

LO. JESÚS OMAR BAUTISTA GUTIÉRREZ

“COMPARACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DISTINTAS TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE LA  
MICROFILTRACIÓN MARGINAL POR TINCIÓN”

2024



**Universidad Autónoma de Querétaro**

**Facultad de Medicina**

**“COMPARACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DISTINTAS TÉCNICAS PARA EL  
ESTUDIO DE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL POR TINCIÓN”**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Diploma de

**ESPECIALIDAD EN PROSTODONCIA**

Presenta:

LO. Jesús Omar Bautista Gutiérrez

Dirigido por:

Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Prosthodontia

“COMPARACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DISTINTAS TÉCNICAS PARA EL  
ESTUDIO DE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL POR TINCIÓN”

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de  
Especialidad en Prosthodontia

**Presenta:**

LO. Jesús Omar Bautista Gutiérrez

**Dirigido por:**

Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez

LO. ERB. MCB. Verónica Morales Dorantes  
Secretario

C.D. EPB. Lizbeth del Carmen Serrano Hernández  
Vocal

Dr. Santiago Andaracua García  
Suplente

Dra. en C. Claudia Adriana Rivera Albarrán  
Suplente

Centro Universitario,  
Querétaro, Qro. Septiembre 2024  
México

## Dedicatorias

Dedico esta investigación y todas las cosas que están por venir, a la persona más importante para mí, el pilar durante todo este tiempo, mi MADRE Cecilia Bautista, ya que sin ella no hubiera podido lograr nada de lo que hoy soy, pues ella es mi más grande maestra y ejemplo digno de admirar en la odontología y en la vida misma.

-----Muchas gracias de nuevo mamá-----

A mi hermano Juan Manuel Bautista, por estar siempre a mi lado y por darme 2 sobrinos que me hacen aún más feliz (Juan y Kai).

A toda mi familia, pues siempre me han impulsado a dar lo mejor de mí.

A mis amigos, mis Prostos favoritos, docentes y administrativos, pues todos ellos formaron parte de mi historia y me orientaron durante mi etapa como estudiante.

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, en la que he podido concluir mi formación como Especialista en Prostodoncia.

Agradezco a la UAQ y a sus autoridades pues me han permitido lograr una formación académica desde la preparatoria, y ha superado mis expectativas de aprendizaje, no solo educativa, sino en todos los aspectos.

Agradezco a la Facultad de Medicina, Docentes, Administrativos y Directivos, por siempre ser cálidos hacia mi persona, y así mismo permitirme todas las facilidades para llevar a cabo dicha investigación.

Por supuesto, agradezco a mi director de tesis, el Dr. Rubén Domínguez, por brindarme su tiempo y acompañarme en este proyecto de aprendizaje y superación en mi vida profesional y personal.

A mis sinodales, por estar dispuestos a escuchar mi trabajo de investigación y brindar su sabia opinión (Muchas gracias Dr. Santiago, Dra. Lizbeth, Dra. Claudia y Dra. Verónica)

Finalmente, y no menos importante, agradezco infinitamente a mi madre por siempre estar para mí y brindarme su apoyo incondicional cada día.

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Dedicatorias</b>	i
<b>Agradecimiento</b>	ii
<b>Índice</b>	iii
<b>Índice de cuadros</b>	iv, v
<b>Índice de figuras</b>	v
<b>Resumen</b>	vi
<b>Summary</b>	vii
<b>I. Introducción</b>	1-2
<b>II. Fundamentación teórica</b>	3-11
Planteamiento del problema	12
Justificación	13
<b>IV. Hipótesis</b>	14
<b>V. Objetivos</b>	15
V.1 General	
V.2 Específicos	
<b>VI. Materiales y métodos</b>	16
VI.1 Diseño	
VI.2 Universo	
VI.3 Muestra y tipo de muestra	
VI.4 Metodología	17-24
<b>VII. Resultados</b>	25-33
<b>VIII. Discusión</b>	34-38
<b>IX. Conclusiones</b>	39
<b>XI. Bibliografía</b>	40-42
<b>XII. Anexos</b>	43-53

## Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
Cuadro 1.	Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio expuesto a pigmentación durante 7 días usando las dos técnicas de evaluación.	25
Cuadro 2.	Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio expuesto a pigmentación durante 14 días usando las dos técnicas de evaluación.	26
Cuadro 3.	Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio expuesto a pigmentación durante 28 días usando las dos técnicas de evaluación.	27
Cuadro 4.	Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con composite expuestas a pigmentación durante 7 días usando las dos técnicas de evaluación.	28
Cuadro 5.	Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con composite expuestas a pigmentación durante 14 días usando las dos técnicas de evaluación.	29
Cuadro 6.	Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con composite expuestas a pigmentación durante 28 días usando las dos técnicas de evaluación.	30

Cuadro 7. Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con systemp expuestas a pigmentación durante 7 días usando las dos técnicas de evaluación.	31
Cuadro 8. Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con systemp expuestas a pigmentación durante 14 días usando las dos técnicas de evaluación.	32
Cuadro 9. Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con systemp expuestas a pigmentación durante 28 días usando las dos técnicas de evaluación.	33

### Índice de figuras

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
Figura 1	Selección de las muestras	17
Figura 2-3	Tallado de las cavidades	17
Figura 4-8	Acondicionamiento dental y obturación de las cavidades con composite	18
Figura 9-11	Obturación de las cavidades con ionómero de vidrio	19
Figura 12-13	Obturación de las cavidades con Systemp	19
Figura 14-17	Método de tinción e incubación de las muestras	20
Figura 18	Recuperación de las muestras	21
Figura 19	Lavado de las muestras	22
Figura 20-22	Segmentación de las muestras	22
Figura 23	Lavado de las muestras	23
Figura 24-26	Segmentación de las muestras	23
Figura 27	Recuperación del fragmento	24

## Resumen

**Introducción:** La microfiltración dental es definida como el traslado indetectable de forma clínica de distintas sustancias, compuestos, microorganismos, iones o moléculas entre una restauración dental y la superficie dentaria natural. **Objetivo:** Determinar que técnica es más precisa para el estudio de la microfiltración marginal, la de recuperación del fragmento o la clásica por corte. **Material y métodos:** El diseño del presente estudio fue experimental *In vitro*. Se realizó la recolección de 30 molares sanos extraídos, los cuales se dividieron en tres grupos. A cada diente, se le realizaron tres cavidades en vestibular y tres en palatino/ lingual, para proceder a la obturación de cada uno de ellos con resina, ionómero de vidrio y Systemp, respectivamente. Posteriormente se introdujeron en 30ml de azul de metileno, para ser incubados a 36.2°C por 7, 14 y 28 días, una vez culminado ese tiempo, se procedió a la recuperación de los dientes, la segmentación de las restauraciones (Técnica Clásica por Corte) y la recuperación del fragmento (Técnica de Recuperación del Fragmento). Para proceder a realizar la toma de fotografías y con ellas realizar la clasificación estandarizada del grado de microfiltración marginal presente en cada muestra. Los resultados obtenidos se recabaron en una hoja de Excel y posteriormente se llevó a cabo el análisis estadístico en el programa GraphPad y se realizó la interpretación de ellos. **Resultados:** Se observó que las restauraciones de composite, ionómero de vidrio y systemp, permiten la detección y análisis de la microfiltración marginal con las dos técnicas utilizadas (Técnica Clásica por Corte y Técnica de Recuperación del Fragmento). **Conclusiones:** Se concluye que la Técnica de Recuperación del Fragmento para el estudio de la microfiltración marginal es más precisa que la Técnica Clásica por Corte para el ionómero de vidrio a los 7 días, para el composite a los 7 y 28 días y para el systemp a los 7 y 14 días.

