



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TEMA:
“ANÁLISIS DE LA MICROFILTRACIÓN EN IONÓMERO DE
RESTAURACIÓN”

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Odontóloga

Autora: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

Tutor: Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

Riobamba – Ecuador

2020

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de revisión del proyecto de investigación: “ANÁLISIS DE LA MICROFILTRACIÓN EN IONÓMERO DE RESTAURACIÓN”, presentado por la **Srta. Nancy Maribel Alarcón Quinatoa** y dirigido por el **Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero**, una vez revisado el proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, se procede a la calificación del informe del proyecto de investigación.

Por la constancia de lo expuesto:

Firma:

Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

.....

TUTOR

Dra. Natalia Gavilanes

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Manuel León

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito docente tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, **Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero**, certifica que la señorita **Nancy Maribel Alarcón Quinatoa** con C.I: **020246569-6**, se encuentra apta para la presentación del proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE LA MICROFILTRACIÓN EN IONÓMERO DE RESTAURACIÓN”** y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, en la ciudad de Riobamba.

Atentamente,



Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

CI. 0603940941

DOCENTE TUTOR

AUTORÍA

Yo, **NANCY MARIBEL ALARCON QUINATOA**, portadora de la cédula de ciudadanía número 020246569-6, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

C.I. 020246569-6

AGRADECIMIENTO

A mis padres por depositar toda su confianza en mí, y por brindarme todos los recursos para poder lograr esta meta. A mi esposo por el apoyo incondicional, moral y económico. A mi tutor Dr. Cristian Sigcho por transmitirme sus conocimientos, destrezas y por ser un excelente guía para poder desarrollar este trabajo de investigación, a todos los docentes que forman parte de la Universidad Nacional De Chimborazo quienes supieron impartirme sus excelentes conocimientos y destrezas.

Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de investigación a Dios por jamás soltarme de la mano y caminar junto a mí en toda esta etapa de mi vida. A mis padres Gilbert Alarcón y María Quinatoa por creer en mí y ser el pilar fundamental de mi vida. A mis hermanos Javier, Bladimir, Diego, Wilson y Paul por el incondicional apoyo que me brindaron para lograr mis metas. A mis hijas y pareja Fabián quienes han sido mi mayor inspiración para no rendirme y salir adelante.

Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	4
2.1 Criterios de inclusión y exclusión.....	4
2.2 Estrategia de Búsqueda.....	4
2.3 Tipo de estudio	5
2.3.1 Métodos, procedimientos y población.....	5
2.3.2 Instrumentos	6
2.3.3 Selección de palabras clave o descriptores.....	6
2.4 Valoración de la calidad de estudios.	8
2.4.1. Artículos científicos según la base de datos	8
2.4.2 Número de publicaciones por año	9
2.4.3 Frecuencia de artículos por año y bases de datos	10
2.4.4. Lugar de procedencia de los artículos científicos.....	11
2.4.5 Número de artículos con Promedio de conteo de citas válido por país.....	12
3. RESULTADOS	13
3.1 Ionómeros de vidrio.....	13
3.1.1 Historia de los Ionómeros de Vidrio	13
3.1.2 Propiedades de los Ionómeros de vidrio.....	14
3.1.3 Clasificación de los Ionómeros de vidrio	18
3.1.4 Usos clínicos del ionómero de restauración	20
3.1.5 Técnica restaurativa atraumática (ART).....	21
3.2 Microfiltración en ionómeros de restauración.....	23
3.2.1 Principales causas de microfiltración en ionómeros de restauración	23
3.2.2 Consecuencias de la microfiltración en ionómeros de restauración.....	24

3.2.3 Los métodos disponibles para evaluar la microfiltración.....	24
3.3 Discusión	28
4. CONCLUSIONES.....	30
5. PROPUESTA	31
6. BIBLIOGRAFÍA	32
7. ANEXOS	38
7.1 Anexo 1. Tabla de caracterización de artículos científicos escogidos para la revisión.	38
7.2 Anexo 2. Tabla de meta análisis utilizada para la revisión sistemática.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.....	6
Tabla Nro. 2. Análisis de la microfiltración en ionómeros de restauración.....	6

