavitaría

Se trata de una serie de etapas clínicas que se presentan en un orden lógico con el propósito de organizar el método, prevenir omisiones y aumentar la eficiencia:

- **Maniobras previas:**

  Lo primero que se debe hacer es obtener una historia clínica completa del paciente, que incluya preguntas sobre su salud general, salud bucal, expectativas y necesidades. Un examen clínico y radiográfico exhaustivo, que sirve de base para el diagnóstico, se guía por los conceptos de preservar el tejido sano en la mayor medida posible y realizar el procedimiento con la menor invasividad posible. Las radiografías periapicales y de aleta de mordida son necesarias para

determinar la proximidad de la caries a la cámara pulpar, determinar si hay fracturas o afectación periapical, e identificar lesiones interproximales en sus etapas iniciales. Asimismo, es de suma importancia realizar pruebas de vitalidad pulpar que incluyan estimulación térmica y eléctrica. Además, este procedimiento comprende la preparación del campo operatorio, que incluye el uso de enjuagues bucales antisépticos, la aplicación de blanqueamiento dental si se considera apropiado, la administración de sedantes y, lo más importante, la garantía del aislamiento completo del diente que se va a tratar (30).

- **Apertura y Conformación:**

  El objetivo de este procedimiento es establecer o ampliar el acceso para erradicar completamente la lesión. Se utiliza la fresa circular cuando el espacio es insuficiente, mientras que la fresa cónica truncada se emplea cuando hay suficiente espacio. La forma final de la preparación vendrá determinada por la extensión de la lesión, con el fin de obtener bordes internos redondeados que sean fácilmente accesibles para los dispositivos restauradores. Su profundidad viene determinada por la trayectoria de la caries (30).

- **Extirpación de los tejidos afectados o deficientes:**

  Posteriormente, se elimina el tejido cariado. Esto se puede realizar con herramientas manuales como las excavadoras, que se prefieren por su mayor control y menor capacidad de corte. Como alternativa, se puede utilizar una fresa de gran tamaño que gira a una velocidad típica y se irriga con abundante agua. En algunos casos, el uso de agentes químicos puede resultar ventajoso para disolver el colágeno desnaturalizado, que luego se elimina con instrumental manual especialmente diseñado (30).

- **Protección Dentinopulpar:**

  Este concepto rector debe implementarse a lo largo de todo el proceso de tratamiento y aplicarse a cada aspecto del procedimiento. Durante las fases de preparación y restauración, este concepto incorpora todos los materiales, procedimientos y enfoques utilizados para garantizar la protección del complejo dentinopulpar. Si se requiere un material base, la extensión de la preparación de la cavidad, la edad del paciente y la distancia entre la pulpa y el material base son algunos de los factores que determinan si se requiere o no un material base y, de ser así, el tipo de material base más adecuado para la situación. Algunos ejemplos de sustancias protectoras incluidas en esta categoría son los selladores, los recubrimientos pulpares y los revestimientos de cavidades. Los selladores también se incluyen en esta categoría (30).

- **Terminación de las paredes:**

  Las mismas fresas de diamante que se usaron para tallar se utilizan para aumentar la preparación de la cavidad. Como alternativa, se emplean fresas multicanal de alta velocidad y se mantiene una irrigación continua durante la técnica. En cuanto a ciertos tipos de preparaciones, es absolutamente necesario realizar un bisel en el límite cavosuperficial del esmalte. Se recomienda realizar este bisel, con un ancho de entre 0,5 y 1 milímetro, únicamente cuando el esmalte es suficientemente grueso y no existen problemas de acceso. No se recomienda en los siguientes casos: cuando el esmalte es escaso, cuando existe la unión cemento-esmalte (también conocida como unión cemento-cemento) o cuando la región está expuesta a fuerzas oclusales (30).

- **Desinfección:**

  Este paso es crucial. El agua a presión que se administra con la jeringa triple durante la preparación dental con instrumentos rotatorios no solo

enfría el diente, sino que también genera una película de detritos de dentina adheridos, conocida como "capa de lodo". Además de ser un reservorio para la contaminación bacteriana, esta capa puede obstruir los túbulos dentinarios. Asimismo, dificulta la correcta adhesión de los materiales restauradores y compromete la conservación de la pulpa durante todo el proceso. Por consiguiente, es fundamental eliminarla mediante desinfectantes, seguidos de un lavado profundo (30).

- **Forma de contorno:**

  La anatomía, la ubicación y el tamaño de la lesión cariosa son los únicos factores que determinan la morfología del contorno de la cavidad, que es de naturaleza conservadora. El criterio de "extensión preventiva" establecido por Black, que incluía el sacrificio de tejido sano, ya no se justifica a la luz de los materiales restauradores disponibles actualmente, especialmente aquellos que son atractivos y adhesivos. Para eliminar completamente el tejido cariado, lograr un acceso suficiente para los instrumentos, permitir la implantación del material restaurador y obtener un margen periférico intacto, las paredes de la cavidad se estiran solo hasta donde sea necesario. Es práctica común extender el borde gingival ligeramente por debajo del nivel gingival. Esto se debe a que los datos clínicos sugieren que la caries recurrente en esta región subgingival es poco común. Además, la pared incisal puede tener una ligera curvatura que se adapta al trayecto que ha seguido la caries. De manera similar, la pared gingival debe curvarse de forma comparable a la curvatura del borde gingival para poder aceptarlo (31).

- **Instrumentación:**

  Además, las fresas cónicas se utilizan ampliamente en diversos tratamientos dentales para la entrada inicial y la eliminación de la

dentina cariada. Inicialmente, estas fresas se colocan formando un ángulo de 45 grados con la superficie del diente visible externamente. Para alinear este ángulo con la superficie, es necesario modificarlo a medida que se acercan a las paredes proximales. Se pueden utilizar fresas cilíndricas lisas o fresas cónicas lisas para dar forma a las paredes y definir los ángulos diedros en la unión con la pared axial. Ambas fresas son lisas. La disposición de los prismas de esmalte en las preparaciones de amalgama debe ser coherente con las paredes periféricas, que deben tener una ligera inclinación hacia afuera en dirección axiobuccal. Esto se debe a que las paredes periféricas deben tener esta inclinación. Por otro lado, la pared axial debe ser convexa, de acuerdo con la curvatura natural del diente (31).

3.1.4. Envejecimiento Acelerado y Cambios Térmicos

a) Envejecimiento acelerado en materiales dentales

En odontología restauradora, los materiales dentales están constantemente expuestos a múltiples condiciones físicas, químicas y mecánicas dentro de la cavidad oral. Estas condiciones pueden provocar cambios progresivos en sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas con el tiempo. Para estudiar estos cambios de manera controlada en el laboratorio, se emplean métodos de envejecimiento artificial o acelerado, los cuales permiten simular en un período corto los efectos que ocurren durante años en el medio oral (32).

El envejecimiento acelerado es un procedimiento experimental utilizado para reproducir, en condiciones controladas de laboratorio, los procesos de degradación que sufren los materiales dentales durante su uso clínico. Este tipo de pruebas permite evaluar la durabilidad, estabilidad y comportamiento mecánico de materiales restauradores como resinas compuestas, cerámicas y adhesivos. Mediante estos métodos es posible predecir la longevidad clínica de los materiales, analizar su resistencia frente a diferentes factores ambientales y mejorar su desempeño (32).

Diversos estudios experimentales han demostrado que el envejecimiento artificial puede alterar propiedades importantes de los materiales restauradores, como la resistencia mecánica, estabilidad del color, rugosidad superficial y adhesión al sustrato dental. Estas alteraciones se deben principalmente a fenómenos de degradación física y química inducidos por el medio oral simulado en el laboratorio (33).

En el campo de los materiales dentales, el envejecimiento acelerado se puede inducir mediante diferentes métodos experimentales, entre los que destacan el almacenamiento en agua o saliva artificial, la exposición a radiación ultravioleta, el estrés mecánico cíclico y los cambios térmicos repetidos conocidos como termociclaje (34).

b) Estrés químico en materiales dentales

El estrés químico se refiere a los procesos de degradación provocados por la interacción de los materiales dentales con el medio químico de la cavidad oral. Este medio incluye saliva, cambios de pH, enzimas, bebidas ácidas, alimentos y diferentes sustancias químicas presentes en el entorno bucal (33).

Los materiales restauradores basados en resinas compuestas poseen una matriz orgánica polimérica que puede sufrir hidrólisis, lixiviación de monómeros residuales y degradación química cuando se exponen de manera prolongada al ambiente húmedo de la cavidad oral. Estas reacciones químicas pueden modificar la estructura interna del material y reducir sus propiedades mecánicas.

Entre los principales mecanismos de degradación química se encuentran la absorción de agua, la hidrólisis de enlaces éster presentes en la matriz resinosa, la liberación de monómeros residuales y la degradación de la interfaz matriz-relleno (33).

La absorción de agua puede actuar afectando la matriz polimérica, lo cual disminuye la rigidez y resistencia del material. Asimismo, los procesos de

degradación química pueden afectar la estabilidad del color, la integridad superficial y la durabilidad de las restauraciones dentales (35).

c) Estrés mecánico en materiales dentales

El estrés mecánico corresponde a las fuerzas físicas que actúan sobre los materiales dentales durante la función oral. Estas fuerzas se generan principalmente durante la masticación, la deglución, el bruxismo y otros movimientos mandibulares, los cuales someten a las restauraciones a cargas repetitivas (33).

Desde el punto de vista biomecánico, las restauraciones dentales pueden experimentar distintos tipos de tensiones, tales como compresión, tracción, flexión, cizallamiento y fatiga mecánica.

La repetición continua de estas cargas puede generar fenómenos de fatiga del material, provocando microfracturas, desgaste superficial y pérdida progresiva de resistencia estructural. Con el tiempo, estas alteraciones pueden conducir a la fractura de la restauración o a la pérdida de su integridad marginal (33).

Por esta razón, en los estudios experimentales de materiales dentales se realizan pruebas mecánicas como la resistencia flexural, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, microdureza y resistencia al desgaste, las cuales permiten evaluar el comportamiento mecánico de los materiales antes y después de ser sometidos a diferentes métodos de envejecimiento artificial (36).

d) Termociclaje

El termociclaje es uno de los métodos más utilizados en investigación experimental para simular el envejecimiento térmico de los materiales

dentales. Este procedimiento consiste en someter las muestras a ciclos repetidos de cambios de temperatura entre valores fríos y calientes, con el objetivo de reproducir las variaciones térmicas que ocurren en la cavidad oral durante el consumo de alimentos y bebidas (34).

Generalmente, el termociclaje se realiza alternando las muestras entre dos baños de agua con temperaturas que suelen oscilar entre 5 °C y 55 °C, permaneciendo cada muestra un tiempo determinado en cada baño térmico. El número de ciclos puede variar según el diseño experimental, pudiendo utilizarse desde 500 hasta más de 10 000 ciclos, dependiendo del objetivo del estudio (36).

El propósito principal de este procedimiento es simular el comportamiento clínico de los materiales frente a los cambios térmicos que ocurren en boca. Durante estos cambios de temperatura, los materiales restauradores experimentan expansión y contracción térmica, lo cual puede generar tensiones internas debido a la diferencia entre el coeficiente de expansión térmica del material restaurador y el del tejido dental (34).

Estas variaciones térmicas pueden producir diferentes efectos en los materiales dentales, entre ellos la disminución de la resistencia adhesiva, la formación de microfiltración marginal, la alteración de las propiedades mecánicas, cambios en la estabilidad del color y aumento de la rugosidad superficial (35).

Debido a su capacidad para reproducir condiciones clínicas simuladas, el termociclaje se considera un método fundamental en los estudios in vitro de materiales dentales, especialmente en investigaciones relacionadas con resinas compuestas, sistemas adhesivos y materiales restauradores (36).

3.1.5. Microfiltración

a) Conceptos:

Un fenómeno que no se observa en entornos clínicos es la microfiltración. Este fenómeno se caracteriza por el paso de bacterias, líquidos, iones o sustancias químicas a través del espacio que existe entre las paredes de la cavidad creada y el material de restauración. El cierre insuficiente del espacio marginal es la causa de este movimiento. Cuando las terapias restauradoras no tienen éxito, el paciente puede experimentar molestias después de la intervención, el desarrollo de nuevas caries (caries secundarias), inflamación de la pulpa y oscurecimiento de los bordes de los dientes. El fracaso puede atribuirse, en gran medida, a este aspecto en particular (37).