**Palabras clave:** Microfiltración, composite, ionómero de vidrio, systemp.

## Summary

**Introduction:** Dental microleakage is defined as the clinically undetectable transfer of different substances, compounds, microorganisms, ions or molecules between a dental restoration and the natural tooth surface. **Objective:** To determine which technique is more accurate for the study of marginal microleakage, the fragment recovery technique or the classic cutting technique. **Material and methods:** The design of the present study was experimental in vitro. A collection of 30 extracted healthy molars was carried out, which were divided into three groups. Three cavities were made for each tooth in the vestibular and three in palatal/ lingual regions, in order to proceed to the filling of each of them with resin, glass ionomer and Systemp, respectively. They were then placed in 30 ml of methylene blue to be incubated at 36.2°C for 7, 14 and 28 days. Once this time had elapsed, the teeth were recovered, the restorations were segmented (Classical Technique) and the fragment was recovered (Fragment Recovery Technique). In order to proceed, photographs were taken and with them a standardized classification of the degree of marginal microleakage present in each sample was carried out. The results obtained were collected in an Excel data sheet and subsequently a statistical analysis was carried out in the GraphPad program and they were interpreted. **Results:** It was observed that the composite, glass ionomer and systemp restorations allow the detection and analysis of marginal microleakage with the two techniques used (classical technique and fragment recovery technique). **Conclusions:** It is concluded that the fragment recovery technique for the study of marginal microleakage is more precise than the classic cutting technique for glass ionomer at 7 days, for composite at 7 and 28 days and for systemp at 7 and 14 days.

Keywords: Microleakage, composite, glass ionomer, systemp.

## INTRODUCCIÓN

Existen múltiples materiales de restauración, los cuales son capaces de lograr la reposición del segmento dentario faltante independientemente del motivo por el cual se perdió (caries, fractura, abrasión, etc.) ya que el objetivo principal de la odontología es devolver la función y estética del paciente y no del órgano dental como segmento individual (Blatz et al., 2019).

El éxito de una restauración dental, así como la longevidad de la misma se considera ampliamente relacionado con el grado de microfiltración existente entre las superficies del diente y la restauración (Going, 1972).

La microfiltración dental es definida como el traslado indetectable de forma clínica de distintas sustancias, compuestos, microorganismos, iones o moléculas entre una restauración dental y la superficie dentaria (Kidd, 1976).

La entrada de microorganismos patógenos a la interfase del diente y la restauración dental, se ha catalogado como el factor más importante del daño pulpar a causa de la microfiltración dental, y no solo la microfiltración de sustancias químicas al interior del órgano dental (Brännström, 1986).

Existen múltiples técnicas para detectar la presencia de una microfiltración en una cavidad dental restaurada, entre los más comunes se encuentra la tinción mediante el uso de colorantes, trazadores químicos, isótopos radiactivos, presión atmosférica, bacteriología, microscopía de barrido, entre otras (Alani & Toh, 1997).

Es por ello que debe evaluarse la microfiltración marginal de distintos materiales y con distintas técnicas, para así ofertar un plan de tratamiento adecuado para el paciente, las restauraciones dentales realizadas con composite, cada día son más solicitadas por los pacientes en la consulta dental, ya que se han podido observar múltiples beneficios en comparación con las amalgamas dentales, una de las características más sobresalientes es la variedad de tonalidades disponibles para mimetizarse con el órgano dental natural (Montagner et al., 2018).

Sin embargo, el ionómero de vidrio es uno de los cementos dentales que poseen mayor popularidad entre el gremio odontológico, debido a sus múltiples usos y

beneficios dentro de la cavidad oral, éste material se encuentra agrupado en los cementos de base ácida, ya que el producto resultante de la reacción forma ácidos poliméricos débiles, y para lograr el fraguado, se deberá mezclar con una solución acuosa y así poder obtener el vidrio no reactivo, el cual funciona como un relleno con la cualidad de reforzar el cemento ya fraguado (Mount, 2002).

Independientemente del material, se deberá evaluar el grado de microfiltración marginal, por lo que, uno de los principales marcadores por tinción es el azul de metileno, ya que su pigmento y el tamaño diminuto de su partícula ( $0.52\mu\text{m}$ ) siendo aún más pequeño que la mayoría de las bacterias, permite que entre de forma pasiva en la interfase existente, generando así la identificación de la microfiltración o la ausencia de ella y por lo tanto, el éxito de la restauración dental (Fabianelli et al., 2007).

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La odontología moderna ha sufrido múltiples avances y descubrimientos en todas las áreas, esto a consecuencia de las exigencias generadas por los pacientes con la finalidad de obtener mejores resultados tanto estéticos, funcionales, económicos y sobre todo que sean estables en el tiempo, sin embargo, hasta ahora no existe el material ideal que logre cumplir todas las expectativas del odontólogo como del paciente en su totalidad y que permanezca inmutable en el tiempo (Blatz et al., 2019).

Uno de los principales retos para el odontólogo es eliminar la microfiltración marginal, ya que ésta es uno de los principales factores causantes del fracaso protésico, sin embargo, frente al gran desconocimiento de la microfiltración marginal se comenzaron a realizar estudios *in vitro*, con la finalidad de obtener mayor información de ésta y así poder evitarla en las restauraciones aplicadas en un paciente, es por ello que se estudió la microfiltración marginal en dientes extraídos de humanos y de bovinos, para determinar la similitud entre ambos, dando como resultado que no existe diferencia significativa entre ambos grupos estudiados, logrando así mayor avances en la investigación *in vivo* (Reeves 1995, Almeida 2009).

Los principales problemas que genera una microfiltración en las restauraciones protésicas dentales son: pigmentación marginal, fractura del sellado periférico de la restauración, además de la formación de caries recurrente por el alojamiento de los microorganismos en la falta de unión superficial, sensibilidad pulpar y en el peor de los escenarios, el daño al complejo pulpar (Going, 1972). Es por ello que se cataloga a la microfiltración marginal como uno de los principales generadores de inflamación pulpar, seguido de la colocación de restauraciones dentales (Zander, 1959, Cox et al., 1988, Alani et al., 1997).

Las restauraciones dentales, pueden ser fabricadas de distintos materiales, por lo que se deberá tener presente las características, así como ventajas y desventajas de cada uno, para poder determinar el material que posee el menor grado de microfiltración marginal, entre los principales se encuentra la amalgama, el ionómero de vidrio y la resina.

## AMALGAMA

La amalgama es uno de los principales materiales de restauración que fueron utilizados en la odontología clásica, pues su origen se remonta desde 1800 por el Dr. G.V. Black, en la cual su composición constaba de  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  ( $\gamma$ ) adicionado con Cu y Zn (Greener, 1979).

Con el paso del tiempo se modificó la formulación de la amalgama, con la finalidad de evitar la corrosión y mejorar sus propiedades, por lo que se introdujeron partículas esféricas para reducir la cantidad de mercurio, y así reducir la tasa de corrosión y oxidación del material en boca, clínicamente se creía que se formaba una auto reparación de la amalgama, sin embargo, esta capa de óxido generaba un desajuste de la restauración creando así múltiples vías de entrada de microorganismos y se daba el fracaso restaurativo (Mahler & Eysden, 1969).

## COMPOSITES

Los composites son materiales altamente utilizados en la odontología moderna, ya que surgen como reemplazo para las amalgamas, y que a su vez se consideran mínimamente invasivas, ya que no se realiza ningún tallado especial, pudiendo así mantener la estructura dental lo más sana posible (Lynch & Wilson, 2013).

Las resinas dentales se componen principalmente de 2 fases:

#### -Resina orgánica (Matriz)

Generalmente aquí se incluyen los monómeros multifuncionales como di metacrilatos, entre los cuales, los más comunes son Bis-GMA, UDMA, TEGDMA y los iniciadores de la reacción.