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1. Metodología con escala y algoritmo de búsqueda.....	7
Gráfico Nro. 2 Frecuencia de artículos por año y bases de datos	8
Gráfico Nro. 3. Número de publicaciones por año	9
Gráfico Nro. 4. Frecuencia de artículos por año y bases de datos.	10
Gráfico Nro. 5. Lugar de procedencia de los artículos científicos	11
Gráfico Nro. 6. Número de artículos con Promedio de conteo de citas válido por país.....	12
Gráfico Nro. 7. Propiedades de los ionómeros de restauración.....	17
Gráfico Nro. 8. Usos clínicos de los ionómeros de restauración	22
Gráfico Nro. 9. Microfiltración en ionómeros de restauración	25

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la microfiltración en ionómero de vidrio de restauración, mediante una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en los últimos 10 años en bases de datos de prestigio académico como PubMed, Google Scholar y Elsevier; asimismo, identificó las causas y consecuencias de microfiltración en ionómeros de restauración. Se recolectaron 65 artículos, de los cuales se seleccionaron los que contaban con promedio de conteo de citas, además del factor de impacto Scimago Journal Ranking, donde finalmente se obtuvo una cantidad de 50 artículos científicos para la revisión sistemática. Después de revisar la literatura se definió a la microfiltración como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, sustancias químicas, moléculas o iones entre la interfaz de la restauración y el diente. La principal causa de microfiltración fue la mala adaptación entre el material restaurador y la estructura dental, además del cambio de volumen en el material restaurador debido a la contracción cohesiva durante la restauración y los cambios térmicos orales. Las consecuencias de microfiltración en ionómeros de restauración fueron caries secundaria, decoloración de los dientes, tinción de los márgenes de restauración, respuesta pulpar adversa, sensibilidad postoperatoria, acelerar la descomposición del material de relleno y la contracción de polimerización. El nanoionómero Ketac N100, 3M ESPE fue el ionómero que presentó menor grado de microfiltración gracias a que combina la ventaja del ionómero de vidrio modificado con resina con la tecnología del nanorelleno, lo que lo hace óptimo para restauraciones clase V de Black.

Palabras clave: microfiltración, ionómero de restauración, revisión bibliográfica

ABSTRACT

This study analyzes microfiltration in glass ionomer restoration through literature review on scientific articles within 10 years of publication in prestigious academic databases such as PubMed, Google Scholar and Elsevier. In addition, it identified the causes and consequences of microfiltration in restoration ionomers. There were sixty-five collected articles. Those with average citations were selected with a Scimago Journal Ranking. Finally, a quantity of fifty scientific articles were obtained through a systematic review. After reviewing the literature, it is found that microfiltration is defined as the clinically undetectable passage of bacteria, fluids, chemicals, molecules or ions between the restoration interface and the tooth. The main cause of microfiltration was the poor adaptation between the restorative material and the dental structure. It resulted from the change in volume during the restorative material due to cohesive contraction in restoration and oral thermal changes. The consequences of microfiltration in restoration ionomers were secondary caries, discoloration of the teeth, staining of the restoration margins, adverse pulp response, postoperative sensitivity, acceleration of the decomposition of the filler material and polymerization contraction. The Ketac N100, 3M ESPE nano ionomer was the ionomer that exhibited the lowest degree of microfiltration. Thanks to the combination of the advantage of the resin-modified glass ionomer with nanofill technology, produces an optimal Black class V restorations.

Keywords: microfiltration, glass ionomer restoration, literature review

Reviewed and corrected by: Amijos Monar Jacqueline

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jacqueline', with a large, stylized flourish extending from the end of the name.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los materiales de restauración han evolucionado de una forma muy acelerada, mejorando sus características físicas para así ofrecer una mejor calidad en los tratamientos realizados. Los ionómeros de vidrio tienen propiedades únicas como una favorable adhesión al esmalte y dentina, alta estética y liberación de fluoruro a largo plazo. Aunque, estos materiales tienen limitaciones para sus aplicaciones debido a su baja resistencia, fragilidad y la facilidad que tienen de absorber y perder agua, disminuyendo así sus propiedades, por lo que sus indicaciones son muy específicas. La técnica para llevar el material a la cavidad dental es otra desventaja, ya que si no hay una adecuada aplicación se formarán burbujas y hará que la restauración filtre generando fracaso en el tratamiento. ⁽¹⁾⁽²⁾