La idea de que la degradación pulpar se debe principalmente a la agresividad química de los productos restauradores o al grabado ácido ha demostrado ser falsa, según la evidencia presentada. De hecho, la entrada de bacterias por microfiltración, consecuencia de un cierre marginal inadecuado, es un factor mucho más crucial en el proceso de afectación de la pulpa dental (38).

La cantidad de microfiltración está determinada por diversas variables. Entre ellas se encuentran las características de los materiales utilizados en la adhesión y reparación, el coeficiente de dilatación térmica, las fuerzas producidas por la masticación (tensiones oclusales) y, sobre todo, la disminución volumétrica que experimentan las resinas durante el proceso de polimerización (contracción por polimerización) (39).

La capa de frotis, también conocida como capa de frotis dentinario, puede controlarse de forma mucho más eficiente gracias a los métodos adhesivos disponibles actualmente. Estos sistemas emplean tanto el grabado ácido y el enjuague como la técnica de autograbado para eliminar completamente esta capa. Además, el proceso de autograbado se utiliza para modificarla. Como consecuencia de estos avances, la cantidad de microfiltración se ha reducido considerablemente en comparación con los niveles presentes en las generaciones anteriores de sistemas (40).

b) Posibles causas de la microfiltración marginal:

- **Restauraciones mal adaptadas:**

  Existe la posibilidad de que líquidos y gérmenes puedan penetrar en el espacio entre el diente y el material de restauración si el sellado que se produce al inicio del tratamiento no es suficiente (41).

- **Preparación de cavidades defectuosa:**

  Una preparación de la cavidad que no cumpla con las dimensiones o la morfología requeridas, además del uso de equipos inadecuados, puede tener un impacto negativo en la probabilidad de crear un buen sellado hermético (41).

- **Fuerzas de masticación:**

  Es posible que con el tiempo aumente la microfiltración en los márgenes como consecuencia de las presiones masticatorias cíclicas. Estas fuerzas pueden tensar la unión adhesiva, lo que provoca la deformación de la restauración. En el caso de las restauraciones de resina compuesta, este fenómeno es especialmente significativo, ya que la fuerza de adhesión a la dentina y al cemento radicular es mucho menor que la que se puede lograr en el esmalte dental (41).

- **Materiales de obturación temporal:**

  En caso de que las resinas permanentes entren en contacto con sustancias que contengan eugenol (o componentes específicos propios de las resinas temporales), el proceso de polimerización de las resinas permanentes podría verse afectado. Esto podría aumentar la rugosidad de la superficie, variar la microdureza y, como consecuencia, disminuir la eficacia del sellado de los márgenes (41).

3.2. Antecedentes investigativos

3.1.1. Locales:

- **"Evaluación de la microfiltración en restauraciones clase I de premolares con resina compuesta nanohíbrida y resina bulk fill, laboratorios UCSM". Arequipa. 2018**
  Autor: Delgado Mendoza, Luis Robert.

  En el contexto de las restauraciones de premolares de Clase I, el objetivo de esta investigación fue estudiar la microfiltración en dos resinas compuestas diferentes: una nanohíbrida y una de relleno masivo. El laboratorio de microbiología de la Universidad Católica de Santa María fue el lugar donde se llevó a cabo la investigación. Para determinar la cantidad de microfiltración en las restauraciones de Clase I, se utilizó azul de metileno. El objetivo de este estudio fue investigar dos materiales restauradores diferentes para identificar qué resina presenta un menor nivel de microfiltración.

  Se realizaron restauraciones oclusales de Clase I en los premolares superiores. Las restauraciones se dividieron en dos grupos, cada uno compuesto por diecisiete individuos: GRUPO A y GRUPO B. Al GRUPO A se le aplicó la resina compuesta nanohíbrida, mientras que al GRUPO B se le aplicó la resina compuesta de relleno masivo. Ambos grupos fueron sometidos a un método de termociclado que consistió en 200 ciclos en agua destilada a temperaturas entre 5 y 55 grados Celsius. Posteriormente, las muestras se sumergieron en azul de metileno al 2% durante veinticuatro horas. Para determinar la cantidad de microfiltración en ambos grupos, las muestras se limpiaron, secaron, seccionaron y examinaron con un estereomicroscopio. En cuanto a la microfiltración, la resina compuesta Bulk Fill presentó los niveles más altos, con valores de 0, 1, 2 y 3, mientras que la otra resina compuesta Bulk Fill mostró valores de 0, 1 y 2. El análisis de los datos reveló que no existía una diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de microfiltración entre ambas resinas. En consecuencia, se observó que ambas resinas presentaban

microfiltración; sin embargo, la diferencia no alcanzó significación estadística (42).

3.1.2. Nacionales:

- **"Efecto del termociclaje sobre la microfiltración de obturaciones clase II con resina A y resina B". Universidad Continental. Huancayo. 2022**
  Autor: Mónica Del Rosario Quevedo Godo y col.

  Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto del termociclado en la microfiltración en restauraciones de Clase II utilizando resina A y resina B.
  Este estudio empleó el método científico, se aplicó investigación y tuvo un carácter explicativo. La población de estudio incluyó 40 dientes, cada uno con dos cavidades de Clase II reparadas con resina A y resina B.
  Resultados: En el grupo A, el 46,3% de las restauraciones presentaron filtración, con la mayor incidencia en grado 1 (38,8%) y la menor en grado 2 (7,5%). En el grupo B, el 90% de las restauraciones presentaron filtración, con la mayor incidencia en grado 1 (43,8%) y la menor en grado 2 (20%).
  Conclusión: Se observó una diferencia notable al comparar la resina A con la resina B a 500 y 5000 ciclos térmicos (43).

- **"Comparación, in vitro, de la microfiltración de restauraciones clase I entre una resina compuesta convencional y una resina bulk fill en piezas deciduas". Trujillo. 2020.**
  Autor: Floriano Alvarez, Angie Oraly.

  En el contexto de los molares deciduos, el objetivo de esta investigación fue estudiar, in vitro, la microfiltración que se produce entre las restauraciones de Clase I que utilizan resina de relleno masivo y resina compuesta convencional. En este estudio, se empleó una técnica cuantitativa, definida por un marco experimental, transversal, prospectivo y analítico. La muestra de cada grupo

consistió en veinte molares deciduos extraídos, libres de caries y sin restaurar. Los dientes se sometieron a cien ciclos de termociclado, tras lo cual se sumergieron en nitrato de plata amoniacal durante veinticuatro horas, se colocaron en un revelador radiográfico y, finalmente, se seccionaron bucolingualmente para su inspección y análisis mediante estereomicroscopio. La información recopilada se organizó en una tabla de frecuencias tras ser introducida en el programa SPSS versión 22 y ordenada. Al comparar los dientes obturados con resina tradicional (media 0,37) y aquellos obturados con resina de relleno masivo (media 0,47), una comparación mediante la prueba U de Mann-Whitney indicó una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,549 > 0,05$). Esta diferencia resultó ser estadísticamente significativa. Esto demuestra que no existe una diferencia que pueda considerarse estadísticamente significativa. En conclusión, se observa microfiltración en ambos tipos de resina. Se encontró que ambos tipos de resina presentaban la misma cantidad de microfiltración, sin variaciones perceptibles (44).

3.1.3. Internacionales:

- **"Adaptación marginal de las resinas Bulk Fill". Guadalajara. 2013**
  Autor: Uehara N. y cols.

Objetivo: Evaluar la adaptación marginal de la resina de relleno masivo en cavidades de Clase I.

Materiales y métodos: Se prepararon seis molares humanos para una cavidad de Clase I, con una profundidad de 3 mm, un ancho bucolingual de 3 mm y una longitud mesiodistal de 4 mm. Se dividieron en tres pares de molares. En el Grupo 1 (G1), tras el grabado ácido, se utilizaron el adhesivo Single Bond 2 (3M ESPE) y la resina convencional Filtek Z350 (3M ESPE). En el Grupo 2 (G2), tras el grabado ácido, se utilizaron el adhesivo de grabado total Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) y la resina de relleno masivo Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent). En el Grupo 3 (G3), se utilizaron el adhesivo de grabado total Optibond Solo Plus y la resina SonicFill (Kerr). El Grupo 1 incluyó la aplicación

del adhesivo en múltiples capas, mientras que los Grupos 2 y 3 consistieron en la aplicación del adhesivo en una sola fase, seguida de fotopolimerización. Se realizó un ciclo térmico que constó de cien ciclos a temperaturas de 4 °C y 64 °C. Se utilizó microscopía electrónica de barrido (MEB) para analizar todas las muestras preparadas para su examen.

Resultados: Los tres grupos mostraron una mejor adaptación al esmalte en comparación con la dentina. De los 18 000 µm examinados en cada grupo, el G1 presentó una apertura de 1170 µm, el G2 de 800 µm y el G3 de 2451 µm. El G2 presentó el menor fallo de adaptación marginal, con una media de 41,69 µm y una desviación estándar de 147 µm, la más baja entre todos los grupos.

Conclusiones: Los tres grupos examinados mostraron una ligera mala adaptación. La resina Tetric EvoCeram Bulk Fill mostró una adaptación marginal superior en comparación con los otros dos grupos, lo que demuestra una diferencia sustancial con respecto a los otros dos materiales evaluados (45).

- **"Análisis comparativo del desempeño clínico de las resinas Bulk Fill y reforzadas con Fibra: Una revisión sistemática en odontología restaurativa". Ecuador. 2025**
  Autor: Nathaly Cristina Herrera Carangui y cols.

Los materiales restauradores dentales poseen una composición orgánico-mineral y se utilizan en intervenciones dentales. Las resinas de relleno masivo se utilizan en procedimientos monobloque, lo que reduce la duración clínica. Los polímeros reforzados con fibra proporcionan cualidades mecánicas superiores, incluyendo una mayor resistencia a las tensiones oclusales. Materiales y métodos: Se realizó una investigación descriptiva utilizando un método cuantitativo de acuerdo con los principios PRISMA, resultando inicialmente en 245 artículos. Se utilizaron criterios de inclusión y exclusión, lo que resultó en la selección de 13 artículos para la investigación. Resultados: Analizando la tasa de éxito, la eficacia clínica y los desafíos de la aplicación, los hallazgos indicaron que las restauraciones de resina de relleno masivo

exhiben una tasa de éxito superior al 95% durante un período de 6 meses a 5 años. Las complicaciones incluyen adaptación inadecuada, decoloración marginal, microfiltración, entre otras. Por el contrario, las resinas reforzadas con fibra demostraron una alta tasa de éxito y una resistencia a la fatiga del 87%, reconociéndose fracturas no catastróficas como consecuencias. Conclusiones: Ambos sistemas de resina han mostrado una eficacia clínica satisfactoria; por lo tanto, se recomienda su uso. El estudio se ve limitado por la escasez de bibliografía sobre resinas reforzadas con fibra, ya que representan un componente novedoso en la odontología restauradora (46).

4. HIPÓTESIS

Dado que el termociclaje somete a la interfase diente-resina a ciclos repetitivos de expansión y contracción térmica, generando fatiga en el sellado marginal entre el tejido dental y el material restaurador,

Es probable que existan diferencias cualitativas significativas en el grado de microfiltración marginal entre las dos marcas de resina Bulk Fill evaluadas, dependiendo de su capacidad para absorber el estrés durante el envejecimiento térmico simulado.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL (METODOLOGÍA)

1. METODOLOGÍA

1.1.Diseño Metodológico

- **Propósito fin o utilidad: Aplicada**

  Se busca generar conocimiento práctico y directo que pueda ser utilizado por odontólogos para la selección de materiales, mejorando la durabilidad de las restauraciones clínicas.

- **Enfoque metodológico: Cualitativo**

  El presente estudio utiliza un enfoque cualitativo, centrado en la observación e interpretación detallada de la microfiltración mediante grados, más que cuantificar rigurosamente una variable numérica.