#### -Resina Inorgánica (Rellenos)

Estos rellenos pueden ser orgánicos o inorgánicos y varían según su tamaño (Micrómetros o nanómetros), función y forma (Ilie et al., 2017).

Existen múltiples propiedades adecuadas a destacar en las resinas dentales, como el mimetismo dental, estética adecuada, adhesión a las estructuras dentales, etc. Sin embargo, también existen algunos defectos que deben ser perfeccionados, entre los cuales se encuentran: estrés (como resultado de la contracción por polimerización), afinidad bacteriana a las superficies restauradas, baja resistencia a la fractura, solubilidad, absorción de agua, entre otros factores que afectan la supervivencia de la restauración (Drummond, 2008; Ilie et al., 2017).

Los composites se pueden clasificar de acuerdo al tamaño de sus partículas:

#### MACRORELLENO:

Son las resinas más utilizadas, están compuestas de relleno y materiales inorgánicos mayores a 1  $\mu\text{m}$ , estas resinas poseen una resistencia a la flexión de 110–135 MPa, debido a esto, se les atribuyen excelentes propiedades mecánicas, no obstante, la estética no es lo más desarrollado en este sistema de resinas (McCabe & Wassell, 1999).

#### MICRORELLENO:

Los composites de microrelleno, fueron introducidas a la odontología como una alternativa a los composites de macrorelleno con la finalidad de poder mejorar las deficiencias y desventajas, siendo las principales, un mejor pulido de la restauración

e incrementar la estética. Las partículas que se implementan en esta resina son esferas amorfas y deben poseer un tamaño menor a 40  $\mu\text{m}$  (Ferracane, 2011).

#### HÍBRIDAS:

Las resinas de relleno híbridas, son fabricadas mediante la mezcla de microrelleno y macrorelleno, con el objetivo de aportar los beneficios de ambos composites, por lo que se puede obtener una resina de alta resistencia y al mismo tiempo un excelente pulido y estética (Lindberg & Solfjädern, 2005; Kretsis, 1987; Ferracane, 2011).

#### NANOPARTÍCULAS:

Existen composites reforzados con nanopartículas, los cuales son relativamente modernos, éstos se caracterizan por poseer partículas de 0.6 a 1.4  $\mu\text{m}$ , estas partículas también se denominan nanoclusters, los cuales, al ser pequeños en tamaño, permiten un excelente pulido y mayor duración de éste, en comparación con los otros sistemas de composites (Mitra et al., 2003).

Las resinas con nanopartículas poseen características similares a las resinas híbridas, entre los cuales se encuentra la resistencia mecánica, física y desgaste, por lo que se indica su uso en cuadrante anterior y posterior, debido a sus excelentes propiedades (Beun et al., 2007; Curtis et al., 2009).

#### RELLENOS

Existen múltiples gamas de rellenos que se clasifican según su forma y aspecto, sin embargo, los rellenos utilizados en odontología, son generalmente aquellos que poseen una forma esférica o irregular (Aminoroaya et al., 2021; Khan et al., 2015).

## FIBRAS

Las fibras son materiales elongados que poseen un diámetro de 250  $\mu\text{m}$ , no obstante, en algunas ocasiones este tamaño puede verse altamente modificado y se pueden observar tamaños menores a 100  $\mu\text{m}$ , generando así, características mecánicas que dependen del tipo de la fibra, la longitud, dirección y el volumen (Vallittu, 2015).

Las fibras de vidrio son las más utilizadas en la odontología moderna, ya que se asimila a la composición química del sílice y, por lo tanto, su refracción es muy comparable, además de ser económico, poseen altas propiedades mecánicas y excelente aceptación con la matriz de otros polímeros (Khan et al., 2015; Vallittu, 2015).

## WHISKERS

Éstos compuestos son utilizados en la odontología con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas, principalmente la resistencia a la flexión y tenacidad a la fractura. Los whiskers presentan un diámetro que varía de 5 nm a 1  $\mu\text{m}$ , y de longitud posee un rango de 10-200  $\mu\text{m}$ , éstos se incorporan a partículas de sílice y una matriz de BisGMA y TEGMA (Xu et al., 2006).

## IONÓMERO DE VIDRIO

Los componentes principales del ionómero de vidrio son tres:

- Polímeros solubles en agua
- Vidrio ácido
- Agua (McClean, 1994)

Su presentación más habitual es en una solución acuosa que contiene ácidos poliméricos y el polvo que posee múltiples vidrios triturados, los cuales deberán

mezclarse en proporciones adecuadas, para lograr así la conformación de una mezcla con las características ideales. Los principales polímeros que se utilizan para la fabricación del ionómero de vidrio son los ácidos polialquenoicos (homopolímeros o copolímeros), ácido acrílico y ácido maleico (Ellis & Wilson, 1990).

El nombre de ionómero de vidrio ha sido muy criticado, por lo que la ISO (International Organization for Standardization), ha determinado que la mejor forma de nombrar a este cemento es con el nombre de “cemento de polialquenoato de vidrio”, aunque, es aceptado el nombre de ionómero de vidrio de forma sencilla y más comercial (McClean 1994; Sidhu, 2016).

## VIDRIOS

Se considera ampliamente importante que las partículas de vidrio que serán incluidas en la fabricación del compuesto, permanezcan en su forma más básica, con la finalidad de permitir que reaccionen con un ácido y, por lo tanto, generar la formación de una sal. Generalmente el vidrio de aluminio- silicato con adición de fluoruro y fosfato son altamente exitosas para lograr la formación del ionómero de vidrio (Sidhu & Nicholson, 2016).

Las propiedades físicas del ionómero de vidrio, una vez fraguado, dependerá de varios factores como la relación polvo-líquido, concentración de los polímeros, tamaño de las partículas de los vidrios, y el tiempo de vida de los materiales e incluso el método de espatulado antes de llevar a cabo la reacción de fraguado, generalmente se deben medir todas las propiedades físicas mediante las normas ISO que se encuentran establecidas para cada uno de los materiales, para el ionómero de vidrio se mide mayormente la resistencia a la compresión sin dejar de lado las otras propiedades físicas necesarias para un material dental de restauración (Higgs et al., 2001; Mount et al., 1996).

## TÉCNICAS PARA DETECTAR LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL

Durante el estudio de la microfiltración marginal de las restauraciones dentales, se han generado múltiples métodos para lograr el reporte de la presencia o ausencia de esta en el margen de las restauraciones, sin embargo, hasta ahora no se ha podido determinar cuál es el método más efectivo.

Tal es el caso de Going (1972) que comprobó que los trazadores fluorescentes son unos de los más viables para detectar la presencia de microfiltración en las restauraciones, pues se pueden utilizar a una concentración baja, son sensibles a la luz ultravioleta, de fácil manejo y colocación en boca, así como un periodo corto de contacto con el material, han logrado la alta identificación de la microfiltración marginal *in vivo*, no obstante, aún se carece de la facilidad para realizar una correcta medición del grado de la microfiltración y no solo determinar la presencia o ausencia de ella.

Roydhouse (1968) habló acerca de la importancia de realizar la estandarización de las muestras utilizadas para la detección de la microfiltración marginal, en especial criticó el uso de los trazadores con compuestos radioactivos, pues si bien mostraban constantemente la presencia de microfiltración, se determinó que no es viable la utilización de los pigmentos radioactivos en boca, ya que pueden generar algún efecto nocivo en el paciente, por lo que determinar la presencia o ausencia de microfiltración marginal, no justifica poner en riesgo la salud del paciente.