En varios estudios se define a la microfiltración como el paso de bacterias, fluidos, sustancias químicas, iones y moléculas, entre el diente y la restauración. Ésta se puede presentar por una mala adaptación de la restauración a la cavidad, por solubilidad del cemento, recubrimientos y bases o por una importante diferencia en el coeficiente de expansión del material de restauración y del diente. La microfiltración puede dar como resultado muchos efectos no deseados, entre ellos hipersensibilidad, cambios de color en los márgenes, caries recurrente y lesiones pulpares. Gracias a que el ionómero de vidrio puede adherirse a la estructura del diente por medio de un intercambio iónico, ha sido utilizado para colocarse directamente como restauración y controlar ciertos procesos cariosos; esto se conoce como tratamiento restaurativo atraumático y consiste en la eliminación de caries, mediante instrumentos manuales como los excavadores, posteriormente se coloca en forma directa el ionómero de vidrio. Sin embargo, se puede llegar a pensar que la capa de barrillo dentinario que cubre la superficie dental desgastada podría romper la cohesividad y provocar el fracaso de la restauración durante la contracción de la polimerización. ⁽¹⁾⁽³⁾

Los investigadores que propusieron el término llamado lesión de la pared propusieron también una asociación con un microespacio entre el diente y la restauración. Muchos todavía creen que tales microespacios de restauración existen donde la caries secundaria puede progresar a una cavitación franca, independiente de cualquier esmalte, y que los estudios de microfiltración dan fe de la existencia de este eslabón débil. Una publicación clave que despertó un gran interés en el tema acerca del intercambio de fluidos en los

márgenes de las restauraciones dentales. Los autores informaron que las gotas con un diámetro de hasta 44 µm se desarrollaron a lo largo de los márgenes de la superficie de restauración en dientes extraídos hasta congelarse y descongelarse rápidamente. Los autores denominaron el fenómeno como "percolación marginal" reconocida por las diferencias en la expansión térmica del diente y el material restaurativo. Casi al mismo tiempo, se descubrió que las estructuras dentales eran permeables a los radioisótopos, que incluían la penetración en los márgenes. El término "microfiltración", aparece como el primer artículo real que contiene este término que fue publicado en 1966. El término derivado "nanofiltración" apareció unos 30 años más tarde, para denotar la edad de fuga localizada dentro de la interfaz del adhesivo dental, aunque el 50% en peso de nitrato de plata que se utiliza como marcador ya se había utilizado en experimentos de microfiltración para una década. ⁽¹⁾⁽³⁾

Aparentemente, los experimentos de microfiltración continúan emergiendo independientemente de las múltiples revisiones en los últimos 20 años, cuestionando la confiabilidad y validez de los materiales y métodos experimentales. A pesar de los llamamientos de los editores de revistas y algunos investigadores para avanzar en la metodología de los experimentos de microfiltración, en lugar de informar más datos, relativamente pocos artículos describen los efectos de las variables experimentales en los resultados. Como consecuencia, hay grandes variaciones en las configuraciones experimentales, en la medida en que rara vez es posible realizar un metanálisis de los resultados. Además de los factores de confusión aún desconocidos, numerosas variables influyen en los resultados de los experimentos de microfiltración. ⁽¹⁾⁽³⁾

La presente investigación busca brindar un aporte de significancia al analizar la microfiltración en ionómero de restauración, puesto que es un tema innovador, de actualidad y relevante en el área odontológica. Tiene interés académico ya que mediante la revisión de la literatura se buscará actualizar y mejorar los conocimientos acerca del tema de estudio. Además, tiene interés profesional, puesto que cada odontólogo tiene la responsabilidad de estar capacitado en la utilización de los nuevos materiales de restauración que aparecen en el mercado, finalmente, tiene interés social, ya que todos los estudiantes y profesionales de odontología deben brindar la mejor de las atenciones para sus pacientes, procurando siempre el conocimiento acerca de cada uno de los materiales a utilizar en la consulta. ⁽⁴⁾⁽⁵⁾