- **Diseño de la investigación: Experimental in vitro**

  Se manipula deliberadamente la variable estímulo (termociclaje) en un ambiente controlado (laboratorio) y en muestras o unidades de estudio (premolares humanos) para observar su efecto en la variable dependiente (microfiltración marginal), sin la participación de pacientes.

- **Alcance: Explicativo**

  Va más allá de la descripción de las propiedades, ya que busca establecer una relación de causa y efecto entre los cambios térmicos (causa) y la presencia o no de la microfiltración marginal (efecto).

- **Temporalidad: Transversal**

  La variable respuesta (microfiltración marginal) se mide en un único momento a través del tiempo: una vez después del termociclaje.

- **Unidades de estudio o muestras: Premolares**

  El objeto de estudio y medición son las muestras estandarizadas en forma de premolares extraídos por razones ortodónticas con cavidades clase I obturadas con las dos marcas de resinas del estudio.

1.2. Análisis de Variables

TABLA 1 Variables

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES	ITEMS
ESTÍMULO: Resinas nanohíbridas	Filtek™ One Bulk Fill		3M
	Opus Bulk Fill APS		FGM
ESTÍMULO: Termociclaje	Envejecimiento artificial	20 segundos en cada ciclo de temperatura	500 ciclos
RESPUESTA: Microfiltración marginal	Grados	Grado 0	No hay penetración del colorante
		Grado 1	Penetración del colorante hasta la mitad del esmalte
		Grado 2	Penetración del colorante en todo el esmalte
		Grado 3	Penetración del colorante en la mitad de la dentina
		Grado 4	Penetración del colorante en la totalidad de la dentina
		Grado 5	Penetración hasta el piso de la cavidad o pared axial

1.3.Técnica de investigación

En la presente investigación se utilizó una técnica ejecutada en el laboratorio y se aplicó la observación de tipo experimental para recolectar los datos y resultados.

1.4. Técnica de ejecución de investigación

1.4.1 Selección de muestras

Para este experimento, cuarenta premolares superiores o inferiores, libres de caries, se mantuvieron en solución salina fisiológica antes del mismo. Hasta el inicio del experimento, el agua se renovó cada veinticuatro horas para evitar la deshidratación de los dientes. Previamente, cualquier resto que pudiera haber en el tejido blando se eliminó con una cureta.

- **Criterios de inclusión:**

  Las muestras están compuestas por premolares superiores o inferiores frescos, extraídos con fines ortodóncicos y conservados en una solución salina cuyo contenido se cambia cada veinticuatro horas. Estos dientes fueron extraídos con fines ortodóncicos

- **Criterios de exclusión:**
  - Premolares que presenten restauraciones o caries en la superficie oclusal
  - Premolares que no hayan sido conservados en suero fisiológico
  - Premolares con alguna alteración anatómica o de forma evidente

1.4.2 Preparación de muestras y metodología experimental:

Se realizó una cavidad de Clase I en la superficie oclusal, utilizando cuarenta premolares superiores o inferiores. En consecuencia, se formaron un total de cuarenta cavidades, que son las unidades que estamos investigando. Cada grupo incluye diez cavidades, distribuidas de la siguiente manera:

TABLA 2 Unidades de estudio

Grupo	Resina Bulk Fill	Condición Experimental	Cavidades
A	Filtek™ One Bulk Fill	Sin Termociclaje (Control)	10
B	Filtek™ One Bulk Fill	Con Termociclaje	10
C	Opus Bulk Fill APS	Sin Termociclaje (Control)	10
D	Opus Bulk Fill APS	Con Termociclaje	10

Con un plumón indeleble de punta fina, se diseñó la cavidad sobre la cara correspondiente con las siguientes dimensiones: 3 mm de largo x 2 mm de ancho x 2 mm de profundidad.

Se ubican en el centro de la superficie oclusal, donde se colocan las cavidades. Todos los grupos utilizaron el mismo tipo de fresas de diamante. La preparación de las cavidades se realizó de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- Forma de contorno: El contorno debe tener una forma conservadora y estar determinado por la morfología del diente. Según los criterios propuestos en el estudio, las paredes circundantes deben extenderse lo suficiente para lograr un correcto acabado del borde marginal, permitir la instrumentación y asegurar que el material restaurador se inserte en la cavidad de la manera adecuada.
- Para empezar, las primeras piedras de penetración se colocaron en un ángulo de 45 grados con respecto a la superficie del diente que se estaba tratando. Posteriormente, se ajustó el ángulo hasta que quedó perpendicular a la superficie externa del diente. Teniendo en cuenta la orientación de los prismas del esmalte en las zonas donde se colocan, las paredes axiales son convexas, lo que significa que se adaptan a la superficie externa del diente. Por otro lado, las paredes circundantes son ligeramente convexas en dirección axiobucal.

- Acabado de los márgenes del esmalte: Sin producir ningún tipo de bisel, las piedras de diamante se deslizan sobre el ángulo cavosuperficial, lo que permite determinar un borde marginal continuo y uniforme. Esto garantiza que los bordes de la restauración tengan un acabado correcto.

El protocolo de aplicación del material y los pasos para la restauración fueron los siguientes:

- Grabado Ácido: Aplicación de ácido fosfórico al 37% en esmalte (15 a 20 segundos) y en dentina (máximo 10 a 15 segundos). Lavado profuso con agua por el doble de tiempo del grabado y secado con aire, manteniendo la dentina con un aspecto húmedo/brillante.
- Adhesión: Aplicación del sistema adhesivo seleccionado (según indicaciones del fabricante) mediante microbrush en la superficie dentinaria por 20 segundos. Aplicación de aire suave para evaporar el solvente y fotopolimerización por el tiempo estipulado (generalmente 10-20 segundos).
- Inserción de Resina Bulk Fill que corresponda según el grupo: Colocación del material en un incremento único de máximo 4 mm (dada la naturaleza Bulk de ambas marcas).Adaptación cuidadosa a las paredes cavitarias con instrumental especializado para evitar la formación de burbujas en la interfase.
- Fotopolimerización: Uso de una lámpara LED de alta intensidad (intensidad mínima de 1000 mW/cm2) posicionada lo más cerca posible de la superficie de la resina. El tiempo de exposición será de 20 a 40 segundos, dependiendo de las especificaciones de cada marca.
- No se realizó ningún pulido ni acabado, pues no es una variable a tomar en cuenta en la presente investigación.

1.3.3 Termociclaje o ciclaje térmico:

Los grupos designados como B y D fueron sometidos a un proceso de termociclaje en un equipo especializado. Este proceso consiste de 500 ciclos, donde cada ciclo comprende la inmersión alternada de las muestras en baños de agua a temperaturas de 5°C y 55°C, con un tiempo de inmersión de 20 segundos en cada baño y un tiempo de transferencia entre baños de no más de 10 segundos. Este procedimiento simula aproximadamente 6 meses de envejecimiento oral por cambios térmicos, según antecedentes científicos. Los grupos de control (A y C) se almacenaron en suero fisiológico durante un período de tiempo equivalente al que dura el proceso de termociclaje.

En odontología, el protocolo de termociclaje comúnmente utiliza 500 ciclos, y esta cantidad está respaldada por la normativa internacional ISO/TS 11405:2015 (Organización Internacional de Normalización), en donde se recomienda aplicar un mínimo de 500 ciclos térmicos entre 5 °C y 55 °C en agua para evaluar la resistencia y envejecimiento de materiales dentales y simular los cambios térmicos del medio oral.

1.3.4 Inmersión en el colorante:

Tras el ciclo térmico, cada grupo se sumergió en recipientes de vidrio con un 2 % de azul de metileno durante veinticuatro horas. Posteriormente, se eliminaron las impurezas coloreadas limpiando toda la superficie de la corona y la raíz con acetona y lavando la zona con agua.

1.3.5 Corte de Muestras:

Para la obtención de las superficies de observación, se procedió al seccionamiento longitudinal de los especímenes de cada uno de los cuatro grupos experimentales, siguiendo el eje principal en dirección vestíbulo-palatina. Dicho procedimiento se

llevó a cabo mediante la técnica de desgaste mecánico controlado, empleando para ello un disco de acero de doble cara activa. Este método de corte por abrasión permitió la división precisa de cada unidad en dos hemisecciones, garantizando superficies de análisis uniformes, planas y nítidas. Luego de los cortes, la superficie escogida para la medición de la microfiltración fue sometida a un proceso de pulido superficial con papel lijar de grano fino, con el objetivo de eliminar cualquier irregularidad remanente del corte y obtener una superficie de alta nitidez.

1.3.6 Estereomicroscopio:

Con un aumento de 32x, se utilizó un estereomicroscopio para examinar cuidadosamente las muestras y determinar el grado de filtración del colorante. Para facilitar el análisis, se utilizó la siguiente tabla:

TABLA 3 Grados de Filtración

Grado 0: No se presenta ninguna infiltración del colorante
Grado 1: la filtración se produce hasta la mitad del esmalte
Grado 2: La filtración llega a invadir todo el esmalte
Grado 3: La infiltración abarca hasta la mitad de la dentina
Grado 4: Toda la dentina es infiltrada con el colorante
Grado 5: La filtración llega hasta el piso de la cavidad

1.3.7 Validación de los grados de microfiltración:

La escala ordinal de seis niveles (0-5) empleada en esta investigación constituye un instrumento de medición de alta precisión que permite cuantificar la penetración del colorante con un rigor superior a las escalas tricotómicas convencionales. Este

sistema de graduación se fundamenta en la subdivisión de los tejidos dentarios (esmalte y dentina) en mitades, lo cual facilita la identificación del punto exacto donde falla la unión adhesiva tras el envejecimiento artificial por termociclaje. Autores contemporáneos en el área de los biomateriales dentales validan este enfoque, argumentando que un mayor rango en los grados de filtración permite detectar diferencias significativas entre marcas comerciales que, de otro modo, podrían quedar ocultas en escalas más simplificadas (47) (48). Al categorizar el avance del tinte desde la ausencia total (Grado 0) hasta el compromiso de la pared axial o piso cavitario (Grado 5), se garantiza una evaluación exhaustiva del comportamiento biomecánico de la interfase diente-resina en restauraciones de alta exigencia.

1.3.8 Instrumentos

a) Instrumento documental:

TABLA 4 Ficha de observación

Marca de Resina	
Muestra	**Grado de Microfiltración**
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

b) Instrumental:

- Frascos de vidrio transparentes
- Jeringa 5cc de plástico
- Lámpara de luz halógena

- Pieza de mano de alta velocidad
- Micromotor
- Discos de acero de corte
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Calibrador

1.3.9 Materiales

- Resinas Nanohíbridas Bulk Fill Filtek One y Opus de FGM
- Suero fisiológico
- Azul de metileno

1.5. Análisis de Variables

TABLA 5 Análisis

Variable	Tipo	Escala de Medición	Medidas Estadísticas	Pruebas estadísticas
Microfiltración marginal	Experimental, transversal y cualitativo	Ordinal	Media aritmética, desviación, máximo y mínimo	Wilcoxon

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación Espacial

Ámbito general: Arequipa.

Ámbito específico: Laboratorios de la UCSM.

3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Consideraciones éticas

Las cuestiones éticas de este estudio se centraron en mantener la integridad de la investigación científica, hacer un uso adecuado de los recursos y ser transparentes en cuanto a la metodología. Además, es fundamental incluir elementos como el respeto a la integridad científica, la transparencia en la presentación de datos y la honestidad intelectual en la interpretación de los resultados, a pesar de que la investigación no involucre ni a personas ni a animales.

- Todos los procesos y metodologías utilizados cumplen con los estándares internacionales, y no hubo manipulación ni falsificación de los datos empleados, lo que garantiza la repetibilidad y validez del estudio.
- Se declara que no existe ningún posible conflicto de intereses, por ejemplo, con ninguna empresa patrocinadora de la que provengan los materiales, y que no existe ninguna relación económica con los productores.
- Sin ocultar ningún hallazgo desfavorable o incómodo, la investigación se llevó a cabo de acuerdo con las normas de buenas prácticas científicas. Estos principios incluyen la documentación adecuada de los métodos y la presentación honesta de los resultados.
- En los casos en que se considere aceptable, se reconocen los materiales o equipos pertenecientes a terceros y se ofrecen garantías de que no se han infringido los derechos de autor ni los derechos de propiedad intelectual.