Edwardsson (1979), propone la utilización de cepas bacterianas como detectores de microfiltración marginal, éstas pueden ser adecuadamente utilizadas en la fase experimental, teniendo como desventaja que puede migrarse el enfoque del estudio y no solo determinar el grado de microfiltración, sino la etiopatogenia de la caries, de igual manera se encuentra otro inconveniente de la técnica, el cual se reporta de

forma cualitativa y no de forma cuantitativa, por lo que impide la medición real de la zona con microfiltración marginal.

Harper (1912), propuso la técnica de aire a presión, la cual consistía en colocar aire a presión en el piso de la restauración para posteriormente ser sumergido en agua y así poder determinar la presencia o ausencia de aire en la cavidad, determinando la presencia o ausencia de la microfiltración, sin embargo, esta técnica carece de reproducibilidad y clasificación del grado de microfiltración por lo que en la actualidad no se considera una técnica fiable.

Nelsen (1952) realizó una serie de estudios *in vitro*, para determinar el grado de microfiltración marginal en las restauraciones colocadas en órganos dentales extraídos, los cuales fueron obturados con distintos materiales, para posteriormente ser introducidos en líquidos a distintas temperaturas, y así simular los cambios térmicos que se llevan a cabo de forma normal en la cavidad oral, posteriormente se realizó la sección del diente y la restauración para determinar el grado de desadaptación marginal existente y por lo tanto conocer el grado de microfiltración marginal real, sin embargo, esta práctica no es viable para llevar a cabo de forma *in vivo* a los pacientes, pues realizar este protocolo, llevaría a la extracción dental aun sin motivos reales aparentes. Por lo que, no se cuenta con alguna técnica para el estudio de este procedimiento sin llevar a cabo la extracción dental injustificada.

Lee and Swartz (1970) introdujeron la microscopia electrónica de barrido a la odontología, en especial para detectar la presencia o ausencia de microfiltración marginal en restauraciones dentales efectuadas en órganos dentales extraídos, mediante esta técnica se obtienen resultados muy exactos, sin embargo, cuenta con una limitante para su aplicación, pues la única forma de llevarse a cabo es mediante la extracción del órgano dental en el cual fue aplicada la restauración, llevando así a realizar extracciones en órganos dentales que no lo ameritan o a realizar el método experimental en órganos dentales ya extraídos, por lo que, los resultados

pueden verse afectados si son o no colocados de forma directa en la cavidad oral del paciente o en un medio artificial.

Douglas y Zakariasen (1981) lograron determinar que uno de los principales métodos para evaluar la microfiltración marginal es mediante el uso de pigmentos inertes como el azul de metileno, que no afecte la vitalidad pulpar ni cause efectos negativos en la salud en general, mediante la utilización de estos pigmentos se puede determinar el grado de absorción del pigmento hacia los tubulillos dentinarios, logrando obtener resultados cuantitativos y por lo tanto más viables para el estudio estadístico.

Christen y Mitchell (1966), pudieron determinar que la concentración de los pigmentos, así como el tiempo por el cual se han sumergido los órganos dentales extraídos, afectan directamente los resultados obtenidos, sin embargo, en la actualidad, no se ha logrado una estandarización acerca del tiempo y concentración ideal para colocar el pigmento en la cavidad dental y determinar el grado de microfiltración en las restauraciones dentales.

Generalmente la medición de las muestras para determinar el grado de microfiltración presente en la restauración se realiza por medio del corte de la misma y la observación en microscopía electrónica de barrido, sin embargo, parece ser menos sensible que la observación en tres dimensiones.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La odontología se ha modernizado constantemente, con la finalidad de prolongar el tiempo de vida de los tratamientos odontológicos, así como preservar la salud dental y de la cavidad bucal en general, es por ello que se ha puesto énfasis en los tratamientos adhesivos para lograr la preservación de los tejidos dentales.

Uno de los fracasos más documentados de dichos tratamientos, es la filtración marginal, pues al no sellar adecuadamente la restauración se corre el riesgo de una reinfección, por ello, es necesario realizar la identificación y clasificación de este fenómeno para evitarlo en la práctica clínica, sin embargo, aún no se conoce si la Técnica de Recuperación del Fragmento es más precisa que la Técnica Clásica por Corte para el estudio de la microfiltración marginal.

## **JUSTIFICACIÓN**

El que se determine cuál técnica es más precisa para identificar la microfiltración marginal, la Técnica Clásica por Corte o la Técnica de Recuperación del Fragmento permitirá que la mejor opción sea utilizada cuando se investiga la microfiltración de nuevos materiales, generando información certera con la que se podrá informar a los clínicos y así reducir el error en la práctica odontológica, mejorando el sellado marginal de las restauraciones y prolongando el tiempo de vida en boca, por tanto preservando así la salud bucal del paciente.

## **HIPÓTESIS**

Hipótesis de trabajo

La Técnica de Recuperación del Fragmento para el estudio de la microfiltración marginal es más precisa que la Técnica Clásica por Corte.

Hipótesis nula

La Técnica Clásica por Corte para el estudio de la microfiltración marginal es más precisa que la Técnica de Recuperación del Fragmento.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar qué técnica es más precisa para el estudio de la microfiltración marginal, la Técnica de Recuperación del Fragmento o la Técnica Clásica por Corte.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la precisión de la Técnica de Recuperación del Fragmento para la medición de la microfiltración marginal.
- Evaluar la precisión de la Técnica Clásica por Corte para la medición de la microfiltración marginal.
- Comparar la precisión de medición de la microfiltración marginal entre la Técnica de Recuperación del Fragmento y la Técnica Clásica por Corte.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **DISEÑO**

Experimental *in vitro*

### **UNIVERSO**

Restauraciones realizadas con diferentes materiales dentales en cavidades talladas sobre esmalte y dentina de molares sanos extraídos de 5mm de profundidad y 2mm de diámetro.

### **MUESTRA Y TIPO DE MUESTRA**

30 molares sanos extraídos, 60 restauraciones realizadas con composite, 60 restauraciones realizadas con ionómero de vidrio y 60 restauraciones realizadas con Systemp.

## Metodología

1.- Fase de recolección y preservación de los órganos dentales.

Se recolectaron 30 órganos dentales extraídos sanos (Figura 1), se almacenaron en solución fisiológica a 37°C, con previa desinfección en hipoclorito de sodio al 5.25% por 10 minutos.



**Figura 1. Selección de los dientes**

2.- Se realizaron tres cavidades en la cara vestibular y tres cavidades en la cara Lingual/ Palatina de cada órgano dental (Cavidades de 5mm de profundidad por 2 mm de diámetro), con fresa de diamante recta punta plana (Figura 2 y 3).



**Figura 2 y 3. Conformación de las cavidades**

3.- Se realizó lavado y enjuague de las cavidades con agua potable.

#### 4.- Acondicionamiento de los dientes

- OBTURADOS CON RESINA

-Se realizó la cavidad con las medidas ya establecidas.

-Se colocó ácido ortofosfórico al 35% por 20 segundos (Figura 4).

-Se lavó por 15 segundos (Figura 5).

-Se secó por 5 segundos.

-Se colocó adhesivo y primer (Optibond FL) según el fabricante (Figura 6).

-Se realizó la obturación de 30 cavidades con resina Tetric N ceram (Ivoclar), mediante el uso de espátula "Condenssa" (Style italiano) (Figura 7).

-Se procedió a fotocurar por 20 segundos con lampara Valo Grand en modo estándar (1000mW/cm<sup>2</sup>) (Figura 8).



**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**



**Figura 7**



**Figura 8**

- OBTURADOS CON IONÓMERO DE VIDRIO

-En 30 cavidades se realizó la colocación del ionómero de vidrio tipo 2 (Vitrebond 3M).