En un estudio realizado por S Abd El Halim en Egipto en el año 2011, se comparó la microfiltración y adaptación de las preparaciones de cavidades de Clase V restauradas con tres tipos de ionómero de vidrio en función del tiempo. Se utilizó el ionómero de vidrio Ketac N100, ionómero de vidrio Vitremer y Photac Fil Quick, donde se concluyó que la microfiltración puede presentarse en todos los tipos de ionómeros, sin embargo, ionómero de vidrio Ketac N100 tuvo el menor grado de microfiltración. De igual manera, un estudio realizado por Basurto en Perú en el año 2016, donde se buscó comparar la microfiltración de los cementos ionoméricos Ketac™ Molar Easy Mix e Ionofil Molar® con dos técnicas de aplicación: jeringa centrix y espátula TRA. Se concluyó que todos los dientes que se utilizaron mostraron microfiltración, además se encontró que el Ketac Molar Easy Mix e Ionofil Molar mostraron menores valores de microfiltración con la jeringa centrix siendo el Ketac Molar Easy Mix el que obtuvo menores valores de microfiltración a comparación del Ionofil Molar.⁽²⁾⁽⁶⁾

En nuestro país, se realizó un estudio en el año 2019, el cual tuvo por finalidad evaluar la influencia que produce la limpieza de la cavidad con óxido de aluminio y piedra pómez sobre la microfiltración marginal cuando se emplean materiales ionoméricos, el mismo que concluyó que se evidencio microfiltración en todos los grupos, independientemente del tratamiento de limpieza y el material de restauración empleado, de forma más notoria a nivel de la pared cervical.⁽⁷⁾⁽⁸⁾

El presente estudio tiene como objetivo analizar la microfiltración en ionómeros de vidrio de restauración, mediante una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en los últimos 10 años; asimismo, identificar las causas y consecuencias de microfiltración en piezas dentales tratadas con ionómero de restauración.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en base a una revisión bibliográfica de artículos científicos odontológicos, procedentes de bases de datos como Google Scholar, PubMed y Elsevier, siendo seleccionados los artículos de los últimos 10 años (2009-2019). Se enfocaron de forma sistémica las variables de estudio independiente (ionómeros de restauración) y dependiente (microfiltración).

2.1 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Artículos de información relevante acerca de la microfiltración en ionómeros de restauración
- Artículos científicos publicados en los últimos 10 años
- Artículos en idioma español e inglés
- Revisiones sistemáticas, meta-análisis, ensayos clínicos aleatorizados
- Publicaciones libres de pago o de pago pedido directamente al autor

Criterios de exclusión

- Artículos que carezcan de originalidad
- Artículos sin base científica
- Artículos diferentes al tema a tratar
- Artículos de más de 10 años a partir de su publicación

2.2 Estrategia de Búsqueda

Se utilizó la técnica de observación y análisis para la interpretación y el reconocimiento ordenado de la literatura. El estudio se realizó mediante una revisión bibliográfica de artículos reconocidos con calidad científica provenientes de bases de datos científicas como Google Scholar, Pubmed y Elsevier. La base fundamental del estudio fue la calidad del artículo, por lo que se tomó en cuenta el promedio de conteo de citas además del factor de impacto SJR, para de tal manera cumplir con los objetivos de la investigación.

2.3 Tipo de estudio

Estudio descriptivo: se planteó un análisis comparativo determinando la microfiltración en ionómeros de restauración, lo que permitió desarrollar tendencias de investigación en el área de la odontología restauradora, lo que se desarrolló a partir de una revisión minuciosa de la literatura, donde los resultados se orientaron a identificar las variables dependiente e independiente del estudio.

Estudio transversal: se realizó el análisis y revisión de información en artículos científicos en una determinada línea del tiempo, información enfocada en la microfiltración en los ionómeros de restauración.

Estudio retrospectivo: se recopiló diversa información acerca de microfiltración en ionómeros de restauración, la misma que ya fue publicada con anterioridad en artículos científicos.