- El último paso consiste en que la investigación sea autorizada por un comité de ética institucional, si fuera necesario. Además, la investigación se llevó a cabo de acuerdo con las normas éticas de investigación y no causó daño alguno ni a seres humanos ni a animales.

3.2. Recursos

Recursos Humanos

- Investigadora: Maida Rocio Eduardo Aragon
- Asesor: Dr. Enrique Manuel De Los Ríos Fernández

Recursos Físicos

- Laboratorios institucionales de la Universidad Católica de Santa María.
- Recursos virtuales.
- Biblioteca.

Recursos económicos

Todo el costo de la investigación y los gastos de la misma, serán cubiertos en su totalidad por la tesista encargada de la investigación.

Recursos institucionales

Recursos disponibles en la Universidad Católica de Santa María

TABLA 6 Cronograma

Tiempo / Actividades	2025							2026					
	Noviembre				Diciembre			Enero			Marzo		
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Presentación de plan de tesis													
Marco Teórico y parte experimental													
Resultados													
Presentación de borrador de tesis													
Sustentación													

CAPITULO III

RESULTADOS

TABLA 7 Prueba de normalidad

Grupo de Estudio	N	Media	W (Estadístico)	P=valor	Distribución
One Bulk Fill - Sin Termociclaje	10	0.80	0.5093	0.0001	No Normal
One Bulk Fill - Con Termociclaje	10	2.20	0.8433	0.0483	No Normal
Opus Bulk Fill - Sin Termociclaje	10	1.00	0.6927	0.0007	No Normal
Opus Bulk Fill - Con Termociclaje	10	2.60	0.9433	**0.5906**	**Normal**

De acuerdo con los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk, se observa que la distribución de los datos en la mayoría de los grupos del estudio no cumple con el supuesto de normalidad ($P < 0.05$). Únicamente el grupo de Opus Bulk Fill APS (Con termociclaje) mostró una distribución normal ($P = 0.5906$).

Debido a que predomina la ausencia de normalidad en las muestras, se determinó el uso de pruebas estadísticas no paramétricas, las cuales no requieren que los datos sigan una distribución específica. En este sentido, para el análisis comparativo de la microfiltración en el presente estudio, se empleó la prueba de Wilcoxon.

FIGURA 1 Prueba de normalidad

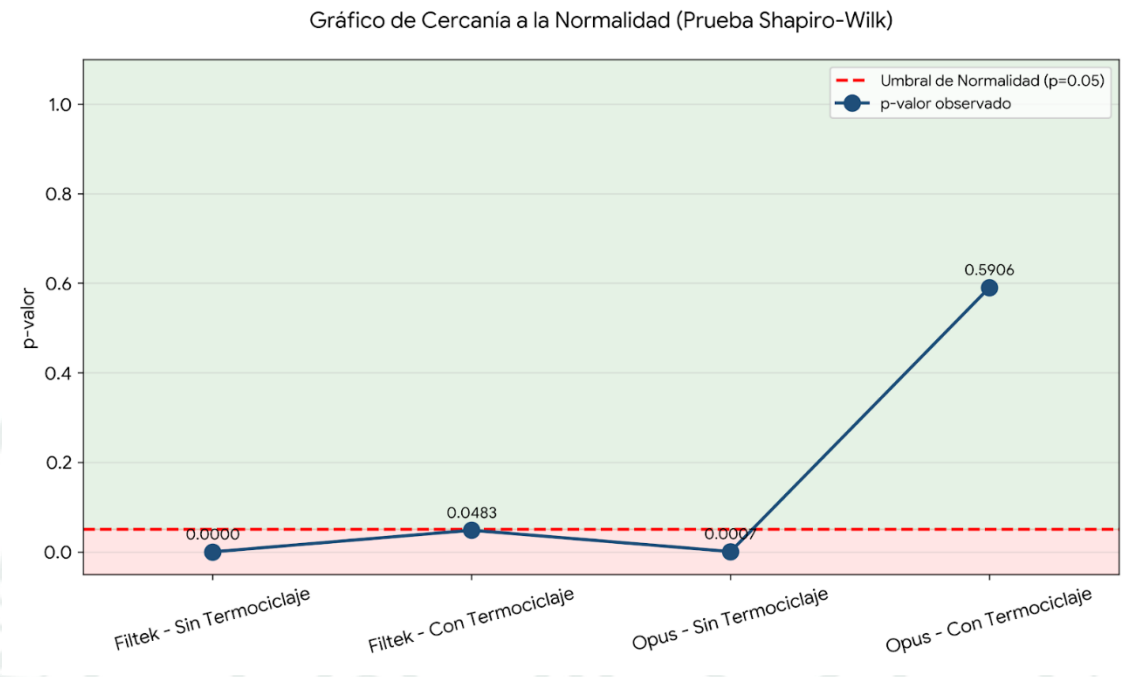


TABLA 8 Distribución de la microfiltración

Grado de Microfiltración	Filtek™ One Bulk Fill (n=10)	Opus Bulk Fill APS (n=10)
0 (Sin penetración)	0 (0%)	1 (10%)
1 (Mitad esmalte)	4 (40%)	2 (20%)
2 (Todo el esmalte)	2 (20%)	2 (20%)
3 (Mitad dentina)	3 (30%)	2 (20%)
4 (Toda la dentina)	0 (0%)	1 (10%)
5 (Piso de cavidad)	1 (10%)	2 (20%)
Media aritmética (Grado)	**2.0**	**2.5**

*Matriz de datos

En la presente tabla se detalla la distribución de la microfiltración en los grupos sometidos a termociclaje. Al analizar la resina Filtek One Bulk Fill, se observa que la penetración del colorante alcanzó la mitad del esmalte en cuatro casos, mientras que en dos muestras abarcó la totalidad del esmalte. Asimismo, en tres casos la filtración llegó hasta la mitad de la dentina y solo en una muestra se extendió hasta el piso de la cavidad.

Por otro lado, la resina Opus Bulk Fill APS mostró una distribución más uniforme en sus resultados. Se registró un caso en el que no hubo penetración del colorante (Grado 0) y un caso donde la filtración abarcó toda la dentina (Grado 4). Los ocho casos restantes se distribuyeron equitativamente, presentándose dos muestras para cada uno de los siguientes niveles: hasta la mitad del esmalte, en la totalidad del esmalte, hasta la mitad de la dentina y, finalmente, hasta el piso de la cavidad.

FIGURA 2 Distribución de la microfiltración

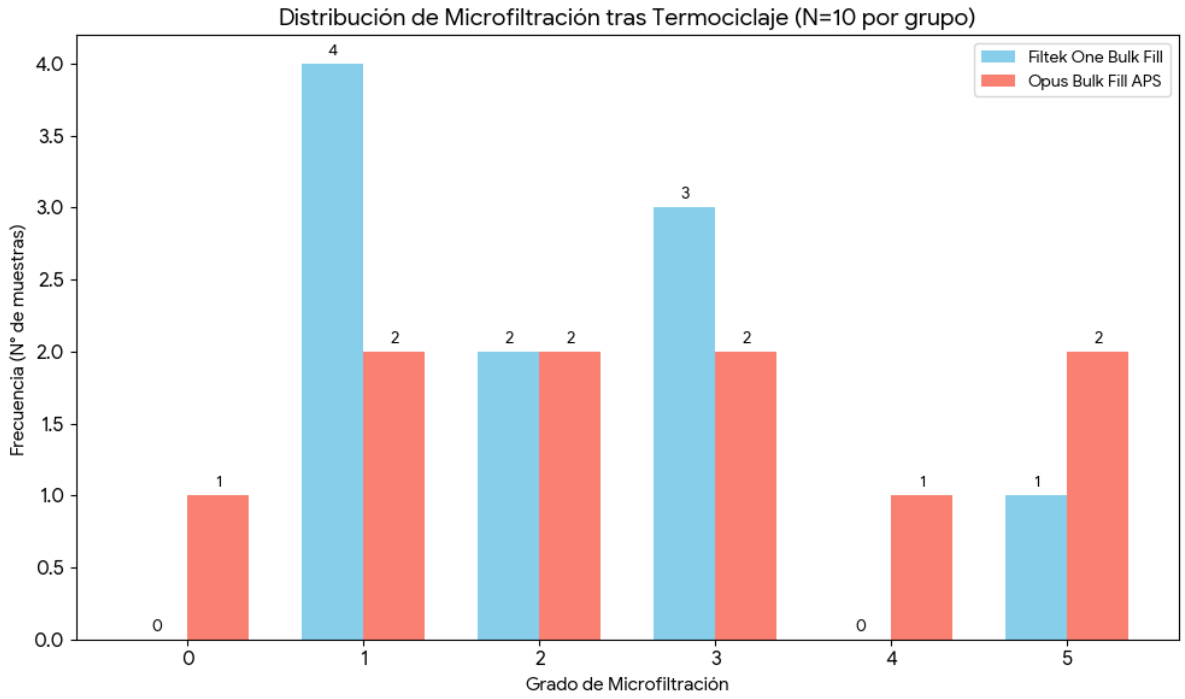


TABLA 9 Grado de filtración en la resina Filtek™ One Bulk Fill

Medida estadística	Sin termociclaje	Con termociclaje
Media aritmética	0.80	2.20
Desviación estándar	0.42	1.32
Valor mínimo	0	1
Valor máximo	1	5

*Matriz de datos

En la presente tabla se observa el impacto del termociclaje sobre el sellado marginal de la resina Filtek One Bulk Fill. Al comparar los resultados, se evidencia un incremento significativo en los niveles de microfiltración. En las muestras que no fueron sometidas al estrés térmico, se registró una media aritmética de 0.80; mientras que tras la aplicación del termociclaje, este valor ascendió a un promedio de 2.20.

FIGURA 3 Grado de filtración en la resina Filtek™ One Bulk Fill

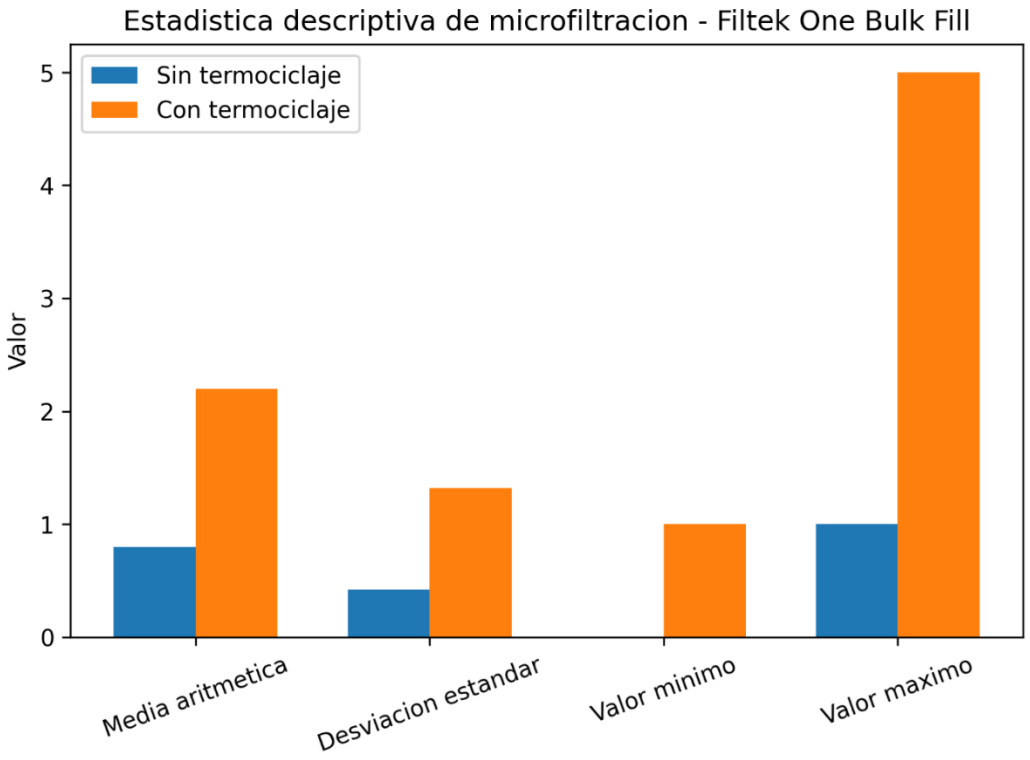


TABLA 10 Grado de filtración en la resina OPUS Bulk Fill

Medida estadística	Sin termociclaje	Con termociclaje
Media aritmética	1.00	2.60
Desviación estándar	1.56	1.71
Valor mínimo	0	0
Valor máximo	5	5