-Se realizó la mezcla (proporción 1:1) siguiendo instrucciones del fabricante (Figura 9).

-Se condensó el ionómero de vidrio sobre la cavidad central con un algodón (Figura 10).

-Se retiraron excedentes.

-Se fotocuró por 20 segundos con lampara Valo Grand en modo estándar (1000mW/cm<sup>2</sup>) (Figura 11).



**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**

- OBTURADOS CON SYSTEMP

-En 30 cavidades se realizó la colocación de Systemp inlay (Ivoclar).

-Se tomó el material y se empacó en la cavidad mediante el uso de espátula "Condenssa" (Style italiano), para posteriormente fotocurar por 20 segundos con lampara Valo Grand en modo estándar (1000mW/cm<sup>2</sup>) (Figura 12 y 13).



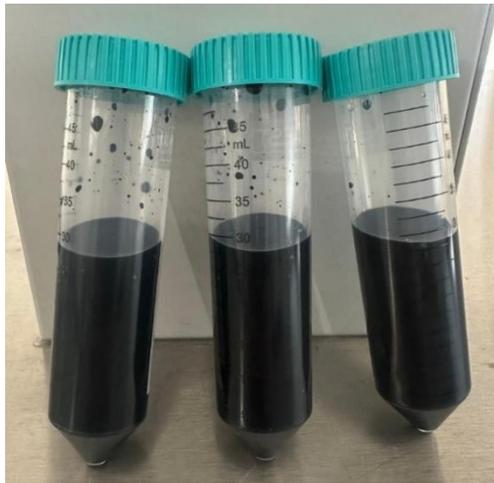
**Figura 12**



**Figura 13**

## 5.- Método de tinción

-Todas las muestras, fueron sumergidas en azul de metileno subdivididas en tres grupos de 10 órganos dentales cada una, se colocaron en tubos Falcon con 30 ml de azul de metileno, posteriormente, fueron introducidas en la incubadora a 36.4°C (Figuras 14, 15, 16 y 17).



**Figura 14**



**Figura 15**



**Figura 16**



**Figura 17**

**Método de tinción e incubación de los órganos dentales**

-Se rotuló cada muestra, para así determinar el tiempo que durarían las muestras en la incubadora (7, 14 y 28 días).

-Pasado el tiempo ya descrito, se realizó la recuperación de los órganos dentales (Figura 18).



**Figura 18. Recuperación de los órganos dentales**

## 6.- Recuperación de los órganos dentales

- TÉCNICA CLÁSICA POR CORTE



-Se realizó la eliminación del azul de metileno y se colocó agua potable, para eliminar el exceso de pigmento (Figura 19).

**Figura 19**  
**Lavado de los dientes**

-Se llevó a cabo la segmentación de la restauración y el órgano dental en su parte central, para lograr dividirla en dos partes, esto con el uso de un disco de diamante (Brassler).

-Una vez recuperado el fragmento se procedió a su estudio (Figuras 20, 21 y 22).



**Figura 20**



**Figura 21**

**Segmentación Dental**



**Figura 22**

- Se realizó la toma fotográfica de la restauración con ayuda del microscopio estereoscópico.
- Se calibró a los sujetos que evaluarían el grado de microfiltración marginal presente en cada restauración para posteriormente realizar la clasificación.
- Se recabaron los datos obtenidos a hoja de Excel.
- Se realizó el análisis estadístico.

- TÉCNICA DE RECUPERACIÓN DEL FRAGMENTO



-Se realizó la eliminación del azul de metileno y se colocó agua potable, para eliminar el exceso de pigmento. (Figura 23)

**Figura 23**  
**Lavado de los dientes**

-Se realizaron varios cortes del órgano dental rodeando la obturación con un disco de diamante, con la finalidad de lograr el desalojo de la restauración de la cavidad. (Figuras 24, 25 y 26)



**Figura 24**



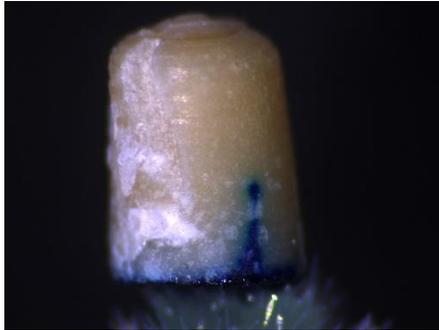
**Figura 25**



**Figura 26**

### **Segmentación de las Restauraciones**

- Una vez recuperada la obturación se procedió a su estudio (Figura 27).
- Se colocó cada muestra en un Microbrush con una gota de Kola-loca para fijarlo.



**Figura 27. Recuperación del fragmento**

- Se tomaron fotografías en microscopio estereoscópico.
- Se calibró a los sujetos que evaluarían el grado de microfiltración marginal presente en cada muestra, para posteriormente realizar la clasificación.
- Se vaciaron los datos obtenidos a una hoja de Excel.
- Se realizó el análisis estadístico.

### **ANALISIS ESTADÍSTICO**

Se analizó la frecuencia y porcentaje para cada técnica (Clásica por corte o Recuperación del fragmento). Se realizó la evaluación mediante la prueba de Chi<sup>2</sup> utilizando GraphPad Prism versión 9.5 (GraphPad Prism Software Inc., San Diego, CA, EE. UU.). El nivel de significancia estadística se estableció en ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Tomando en cuenta que la Técnica de Recuperación del Fragmento provee la información de la microfiltración presente en los diferentes materiales de forma más precisa al permitir su estudio en tres dimensiones, esta técnica fue utilizada como punto de comparación para la Técnica Clásica por Corte.

En el cuadro 1 se puede observar la comparación de ambas técnicas cuando se utilizan para estudiar la microfiltración de 7 días en el ionómero de vidrio. En la Técnica Clásica por Corte el grado de microfiltración marginal fue clasificado mayoritariamente como nulo, mientras que en la Técnica de Recuperación del Fragmento la mayoría se clasificó como Leve. La diferencia que existió en la distribución de los grados de microfiltración entre ambos grupos fue estadísticamente significativa.

**Cuadro 1.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio expuesto a pigmentación durante 7 días implementando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n= 150)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	26 (52)	29 (19.3)	0.0002
Leve	15 (30)	59 (39.3)	
Moderado	7 (14)	36 (24)	
Severo	2 (4)	23 (15.3)	
Muy severo	0 (0)	3 (2)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En el cuadro 2 se muestra la comparación de ambas técnicas, pero ahora cuando se utilizan para estudiar la microfiltración de 14 días en el ionómero de vidrio. En este caso ambas técnicas mostraron similitudes marcadas en la distribución de los grados de microfiltración por lo que no existió diferencia estadísticamente significativa.

**Cuadro 2.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio expuesto a pigmentación durante 14 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=90)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	16 (32)	34 (37.7)	0.2348
Leve	16 (32)	36 (40)	
Moderado	8 (16)	5 (5.5)	
Severo	10 (20)	14 (15.5)	
Muy severo	0 (0)	1 (1.1)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En el siguiente cuadro (Cuadro 3), se observa la comparación de ambas técnicas. A los 28 días se observa diferencia en la distribución de los grados de microfiltración, en este caso ambas técnicas mostraron grados de microfiltración mayoritariamente leves (36.2% y 40%, respectivamente) por lo que existió diferencia estadísticamente significativa.

**Cuadro 3.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio expuesto a pigmentación durante 28 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=135)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	10 (20)	46 (34)	0.0022
Leve	20 (40)	49 (36.2)	
Moderado	5 (10)	23 (17)	
Severo	15 (30)	12 (8.8)	
Muy severo	0 (0)	5 (3.7)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En resumen, en lo que respecta a la filtración que se presenta en el ionómero de vidrio, no se observan diferencias significativas a los 14 días, mientras que a los 7 y 28 días se observan diferencias estadísticas significativas entre ambas técnicas.