2.3.1 Métodos, procedimientos y población

El proceso de búsqueda de la información se realizó considerando artículos científicos publicados en un periodo comprendido entre el año 2009 al 2019, los mismos que provinieron de bases de datos de prestigio académico como Google Scholar, PubMed y Elsevier. Se seleccionaron los artículos científicos según los criterios de inclusión y exclusión, además de seleccionarlos mediante el promedio de conteo de citas (ACC), mismo que consiste en una fórmula que permite calcular la calidad del artículo mediante el número de citas en Google Scholar de cada artículo dividido para la cantidad de años de vida útil del artículo desde que es publicado, promedio que debe ser mayor a 1,5 considerado como rango de impacto moderado. Para representar la calidad científica del artículo se consideró también el factor de impacto Scimago Journal Ranking (SJR), mismo que determina la calidad del artículo mediante la revista en la que es publicado, distribuyéndolas en cuartiles Q1, Q2, Q3, Q4, siendo Q1 el más alto y Q4 el más bajo.

La búsqueda inicial expresó una cantidad de 15.600 artículos en el tema de microfiltración en ionómeros de restauración, mediante los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo un total de 9.250 de los cuales se redujo el número de artículos según la pertinencia del tema, obteniendo 335 artículos, de los cuales se mantuvo los que mencionaban microfiltración en

ionómeros de restauración dando como resultado un total de 65 artículos. Finalmente aplicando el promedio de conteo de citas (ACC) y el factor de impacto Scimago Journal Ranking (SJR) antes explicados, se recopilaron un total de 50 artículos que se utilizaron para el análisis y resultados del presente estudio.

2.3.2 Instrumentos

Lista de cotejo

Matriz de revisión bibliográfica

2.3.3 Selección de palabras clave o descriptores

Descriptores de búsqueda: se utilizó los términos de búsqueda como: microfiltración, ionómeros de restauración, microfiltración en ionómeros.

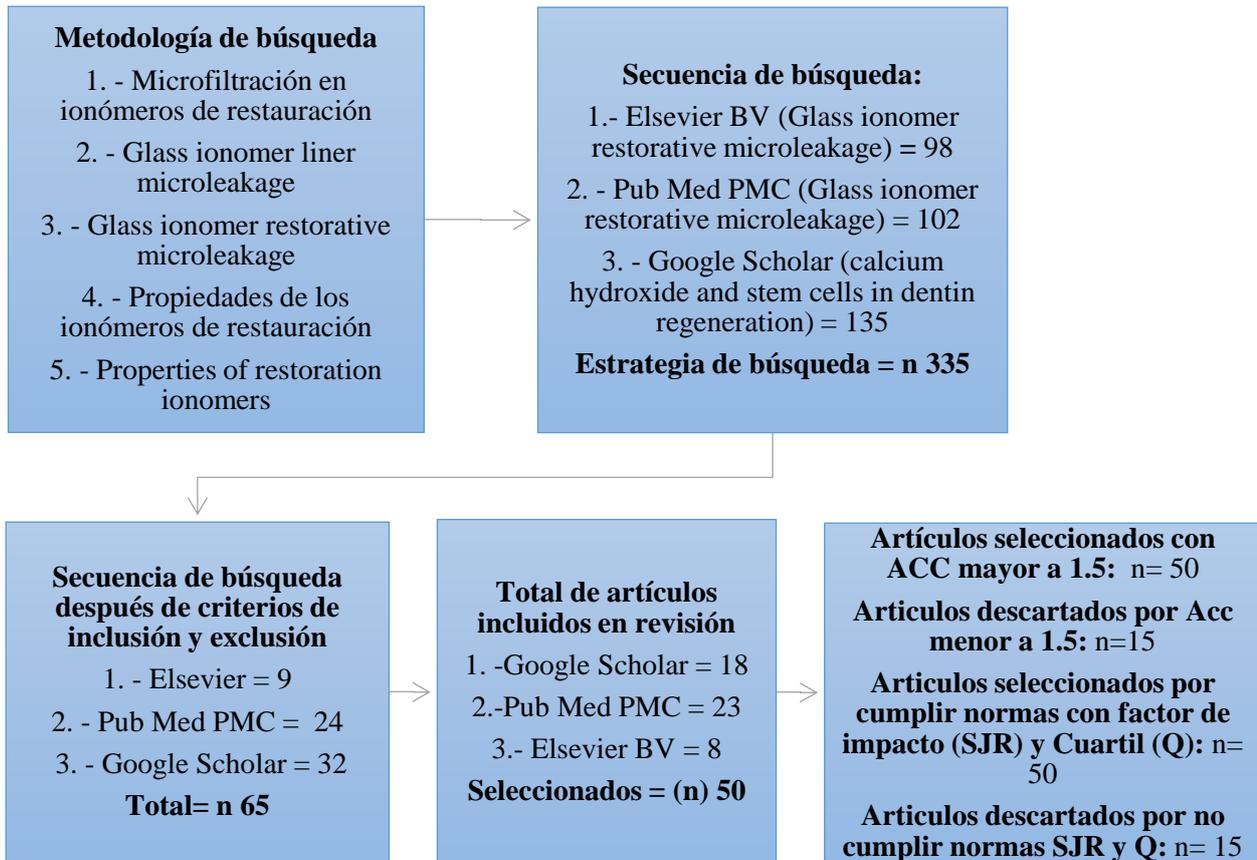
Para la búsqueda de información se utilizó operadores lógicos: “AND”, “IN”, en combinación con las palabras clave de esta manera podremos encontrar artículos válidos para la investigación.