*Matriz de datos

De manera similar, en el grupo de la resina Opus Bulk Fill APS, se registró un incremento en la filtración marginal como consecuencia del termociclaje. Al evaluar las muestras que no fueron sometidas a este proceso, se obtuvo una media aritmética de 1.00. En contraste, tras la aplicación del ciclo térmico, el nivel de filtración ascendió a una media de 2.60

FIGURA 4 Grado de filtración en la resina OPUS Bulk Fill

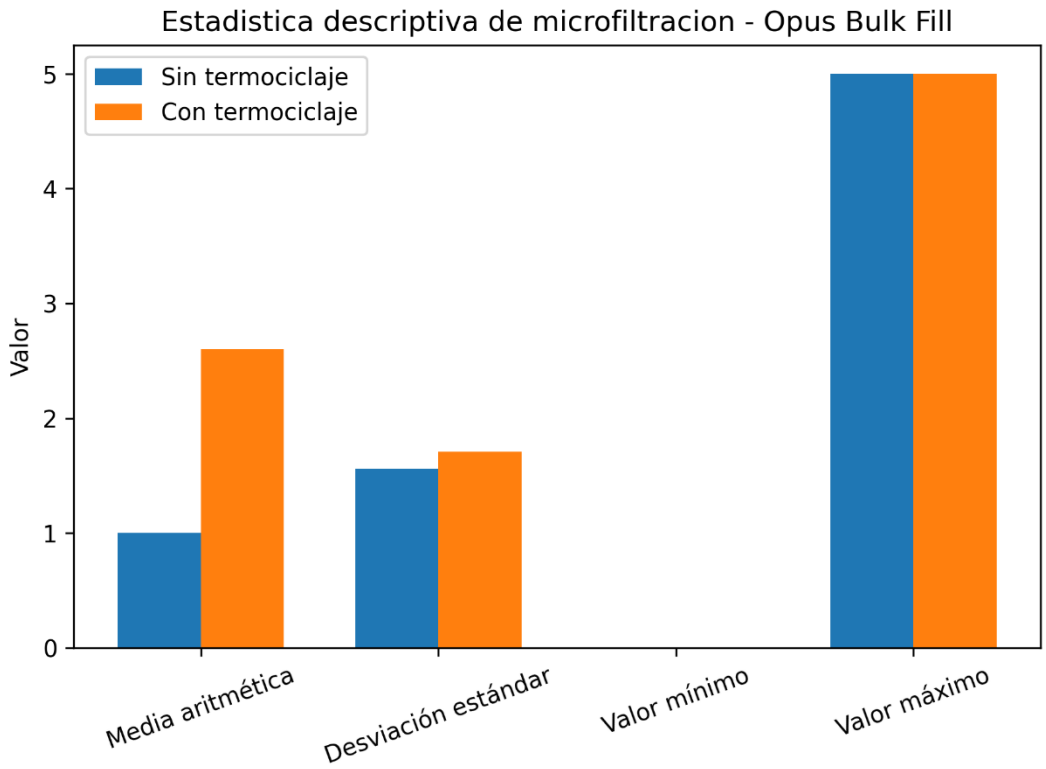


TABLA 11 Comparación de filtración con y sin termociclaje. Filtek™ One Bulk Fill

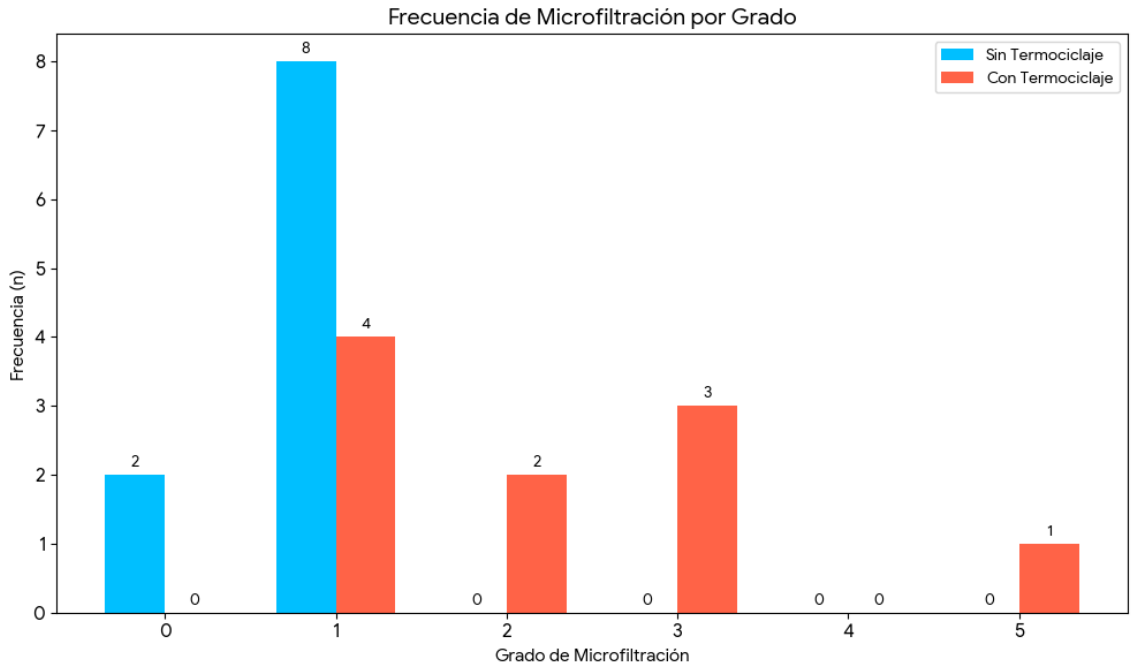
Grado	Sin termociclaje	Porcentaje	Con termociclaje	Porcentaje
0	2	20%	0	0%
1	8	80%	4	40%
2	0	0%	2	20%
3	0	0%	3	30%
4	0	0%	0	0%
5	0	0%	1	10%

*Matriz de datos **P=0,010 (P < 0.05) S.S.**

En la presente tabla se detalla la distribución de casos y porcentajes de microfiltración para la resina Filtek One Bulk Fill. Para comparar el comportamiento del material antes y después del envejecimiento, se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon, obteniendo un valor de P = 0.010.

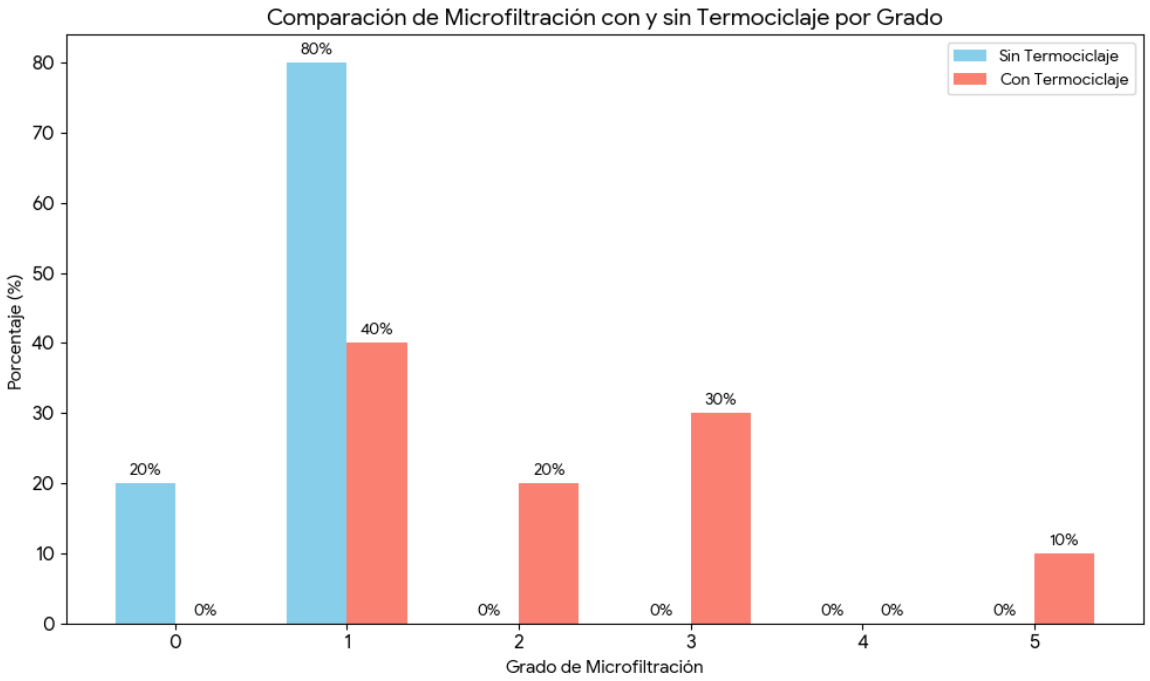
Al ser este valor inferior al nivel de significancia estándar (0.05), se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Estos resultados confirman que el termociclaje (o envejecimiento térmico) afecta negativamente, provocando un incremento considerable en los niveles de microfiltración de la resina evaluada.

FIGURA 5 Comparación de filtración con y sin termociclaje. Filtek™ One Bulk Fill



Número de muestras

FIGURA 6 Comparación de filtración con y sin termociclaje. Filtek™ One Bulk Fill



Porcentajes

TABLA 12 Comparación de filtración con y sin termociclaje. OPUS Bulk Fill

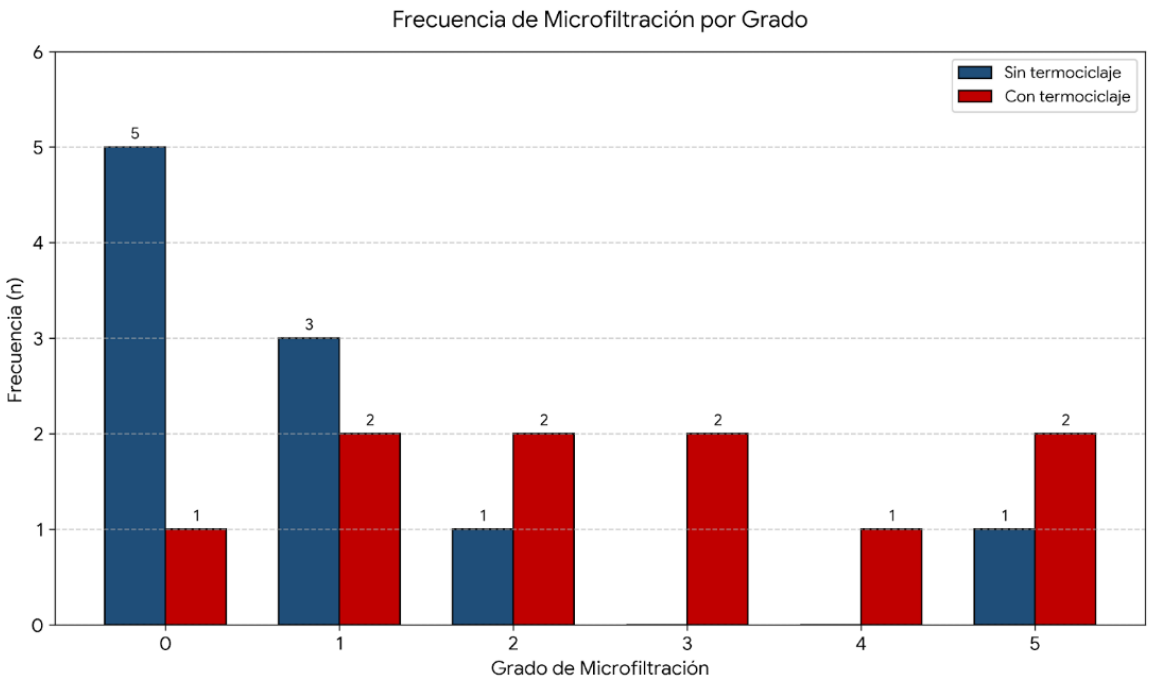
Grado	Sin termociclaje	Porcentaje	Con termociclaje	Porcentaje
0	5	50%	1	10%
1	3	30%	2	20%
2	1	10%	2	20%
3	0	0%	2	20%
4	0	0%	1	10%
5	1	10%	2	20%

*Matriz de datos **P=0,072 (P < 0.05) N.S.**

En el caso de la resina Opus Bulk Fill APS, a pesar de observarse variaciones numéricas, la prueba estadística de Wilcoxon arrojó un valor de P = 0.072. Al ser este resultado superior al nivel de significancia (0.05), se establece que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo sometido a envejecimiento.