Cuando se utilizaron ambas técnicas para evaluar la microfiltración que sucede en los diferentes tiempos experimentales en los composites se encontró que a los 7 días (Cuadro 4) la Técnica Clásica por Corte mostró un grado de microfiltración nulo (78%), mientras que la Técnica de Recuperación de Fragmento solo mostró un grado de microfiltración nulo en el 35% de los casos, esto dio como resultado que la diferencia que existió en la distribución de los grados de microfiltración entre ambos grupos sea estadísticamente significativa.

**Cuadro 4.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con composite expuestas a pigmentación durante 7 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=45)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	39 (78)	16 (35.5)	0.0002
Leve	1 (2)	14 (31.1)	
Moderado	1 (2)	1 (2.2)	
Severo	2 (4)	2 (4.4)	
Muy severo	7 (14)	12 (26.6)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En el Cuadro 5 se puede observar la comparación de ambas técnicas cuando se utilizan para estudiar la microfiltración marginal del composite, que fue sometido a tinción 14 días, en ambas técnicas se clasificó mayoritariamente como nulo, por lo que al presentar similitud en los grados de distribución no se observan diferencias estadísticas significativas.

**Cuadro 5.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con composite expuestas a pigmentación durante 14 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=45)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	30 (60)	20 (44.4)	0.2406
Leve	4 (8)	9 (20)	
Moderado	7 (14)	10 (22.2)	
Severo	8 (16)	6 (13.3)	
Muy severo	1 (2)	0 (0)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En el Cuadro 6 se muestra la comparación de ambas técnicas para clasificar la microfiltración en composite expuesto 14 días a pigmentación, la Técnica Clásica por Corte fue clasificada mayormente como severo, mientras que en la Técnica de Recuperación del Fragmento se clasificó como nulo, por lo que, al existir diferencia en la distribución de las muestras, se observa una diferencia estadística significativa.

**Cuadro 6.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con composite expuestas a pigmentación durante 28 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=75)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	12 (24)	44 (58.6)	0.0012
Leve	11 (22)	14 (18.6)	
Moderado	7 (14)	2 (2.6)	
Severo	18 (36)	14 (18.6)	
Muy severo	2 (4)	1 (1.3)	

Prueba  $\chi^2$

En conclusión, se puede observar que el grado de microfiltración marginal presente en restauraciones realizadas con composite y sometidas a pigmentación, poseen resultados con diferencias estadísticas significativas en los días 7 y 28, por el contrario, en el día 14 no se identificó una diferencia estadística significativa.

En el Cuadro 7 se puede observar la comparación de ambas técnicas cuando se utilizan para estudiar la microfiltración de Systemp sometido a pigmentación 7 días. En la Técnica Clásica por Corte se clasificó mayormente como severo (34%) y en la Técnica de Recuperación del Fragmento como nulo (40%), por lo que la diferencia en la distribución del grado de microfiltración de las muestras fue estadísticamente significativa.

**Cuadro 7.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con systemp expuestas a pigmentación durante 7 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=105)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	5 (10)	42 (40)	
Leve	10 (20)	23 (21.9)	
Moderado	4 (8)	17 (16.1)	< 0.0001
Severo	17 (34)	8 (7.6)	
Muy severo	14 (28)	15 (14.2)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En el cuadro 8 se muestra la comparación de ambas técnicas para clasificar la microfiltración de Systemp expuesto 14 días a pigmentación, en donde se encontró que en la Técnica Clásica por Corte se obtuvo un grado de microfiltración severo (38%), mientras que en la Técnica de Recuperación del Fragmento se clasificó como leve y severo con el mismo valor (27.7%), por lo que se determina una diferencia estadísticamente significativa.

**Cuadro 8.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con systemp expuestas a pigmentación durante 14 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=90)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	3 (6)	18 (20)	0.0005
Leve	13 (26)	25 (27.7)	
Moderado	4 (8)	19 (21.1)	
Severo	19 (38)	25 (27.7)	
Muy severo	11 (22)	3 (3.3)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

En el siguiente cuadro (cuadro 9) se observa la comparación de ambas técnicas para determinar el grado de microfiltración en muestras de Systemp a los 28 días de exposición al pigmento, se observan similitudes en la distribución de los grados de microfiltración, siendo clasificados en ambas técnicas como un grado muy severo (66% Técnica Clásica por Corte y 52.6% Técnica de Recuperación del Fragmento) por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa.

**Cuadro 9.** Comparación del grado de microfiltración que presentan las restauraciones realizadas con systemp expuestas a pigmentación durante 28 días usando las dos técnicas de evaluación.

Grado de microfiltración	Técnica Clásica por Corte (n=50)	Técnica de Recuperación del Fragmento (n=150)	Valor de p
Frecuencia (%)			
Nulo	0 (0)	10 (6.6)	0.1339
Leve	1 (2)	11 (7.3)	
Moderado	7 (14)	28 (18.6)	
Severo	9 (18)	22 (14.6)	
Muy severo	33 (66)	79 (52.6)	
Prueba Chi <sup>2</sup>			

La comparación del grado de microfiltración marginal en restauraciones de systemp mediante las dos técnicas, permitió observar la diferencia significativa del grado de distribución de las muestras en los días 7 y 14, por el contrario, no se observó una diferencia estadística significativa en el día 28 de exposición al pigmento.

## DISCUSIÓN

La microfiltración marginal, es uno de los principales factores que se trata de identificar en las restauraciones dentales, para así poder determinar el posible éxito o fracaso de dicha obturación. Es bien sabido que cuando existe microfiltración marginal, esta va acompañada de microorganismos, pudiendo así desarrollarse distintos tipos de patologías en los órganos dentales ya obturados (Going, 1972).

Históricamente se han propuesto y utilizado diferentes formas para tratar de identificar de mejor manera la microfiltración marginal. El poder determinar cuál técnica, así como identificar el material de restauración dental ideal que permita el mejor sellado de la cavidad dental, y por lo tanto evitar la microfiltración marginal, podrá prolongar el tiempo de vida de la restauración y proteger la salud pulpar, obteniendo como resultado el éxito del tratamiento protésico.

Fabianelli (2007), menciona que una de las principales formas para detectar la microfiltración marginal, es mediante la utilización de pigmentos pues estos al penetrar en los espacios microscópicos entre la interfaz del diente y la restauración permite identificar la microfiltración, generalmente se utiliza azul de metileno, ya que el tamaño de su partícula es muy pequeño ( $0.52\mu\text{m}$ ), por lo que su penetración se da con facilidad aun en espacios estrechos.

Aunado al uso de pigmentos, existen diferentes formas de abordar la pigmentación y actualmente la técnica más común para identificar la presencia de microfiltración marginal *in vitro* es realizando un corte en el centro de la restauración en un sentido mesial- distal, y que incluye al tejido dental, logrando así la visualización de la unión entre la obturación y los tejidos dentales (Técnica Clásica por Corte), por lo tanto, determinar así la presencia o ausencia de microfiltración. Sin embargo, la visualización en un solo plano, deja sin valoración todas las superficies de la restauración, pudiendo así generar un sesgo en los resultados obtenidos.

La Técnica de Recuperación del Fragmento, propuesta en este estudio, permite la obtención de la restauración realizada una vez que fue sometida a pigmentación, esto con la finalidad de poder realizar la evaluación completa de la pigmentación en

todas sus caras y así clasificar el grado de penetración en la interfase entre el diente y la obturación dental.