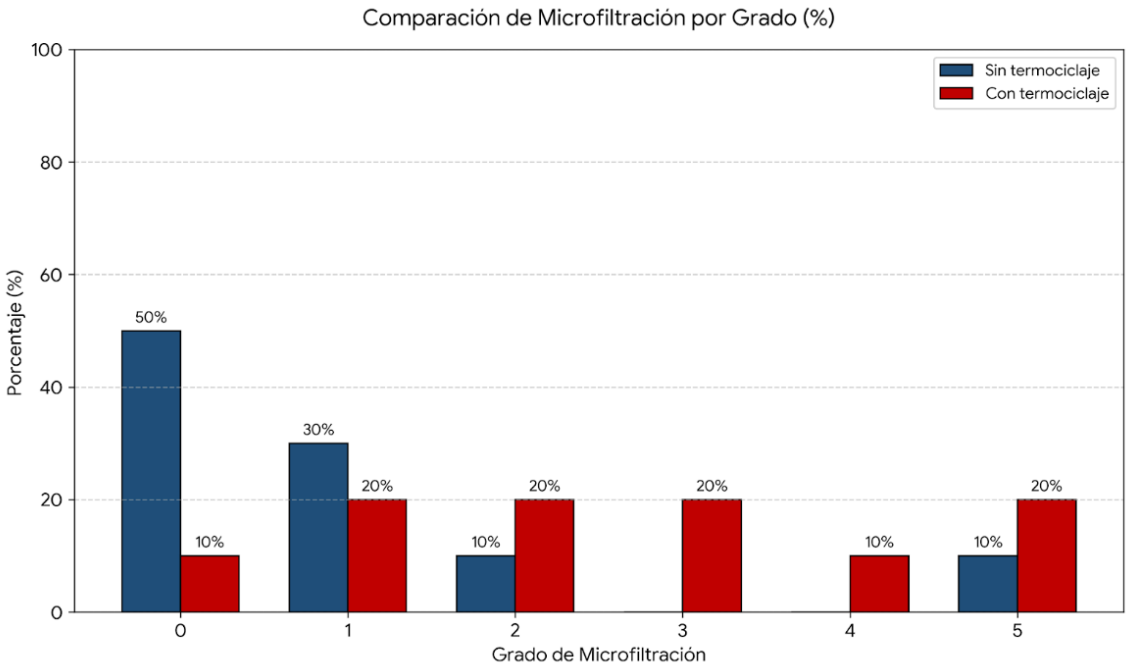
Este hallazgo sugiere que la microfiltración se distribuyó de manera más uniforme entre las muestras, independientemente de la aplicación del termociclaje. En consecuencia, para esta resina en particular, el impacto del estrés térmico no fue lo suficientemente contundente como para modificar la filtración marginal.

FIGURA 7 Comparación de filtración con y sin termociclaje. OPUS Bulk Fill



Número de muestras

FIGURA 8 Comparación de filtración con y sin termociclaje. OPUS Bulk Fill



Porcentajes

DISCUSIÓN

A la luz de los resultados obtenidos tras concluir la presente investigación, se puede indicar que la hipótesis planteada ha sido validada parcialmente. Los hallazgos confirman que, en el caso de la resina Filtek One Bulk Fill, existió un incremento estadísticamente significativo en los niveles de microfiltración tras someter las muestras al proceso de termociclaje. Pero, en el caso de la resina Opus Bulk Fill APS, aunque se presentaron variaciones numéricas en los resultados, la prueba estadística determinó que estas no representaron una diferencia importante. En consecuencia, para este segundo material no se cumplió la hipótesis de un aumento comprobable en la filtración marginal.

Al comparar con la investigación realizada por Delgado Mendoza en la Universidad Católica Santa María (Arequipa, 2018) (42), observamos al igual que en nuestra investigación, que el antecedente de la UCSM evaluó cavidades de clase I en premolares utilizando una resina tipo Bulk Fill y el proceso de termociclaje como método de envejecimiento. Mientras que en nuestro estudio la resina Opus Bulk Fill APS no mostró cambios significativos tras el termociclaje, Delgado Mendoza también concluyó que la diferencia de filtración marginal entre la resina Bulk Fill y la Nanohíbrida no era estadísticamente relevante, a pesar de la presencia de filtración en ambos materiales. No obstante, una diferencia notable se encuentra en la intensidad del ciclaje térmico, ya que en nuestra investigación aplicamos el termociclaje durante 500 ciclos, mientras que el antecedente sometió a las resinas a 200 ciclos térmicos. Estas coincidencias responden al uso de factores de estrés en las resinas Bulk Fill. Específicamente, el material APS de Opus garantiza un sellado estable con mínima tensión en la interfase. Por otro lado, el uso de 500 ciclos en nuestro estudio busca un envejecimiento más riguroso bajo estándares internacionales para validar la durabilidad de la restauración a largo plazo.

Al contrastar nuestra investigación con el estudio desarrollado por Quevedo Godo y colaboradores en la Universidad Continental (Huancayo, 2022) (43), encontramos que mientras en nuestro trabajo evaluamos cavidades de clase I, el antecedente se enfocó en obturaciones de clase II; sin embargo, ambos estudios comparten el uso de una muestra de 40 unidades y el empleo del termociclaje como método de envejecimiento artificial. En cuanto a los resultados, observamos una coincidencia, pues así como en nuestra investigación la resina Filtek One Bulk Fill mostró una susceptibilidad significativa al estrés térmico, en el antecedente, la resina B

presentó una filtración crítica del 90%. No obstante, una diferencia clave radica en que en nuestro estudio la resina Opus Bulk Fill APS logró mantener la integridad de su sellado marginal sin variaciones significativa, a diferencia de los hallazgos de Quevedo Godo, donde ambos materiales evaluados (resina A y B) manifestaron grados de filtración considerables tras ser sometidos a los ciclaje térmico. La coincidencia en la filtración de Filtek One sugiere que ciertas fórmulas Bulk Fill presentan una mayor sensibilidad en su expansión térmica ante el termociclaje. En contraste, la estabilidad de Opus APS se podría deberse a su sistema de fotoiniciación, que optimiza la conversión polimérica y reduce la tensión en la interfase. Finalmente, los mayores grados de filtración en el antecedente se explican por la complejidad de las cavidades Clase II, cuyos márgenes son inherentemente más vulnerables a la filtración que los de la Clase I evaluada en nuestra investigación.

En el caso del siguiente antecedente desarrollado por Floriano Álvarez en la ciudad de Trujillo (2020) (44), identificamos diferencias metodológicas clave y una coincidencia fundamental en la interpretación estadística. A diferencia de nuestro trabajo, que se realizó en premolares permanentes, el antecedente se enfocó en piezas molares deciduas y utilizó nitrato de plata amoniacal como colorante en lugar de azul de metileno; sin embargo, ambas investigaciones emplearon el termociclaje y el análisis mediante estereomicroscopio para evaluar el sellado marginal. Observamos una similitud directa con los resultados obtenidos en nuestro grupo de la resina Opus Bulk Fill APS, Floriano Álvarez también reportó que no existía diferencias significativas ($P = 0.549$) al comparar el desempeño de su resina Bulk Fill frente a una convencional. No obstante, mientras en nuestro estudio logramos identificar que el termociclaje sí afectó de manera determinante a la resina Filtek One Bulk Fill, en el antecedente de Trujillo se concluyó que no hubo diferencias importantes entre los tipos de resina evaluados. La estabilidad compartida por Opus APS con el antecedente se debería a la optimización de los monómeros Bulk Fill para disipar tensiones de contracción. No obstante, la mayor susceptibilidad detectada en Filtek One podría responder a la diferencia de sustrato, ya que el esmalte y la dentina de dientes permanentes poseen un grado de mineralización y permeabilidad distinta a los dientes deciduos. Asimismo, el uso de nitrato de plata en el antecedente podría influir en una mayor filtración.

Al contrastar nuestra investigación con el estudio de Uehara y cols realizado en Guadalajara (2013) (45), encontramos similitud en que ambos compartimos el objetivo de evaluar cavidades de clase I sometidas a estrés térmico. Mientras que nosotros utilizamos una muestra de 40 premolares y analizamos la microfiltración mediante la penetración de colorante, el

antecedente de Guadalajara empleó una muestra menor de molares analizados mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Una semejanza relevante es que ambos estudios confirman que todas las resinas Bulk Fill, independientemente de la marca, presentan algún grado de desadaptación o filtración marginal tras el termociclado. No obstante, en nuestra investigación logramos determinar que el termociclaje afectó de forma significativa a la resina Filtek One Bulk Fill, mientras que Uehara y cols. destacaron que la resina Tetric EvoCeram Bulk Fill mostró diferencias significativas frente a los otros materiales evaluados. Esta comparación refuerza nuestra observación de que el sellado marginal no es uniforme entre las distintas marcas de resinas Bulk Fill disponibles en el mercado. La filtración observada podría responder a que el termociclaje afecta la capa híbrida debido a la diferencia en el coeficiente de expansión térmica entre el tejido dental y la resina. Por otro lado, las discrepancias entre marcas se explican por las distintas tecnologías como el volumen de carga inorgánica que cada fabricante emplea para contrarrestar el Factor C (superficies adheridas y no adheridas entre la cavidad dental y el material restaurador). Finalmente, la diferencia en los niveles de significancia se debe a que la microscopía electrónica (MEB) detecta microbrechas estructurales microscópicas, mientras que la penetración de colorante evidencia fallas funcionales del sellado.

Por último, Al comparar nuestra investigación con la revisión sistemática realizada por Herrera Carangui y cols en Ecuador (2025) (46), encontramos que nuestro estudio se basó en un diseño experimental in vitro con 40 premolares para evaluar el impacto directo del termociclaje, el antecedente de Ecuador analizó el rendimiento clínico a largo plazo a través de la metodología PRISMA, identificando que, a pesar de tener una tasa de éxito superior al 95%, las resinas Bulk Fill presentan complicaciones recurrentes como la falta de adaptación y la microfiltración. Existe una semejanza entre ambos trabajos: nuestros resultados experimentales, que demostraron un aumento notorio de la filtración en la resina Filtek One Bulk Fill, coinciden con lo reportado en la revisión sistemática de Ecuador sobre la susceptibilidad de estos materiales a fallos en el sellado marginal con el paso del tiempo, pero en general, nuestro trabajo experimental y la revisión sistemática de Ecuador concuerdan en a pesar de la presencia de la microfiltración, existen la recomendación de usar dichos tipos de resina. Esta correlación entre los hallazgos in vitro y la evidencia clínica del antecedente se debe a que el termociclaje actúa como un procedimiento confiable de la fatiga que sufren los biomateriales en la cavidad bucal. La coincidencia en la susceptibilidad de Filtek One sugiere que, la contracción volumétrica puede comprometer la integridad marginal de ciertas marcas. No obstante, la

recomendación de uso y el alto éxito clínico se pueden explicar porque las resinas Bulk Fill logran un balance mecánico superior entre la reducción de la contracción y la profundidad de curado, permitiendo que la filtración microscópica no comprometa necesariamente la funcionalidad de la restauración.

El presente trabajo demuestra que las restauraciones con resinas Bulk Fill presentan una buena eficacia clínica, con tasas de éxito superiores al 95 % en la mayoría de los estudios, lo que confirma su idoneidad para procedimientos restaurativos en cavidades de Clase I y II. No obstante, se observaron problemas persistentes, como una adaptación marginal inadecuada, microfiltración, decoloración marginal, rugosidad superficial y recidiva de caries, especialmente en evaluaciones a largo plazo o tras someter a las restauraciones a envejecimiento artificial extremo.

CONCLUSIONES

PRIMERA

Se concluye que el proceso de termociclaje produce un incremento estadísticamente significativo en los niveles de microfiltración marginal de la resina Filtek One Bulk Fill. Tras la aplicación de la prueba de Wilcoxon, se obtuvo un valor de P = 0.010. Este hallazgo comprueba la susceptibilidad de la interfase sustrato-resina de este material ante el termociclaje.

SEGUNDA

En contraste, se determina que la resina Opus Bulk Fill APS presenta una mayor estabilidad en su sellado marginal ante el ciclaje térmico, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas tras la prueba de Wilcoxon que arrojó un valor de P = 0.072. De este modo, se comprueba que el envejecimiento artificial con termociclaje no compromete de forma crítica la capacidad de sellado marginal de esta marca comercial.

TERCERA

Se concluye de manera general que el termociclaje actúa como un factor determinante en el aumento de la microfiltración marginal de las restauraciones clase I con resinas Bulk Fill. Si bien este fenómeno se manifestó con distintos grados de severidad según la marca evaluada en el estudio, se logra comprobar experimentalmente que si se compromete la interfase diente-restauración luego de someter las muestras al ciclaje térmico.

RECOMENDACIONES

1. Basándonos en los hallazgos de esta investigación, se recomienda el uso de resinas Bulk Fill como una alternativa clínica viable y eficiente, dado que ambos materiales mantuvieron niveles aceptables de desempeño. Sin embargo, su elección debe ser diferenciada y meditada, pues si bien la resina Opus Bulk Fill APS mostró pocos cambios en el sellado, la resina Filtek One Bulk Fill, si presentó microfiltración pero no son valores muy elevados.

2. Para los futuros investigadores: Se sugiere profundizar en el estudio del sellado marginal incorporando variables adicionales que simulen condiciones de la cavidad bucal, combinados con el termociclaje. Asimismo, se recomienda ampliar el tiempo de observación o aumentar el número de ciclaje térmico para determinar el punto de quiebre en la estabilidad de otras marcas de resinas.

3. Para los odontólogos: Se recomienda realizar una selección minuciosa del material restaurador basándose no solo en la técnica simplificada que presentan las resinas Bulk Fill, sino también en la evidencia sobre su comportamiento ante el envejecimiento artificial. Es fundamental aplicar protocolos de adhesión comprobados y considerar el uso de protectores dentino-pulpares o bases intermedias en cavidades profundas para compensar posibles deficiencias en el sellado marginal.

4. Para los fabricantes de resinas: Se sugiere continuar con la optimización de las fórmulas químicas, enfocándose en la reducción del coeficiente de expansión térmica y la mejora de la carga inorgánica. El objetivo debe ser minimizar la brecha de contracción durante los cambios de temperatura, con el fin de garantizar una interfase diente-restauración más estable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benavides-Reyes K ICZCW. Microfiltración marginal en resinas compuestas Bulk Fill: revisión sistemática. Revista Estomatológica Herediana. 2023; 33(2).
2. Ríos-Angulo CM MPD. Resinas compuestas Bulk-Fill, innovación, controversias y evidencia científica. Revista Médica Trujillana. 2025; 5(1). Disponible en: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RMT/article/view/6476
3. Quevedo-Godo MDR HPRRJA. Efecto del termociclaje sobre la microfiltración de obturaciones clase II con resina A y resina B. Revista Estomatológica Herediana. 2022; 32(3).
4. BARRANCOS MOONEY JPJB. Operatoria Dental. Avances clínicos, restauraciones y estética. 5th ed. Alvear MTd, editor. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2015.
5. Mondelli RFL GGFJ. Materiales dentales: procedimientos clínicos y laboratoriales. Segunda ed. Sao Paolo; 2016.
6. Gurgan S KVUYB. An overview of clinical and material properties of modern composite resins. European Journal Prosthodont Restorative Dental. 2021; 29(2).
7. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora. Salud y estética. 2nd ed. Frydman ADCMyJ, editor. Buenos Aires: EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S.A.C.F.; 2007.
8. Hervás García Adela MLMACVJBEAFGP. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet. 2006 Abril; 11(2).
9. Mosby. DICCIONARIO DE ODONTOLOGÍA. Segunda edición ed. Barcelona, España: Elsevier España, S.L.; 2009.
10. Gómez C PJ. Estética y odontología restauradora: principios biomiméticos Madrid: Ripano; 2019.

11. BARATIERI LN. Operatoria dental: procedimientos preventivos y restauradores Sao Paolo: Editora Quintessence; 1993.

12. Sideridou I TVPG. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. Biomaterials. 2018; 23(8).

13. Arbildo Vega HI COBLCCVCM. Eficacia de las resinas Bulk Fill en restauraciones de dientes posteriores: una revisión sistemática. Revista Estomatológica Herediana. 2020; 30(3).

14. Velázquez-Cayón R CBCTLDGPJ. Resinas Bulk Fill: Una revisión de la literatura. Avances en Odontoestomatología. 2019; 35(4).

15. Chesterman J JAGANP. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. British Dental Journal. 2017; 222(5).

16. Alrahlah A SNWD. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. Dental Materials. 2014; 30(2).

17. Bucuta S IN. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. Clinical Oral Investigations. 2014; 18(8).

18. Salgado VE CLSNSL. The influence of nanoscale inorganic content over optical and mechanical properties of experimental composites. Dental Materials. 2017; 33(5).

19. Ilie N BSDM. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical properties. Operatoria Dental. 2013; 38(6).

20. Santini A GIFC. Photoinitiators in dentistry: a review. Primary Dental Journal. 2013; 2(4).

21. Marcondes ML SLFJLGMR. Stress relaxation and polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites. Brazilian Dental Journal. 2020; 31(4).

22. Fronza BM AAPRRFDCGM. Characterization of Inorganic Filler Content, Mechanical Properties, and Light Transmission of Bulk-fill Resin Composites. Operatoria Dental. 2017; 42(4).

23. Tomaselli LDO RFLODSERGTC. Bulk-fill composite restorations step-by-step description of clinical technique. Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 2019; 11(3).

24. Moszner N FUGBLRRV. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. Dental Materials. 2008; 24(7).

25. Yazici AR ASKZEA. Thirty-six-month clinical comparison of bulk fill and nanofill composite restorations. Operatoria Dental. 2017; 42(5).

26. Heck K MJHRDC. Clinical evaluation of a bulk fill composite resin in class II restorations: A 5-year follow-up. Journal of Dentistry. 2021.

27. Dietschi D FNJ. Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update. The European Journal of Esthetic Dentistry. 2016; 11(2).

28. Group FD. Opus Bulk Fill APS. FGM Dental Group. 2025. Disponible en: https://fgmdentalgroup.com/latam/productos-estetica/opus-bulk-fill-aps/

29. ESPE 3. 3M™ Filtek™ One Restaurador Bulk Fill. 3M, "Ciencia. Aplicada a la vida.", ESPE. 2019. Disponible en: https://multimedia.3m.com/mws/media/1647646O/filtek-one-technical-product-profile.pdf

30. Roberto Leandro Costa JGAL. Operatoria dental : Nociones para el aprendizaje. Perimera ed. Buenos Aires: Editorial Universidad Nacional de la Plata; 2020.

31. MONDELLI J. Fundamentos de odontologia restauradora. Primera ed.: Grupo Editorial Santos Editores; 2009.

32. SS CC. Rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado. 2024. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

33. Anusavice KJ. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. Undécima Edición ed. Madrid: Elsevier España S.A.; 2004.

34. Ecuador UCd. Termociclaje como método de envejecimiento de materiales dentales. 2024. UCE.

35. Ventrera VL BM. Influencia del termociclado sobre la estabilidad del color de dos resinas compuestas. Revista de la Asociación Odontológica Argentina. 2024; 112(1).

36. Ecuador UCd. Influencia del número de ciclos en el termociclado sobre la resistencia a la flexión en resinas compuestas. 2023. UCE.

37. Macchi RL. Materiales Dentales. Cuarta ed.: Editorial Médica Panamericana; 2004.

38. Espinoza Wood TM. Análisis comparativo invitro del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas utilizando el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 con grabado acidoy Sinlgle Bond Universal con y sin grabado acido. Tesis. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2014.

39. PEREIRA SÁNCHEZ NATALIE JBA. Microfiltración de restauraciones clase v de resina compuesta colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total. ODOUS CIENTIFICA. 2007 Diciembre; VIII(2).

40. GABRIELA MARINA FALCONÍ BORJA CGMPBVVRADCAV. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, comparando dos sistemas adhesivos tras diferentes períodos de envejecimiento. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2016; 27(2).

41. ABRIL VJV. Análisis comparativo del nivel de micro filtración marginal entre sistemas adhesivos grabables y autograbables. Estudio in vitro. Editorial de Ciencias Odontológicas Universidad de Guayaquil. 2017.

42. Delgado Mendoza LR. Evaluación de la microfiltración en restauraciones clase I de premolares con resina compuesta nanohíbrida y resina bulk fill, laboratorios UCSM. Título Profesional de: Cirujano Dentista. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Odontología; 2018.

43. Monica Del Rosario Quevedo Godo DHPRJARR. Efecto del termociclaje sobre la microfiltración de obturaciones clase II con resina A y resina B. Título Profesional de

Cirujano Dentista. Huancayo: Universidad Continental, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2022.

44. FLORIANO ALVAREZ AO. Comparación, in vitro, de la microfiltración de restauraciones clase I entre una resina compuesta convencional y una resina bulk fill en piezas deciduas. Título Profesional de Cirujano Dentista. Trujillo: Universidad Católica los Angeles de Chimbote, Escuela Profesional de Odontología; 2020.

45. Uehara N. RAJ,VJ,CI,ER. Adaptación marginal de las resinas Bulk Fill. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales. 2013 Septiembre; 2(3).

46. Nathaly Cristina Herrera Carangui AIGOCDUUCEUE. Análisis comparativo del desempeño clínico de las resinas Bulk Fill y reforzadas con Fibra: Una revisión sistemática en odontología restaurativa. Revista multidisciplinaria investigación Contemporánea. 2025 Julio - diciembre; 3(2).

47. Alania-Cano J RLOACM. Comparación del grado de microfiltración en tres sistemas restauradores utilizando adhesivos universales: estudio in vitro. Revista Estomatológica Herediana. 2022; 32(4).

48. Carrasquero M CGCE. Estudio del grado de microfiltración en restauraciones clase V realizadas con resina bulk fill. Revista Odontológica Los Andes. 2022; 17(2).

49. Macchi RL. Materiales Dentales. 4th ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamerinana S.A.; 2007.

50. González OS. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva: propiedades, principios, fundamentos Valparaíso - Chile: Editorial Universidad de Valparaíso; 2006.

51. Manuel Luis Romero García PMRMdlDMRAPG. Resistencia de materiales España: Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions; 2002.

52. SM QG. Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos al termociclado. Tesis de posgrado. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.