En la Técnica de Recuperación del Fragmento se evalúa el grado de microfiltración marginal en los 360° de la restauración, por lo que, se puede tener una medición exacta de la penetración del pigmento al que fue expuesto la restauración, logrando así reducir el sesgo en la medición de dicho fenómeno, permitiendo la obtención de valores verídicos.

El propósito de esta investigación, además de proponer esta técnica para medir la microfiltración, fue compararla con la Técnica Clásica por Corte, para identificar que tan precisa puede ser esta última. Para esto se realizaron pruebas con los tres materiales más utilizados actualmente para realizar la obturación de una cavidad dental, ionómero de vidrio, composite y Systemp, estudiándolos en tres distintos tiempos.

En las cavidades obturadas con ionómero de vidrio, se pudo observar que, si existen diferencias en los resultados de microfiltración cuando esta es evaluada con una u otra técnica, sin embargo, esto solo sucedió al estudiarla a 7 y 28 días. De forma interesante se pudo observar que cuando se estudia la microfiltración que sucede a los 14 días se obtienen los mismos resultados utilizando cualquiera de las dos técnicas. No existe una explicación clara a este fenómeno y más experimentos tendrían que ser realizados para identificar lo que sucede en este punto tiempo.

La microfiltración marginal que presentaron las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio, principalmente fue clasificada en ambas técnicas como nulo y leve, por lo que no se atribuye una microfiltración importante. Es bien sabido que el ionómero de vidrio presenta un sellado adecuado a la superficie dental, principalmente debido a la presencia de fluido, ya que, al estar humectado de forma continua, la consistencia del material restaurador es similar a un gel, permitiendo así una auto reparación de la restauración en caso de ser necesario, esto hasta la solidificación final (Brackett, 1995).

De igual manera una de las principales características físicas a tomar en cuenta del ionómero de vidrio, es su viscosidad, pues si esta es baja, permitirá fluir en la cavidad del diente y, por lo tanto, adaptarse de manera adecuada a las paredes, previniendo así la presencia de microfiltración marginal, por el contrario, si el material es muy viscoso se evitará el contacto íntimo entre la restauración y el material, generando así vías de entrada para la microfiltración marginal (Castro, 2002).

Por otro lado, en las cavidades obturadas con composite, se pudo observar el mismo fenómeno antes descrito, pues la Técnica Clásica por Corte si mostró ser inferior a la Técnica de Recuperación de Fragmento, pero solo a 7 y 28 días. Encontrando nuevamente que ambas técnicas son igual de precisas solo a los 14 días, en donde se obtienen los mismos resultados utilizando cualquiera de las dos técnicas.

La microfiltración marginal que presentaron las restauraciones realizadas con composite presentaron aún menos microfiltración que las realizadas con ionómero de vidrio, la mayoría fue clasificada como nula, esto principalmente se atribuye al correcto protocolo adhesivo, ya que se realizó el grabado y colocación del adhesivo de la marca comercial tal como lo menciona el fabricante, así mismo la técnica de obturación de la cavidad fue en segmentos (2mm), para lograr una mejor adaptación a la cavidad y por lo tanto, reducir en gran medida la microfiltración marginal (Rathi, 2020).

Se asume que la pobre microfiltración marginal presente en las restauraciones de composite es por el adecuado manejo del material, la correcta obturación y condensación, generando así cambios dimensionales en la restauración final (Going 1972, Rathi 2020).

Finalmente, en las cavidades obturadas con Systemp, se pudo observar un fenómeno similar al antes descrito, pero en este caso la Técnica Clásica por Corte si mostró ser inferior a la Técnica de Recuperación de Fragmento a 7 y 14 días. Encontrando que ambas técnicas son igual de precisas solo a los 28 días, en donde

se obtienen prácticamente los mismos resultados utilizando cualquiera de las dos técnicas.

Como era de esperarse, la microfiltración marginal de las restauraciones realizadas con Systemp fueron las que presentaron mayor microfiltración en general en comparación con las realizadas con ionómero de vidrio o con composite, esto debido a que el Systemp se considera un material de restauración temporal de corta duración y no un material restaurador definitivo como los otros dos, sin embargo otra de las características del Systemp es su alto módulo de elasticidad, permitiendo la separación del material con el diente, lo que genera una microfiltración marginal mayor (Selim, 2013).

La evaluación de las muestras realizadas con Systemp a los 28 días, determinó una microfiltración elevada, por lo que cualquiera de las dos técnicas se considera adecuada para la clasificación de la microfiltración marginal.

Haciendo un análisis de los resultados se puede aceptar la hipótesis de trabajo, pues mediante la comparación de las dos técnicas realizadas, la Técnica de Recuperación del Fragmento permite una evaluación total de la microfiltración presente y, por lo tanto, mayor precisión en comparación con la técnica clásica por corte.

La principal limitante del presente estudio es que, al ser *in vitro*, solo se realizó en dientes extraídos con la simulación del entorno bucal, sin embargo, no se pueden controlar todas las variaciones propias de la cavidad bucal, por lo que los resultados pueden verse modificados en un experimento *in vivo*.

Es de suma importancia realizar estudios de la microfiltración marginal de los distintos materiales restauradores, bajo distintos protocolos de adhesión, condiciones térmicas, distintos medios pigmentantes y distintas técnicas de obturación, para la obtención de resultados más específicos y poder así comprender los factores que llevan a la microfiltración marginal para a medida de lo posible eliminarlos en la práctica clínica y así mejorar la durabilidad de las restauraciones,

proteger el complejo dentino-pulpar, por lo cual extender el periodo de vida de un diente restaurado protésicamente.

Mediante el análisis del presente estudio, se abren nuevas variables para su estudio pudiendo implementar al método experimental el ingreso de nuevas variables como la temperatura, humedad, distintos pigmentos, para así determinar su rol e implicaciones en la microfiltración marginal.

## **CONCLUSIÓN**

Se concluye que la Técnica de Recuperación del Fragmento para el estudio de la microfiltración marginal en general es más precisa que la Técnica Clásica por Corte.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kidd, E. A. (1976). Microleakage: a review. *Journal of dentistry*, 4(5), 199-206.
- Going, R. E. (1972). Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *The Journal of the American Dental Association*, 84(6), 1349-1357.
- Zander, Ha. (1959) Pulp response to restorative materials *Journal of the American Dental Association* 59 911- 914.
- Cox Cf, Felton D. & Bergenholtz G. (1988) Histopathological response of infected cavities treated with Gluma and Scotch bond dentin bonding agents *American Journal of Dentistry* 1 189-194.
- Alani Ah. (1990) The influence of dentin bonding agents upon the microleakage associated with composite resin restorations and their effects upon the dental pulp PhD Thesis, University of Dundee, Scotland.
- Brannstrom M. (1986) The cause of post-restorative sensitivity and its prevention *Journal of Endodontics* 12 475-481.
- Alani, A. H., & Toh, C. G. (1997). Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*, 22(4), 173-85.
- Christen Ag & Mitchell Df. (1966) A fluorescent dye method for demonstrating leakage around dental restorations *Journal of Dental Research* 45 1485-1492.
- Taylor, M. J., & Lynch, E. (1992). Microleakage. *Journal of dentistry*, 20(1), 3-10.
- Kornfield B. (1953) Study of clinical behaviour of resins in operative dentistry *Journal of Dental Research* 32 Abstracts of Papers p 714 Abstract 208.
- Boyde A, & Knight Pj. (1969) The use of scanning electron microscopy in clinical dental research *British Dental Journal* 127 313-322.
- Blatz, M. B., Chiche, G., Bahat, O., Roblee, R., Coachman, C., & Heymann, H. O. (2019). Evolution of aesthetic dentistry. *Journal of dental research*, 98(12), 1294-1304.
- Greener EH. 1979. Amalgam—yesterday, today and tomorrow. *Oper Dent*. 4(1):24–35