53. O S. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva Chile: Editorial Universidad de Valparaíso; 2010.

54. Sauro S. Los materiales dentales nanotecnológicos, a estudio. Gaceta dental. 2016 Enero.

55. JL F. Resin composite—State of the art. Dental Materials. 2011; 27(1).

ANEXOS

FICHA 1 Recolección de Datos. Resina One Bulk Fill sin termociclaje

N° de muestra	Grado de microfiltración
1	0
2	1
3	1
4	0
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1

* Elaboración propia

FICHA 2 Recolección de Datos. Resina One Bulk Fill con termociclaje

N° de muestra	Grado de microfiltración
1	1
2	5
3	3
4	1
5	2
6	2
7	1
8	3
9	3
10	1

* Elaboración propia

FICHA 3 Recolección de Datos. Resina Opus Bulk Fill sin termociclaje

N° de muestra	Grado de microfiltración
1	5
2	0
3	0
4	0
5	1
6	2
7	0
8	1
9	0
10	1

* Elaboración propia

FICHA 4 Recolección de Datos. Resina Opus Bulk Fill con termociclaje

N° de muestra	Grado de microfiltración
1	2
2	3
3	1
4	1
5	5
6	2
7	3
8	0
9	5
10	4

* Elaboración propia

REGISTRO VISUAL

FIGURA 9 Filtek ONE Bulk Fill 3M™

FIGURA 10 OPUS Bulk Fill FGM

FIGURA 11 Elaboración de muestras

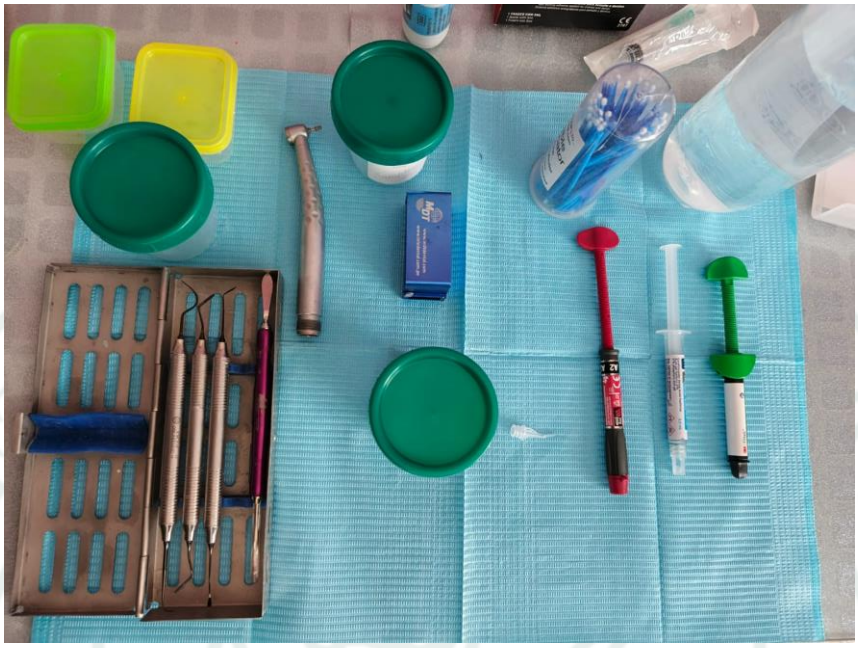


FIGURA 12 Elaboración de muestras

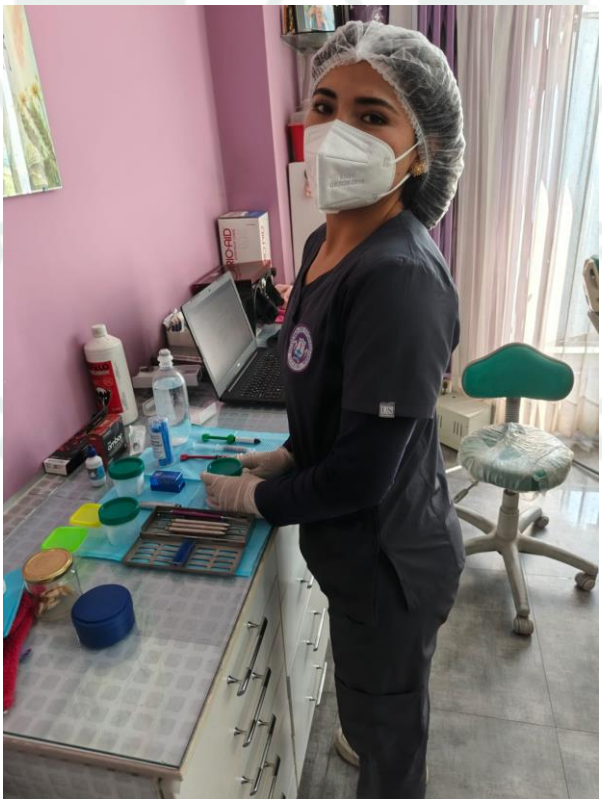


FIGURA 13 Grado 1 de filtración

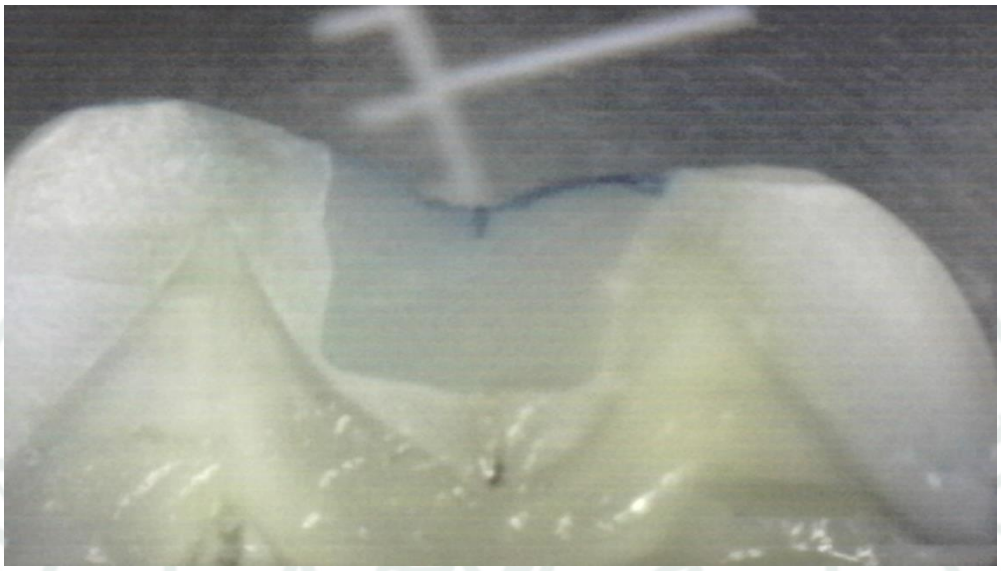


FIGURA 14 Grado 0 de filtración

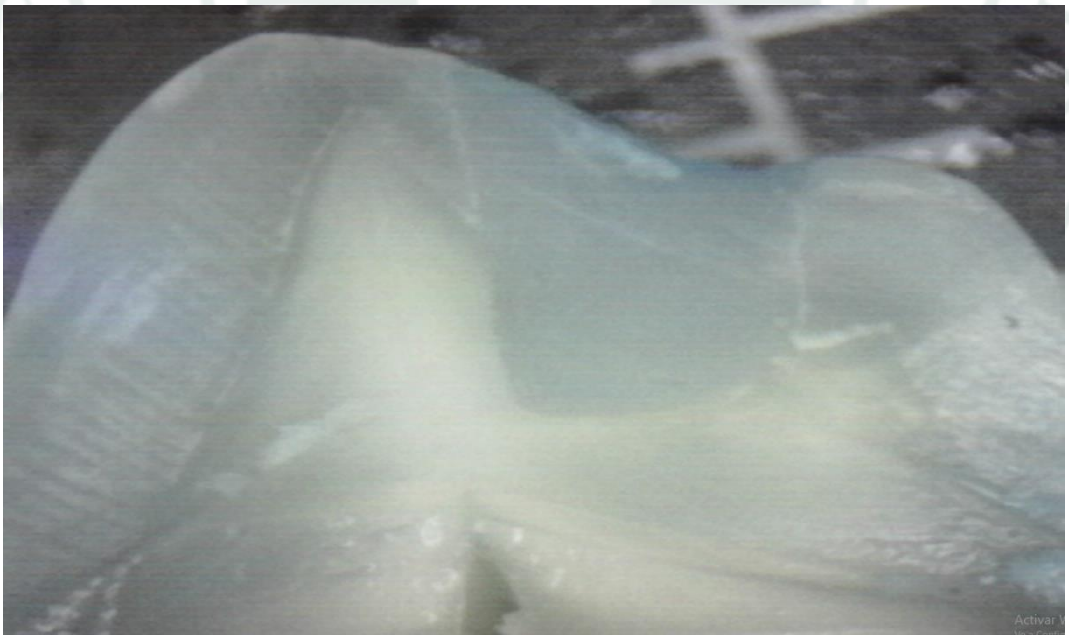
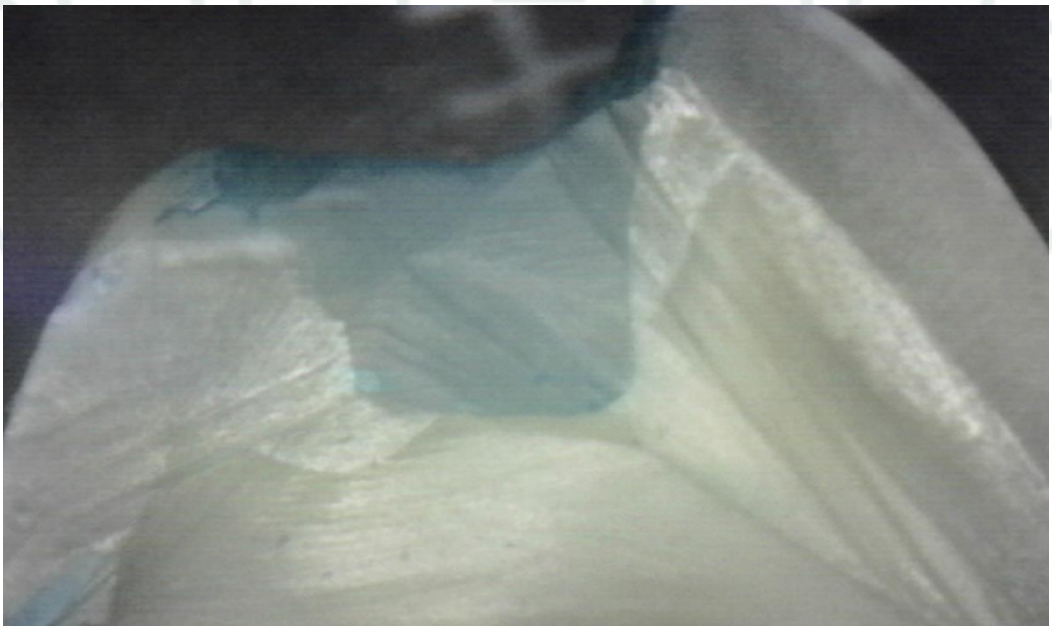


FIGURA 15 Grado 3 de filtración

FIGURA 16 Grado 5 de filtración



DICTÁMEN COMITÉ DE ÉTICA

Universidad Católica de Santa María

Sentimiento Santamariano

Comité Institucional de Ética de la Investigación

Campus Central
Urb. San José s/n Umacollo
Arequipa – Perú
(+54) — 382038

UCSM.EDU.PE

Investigadora
Maida Rocío Eduardo Aragón

Arequipa, 16 marzo 2026

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted para hacerle llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

TÍTULO: "Efecto del termociclaje en la microfiltración de la interfase diente-resina de dos marcas de resina Bulk Fill. Arequipa 2025".

INVESTIGADORA: Maida Rocío Eduardo Aragón.

TIPO Y DISEÑO: Aplicada, cualitativo, experimental in vitro, explicativo, transversal.

OBJETIVO: La investigación tiene como objetivo: Determinar la influencia de los cambios térmicos simulados (termociclaje) en la microfiltración marginal de cavidades clase I de las dos marcas comerciales de resinas Bulk Fill del estudio.

PROCEDIMIENTOS: Análisis laboratorial.

SUJETOS DE ESTUDIO: Dientes premolares superiores o inferiores frescos que han sido extraídos con fines de ortodoncia.

RIESGO DEL ESTUDIO: Mínimo.

OBSERVACIONES, SUGERENCIAS: Debe proteger confidencialidad de la data sensible.

DICTAMEN:

DICTAMEN FAVORABLE 128- 2026 CIEI-UCSM

VIGENCIA: La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente dictamen hasta el 16 de marzo de 2027.

Agueda Muñoz Del Carpio Toia
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Arequipa, 16 marzo 2026