- Mahler, D. B., & Van Eysden, J. (1969). Dynamic creep of dental amalgam. *Journal of Dental Research*, 48(4), 501-508.
- Montagner, A. F., Sande, F. H. V. D., Müller, C., Cenci, M. S., & Susin, A. H. (2018). Survival, reasons for failure and clinical characteristics of anterior/posterior composites: 8-year findings. *Brazilian dental journal*, 29, 547-554.
- Lynch, C. D., & Wilson, N. H. F. (2013). Managing the phase-down of amalgam: Part I. Educational and training issues. *British dental journal*, 215(3), 109-113.
- Ilie, N., Hilton, T. J., Heintze, S. D., Hickel, R., Watts, D. C., Silikas, N., ... & Ferracane, J. L. (2017). Academy of dental materials guidance—Resin composites: Part I—Mechanical properties. *Dental materials*, 33(8), 880-894.
- Drummond, J. L. (2008). Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *Journal of dental research*, 87(8), 710-719.
- McCabe, J. F., & Wassell, R. W. (1999). Hardness of model dental composites—the effect of filler volume fraction and silanation. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 10(5), 291-294.
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—state of the art. *Dental materials*, 27(1), 29-38.
- Kretsis, G. (1987). A review of the tensile, compressive, flexural and shear properties of hybrid fibre-reinforced plastics. *Composites*, 18(1), 13-23.
- Lindberg, A. (2005). *Resin composites: sandwich restorations and curing techniques* (Doctoral dissertation, Odontologi).
- Mitra, S. B., Wu, D., & Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1382-1390.
- Curtis, A. R., Palin, W. M., Fleming, G. J., Shortall, A. C., & Marquis, P. M. (2009). The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: the impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dental materials*, 25(2), 188-197.

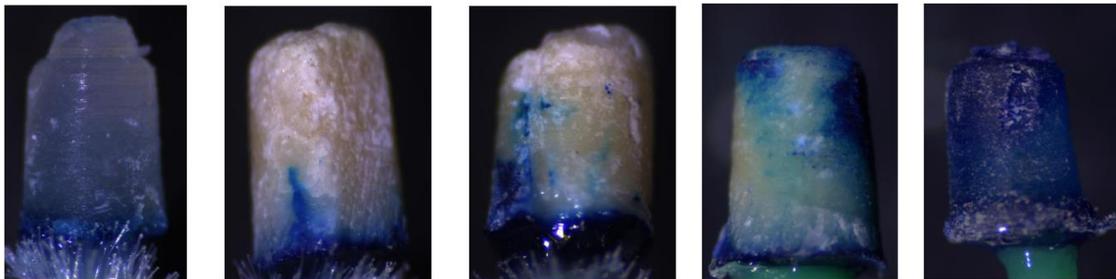
- Beun, S., Glorieux, T., Devaux, J., Vreven, J., & Leloup, G. (2007). Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental materials*, 23(1), 51-59.
- Khan, A. S., Azam, M. T., Khan, M., Mian, S. A., & Rehman, I. U. (2015). An update on glass fiber dental restorative composites: a systematic review. *Materials Science and Engineering: C*, 47, 26-39.
- Aminoroaya, A., Neisiany, R. E., Khorasani, S. N., Panahi, P., Das, O., Madry, H., ... & Ramakrishna, S. (2021). A review of dental composites: Challenges, chemistry aspects, filler influences, and future insights. *Composites Part B: Engineering*, 216, 108852.
- Vallittu, P. K. (2015). High-aspect ratio fillers: fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. *Dental materials*, 31(1), 1-7.
- Xu, H. H. K., Sun, L., Weir, M. D., Antonucci, J. M., Takagi, S., Chow, L. C., & Peltz, M. (2006). Nano DCPA-whisker composites with high strength and Ca and PO<sub>4</sub> release. *Journal of dental research*, 85(8), 722-727.
- Mount, G. J. (2002). Color atlas of glass ionomer cement. *London: Dunitz*.
- Sidhu, S. K., & Nicholson, J. W. (2016). A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of functional biomaterials*, 7(3), 16.
- Mclean, J. W. (1994). Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quint Int*, 25(9), 587-589.
- Ellis, J., & Wilson, A. D. (1990). Polyphosphonate cements: a new class of dental materials. *Journal of materials science letters*, 9(9), 1058-1060.
- Sidhu, S. K., & Nicholson, J. W. (2016). A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of functional biomaterials*, 7(3), 16.
- Higgs, W. A. J., Lucksanasombool, P., Higgs, R. J. E. D., & Swain, M. V. (2001). Evaluating acrylic and glass-ionomer cement strength using the biaxial flexure test. *Biomaterials*, 22(12), 1583-1590.
- Mount, G. J., Makinson, O. F., & Peters, M. C. R. B. (1996). The strength of auto-cured and light-cured materials. The shear punch test. *Australian dental journal*, 41(2), 118-123.

ANEXOS

# ESCALA DE CLASIFICACIÓN

Utilizando como guía las imágenes mostradas a continuación, asigna el grado de pigmentación en cada muestra.

*Técnica de Recuperación del Fragmento*



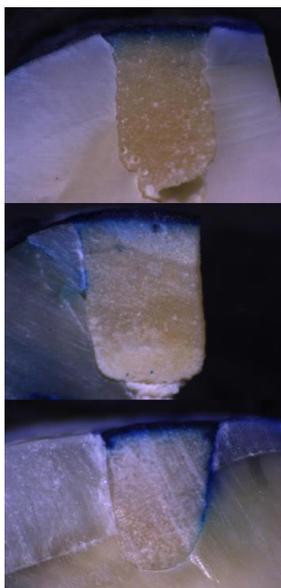
Nulo

Leve

Moderado

Severo

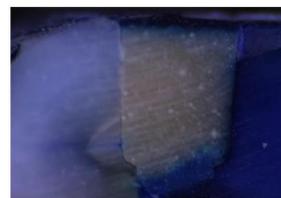
Muy Severo



NULO

LEVE

MODERADO

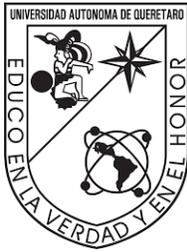


SEVERO



MUY SEVERO

**Técnica clásica**



## TÉCNICA CLÁSICA POR CORTE

RESPONDE LA SIGUIENTE ENCUESTA, ASIGNA UN VALOR DE ACUERDO A LAS INDICACIONES YA MENCIONADAS CON ANTERIORIDAD

### VI-I

Muestra	GRADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

### VI-II

Muestra	GRADO
1	
2	
3	

4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**VI-III**

Muestra	GRADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**CO-I**

Muestra	GRADO
1	

2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**CO-II**

Muestra	GRADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**CO-III**

Muestra	GRADO

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**P-I**

Muestra	GRADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

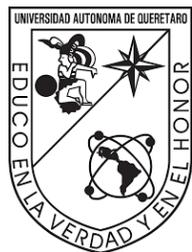
**P-II**

Muestra	GRADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**P-III**

Muestra	GRADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

## TÉCNICA DE RECUPERACIÓN DEL FRAGMENTO



RESPONDE LA SIGUIENTE ENCUESTA, ASIGNA UN VALOR DE ACL  
INDICACIONES YA MENCIONADAS CON ANTERIORIDAD



### VI-I

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

### VI-II

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			

4			
5			
6			

**VI-III**

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

**CO-I**

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			

## CO-II

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			

## CO-III

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			
4			
5			

## PI

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			
4			
5			

6			
7			

**PII**

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			
4			
5			
6			

**PIII**

Muestra	GRADO	GRADO	GRADO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

8			
9			
10			