Tabla 1. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.

FUENTE	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
Google Scholar	Microfiltración en ionómeros de restauración
	Glass ionomer liner microleakage
PubMed	Glass ionomer microleakage
	Glass ionomer restorative microleakage
Elsevier	Glass ionomer restorative microleakage

Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

Gráfico 1. Metodología con escala y algoritmo de búsqueda.



Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

La muestra del presente estudio fue intencional no probabilística, orientándose en los métodos inductivo y deductivo, mismos que sirvieron para la selección, comparación y análisis de artículos científicos publicados en los últimos 10 años (2009-2019) en bases de datos como Google Scholar, PubMed, Elsevier; orientados en las variables de estudio independiente (ionómeros de restauración) y dependiente (microfiltración).

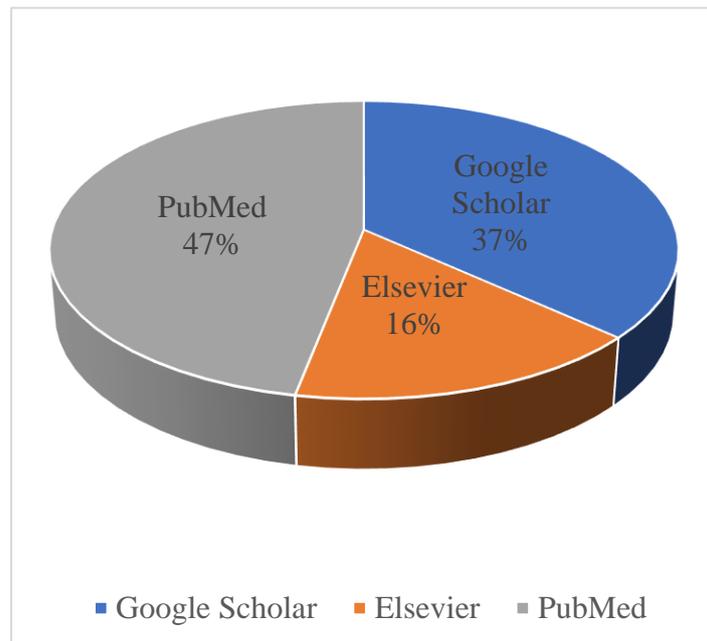
Debido a que la investigación fue de tipo documental, se aplicaron técnicas de recopilación de información, mismas que sirvieron para cumplir los objetivos del estudio, se realizó tablas de revisión sistemática y una matriz de caracterización.

2.4 Valoración de la calidad de estudios

2.4.1. Artículos científicos según la base de datos

En el **Gráfico Nro. 2** se puede observar el porcentaje de artículos científicos según la base de datos a la que pertenecen, siendo un total de 65 artículos obtenidos para la revisión sistemática se puede apreciar que el 47% pertenece a PubMed, el 37% pertenece a Google Scholar y el 16% pertenece a Elsevier, siendo PubMed la base de datos con más artículos científicos publicados en este estudio.

Gráfico Nro. 2. Artículos científicos según la base de datos

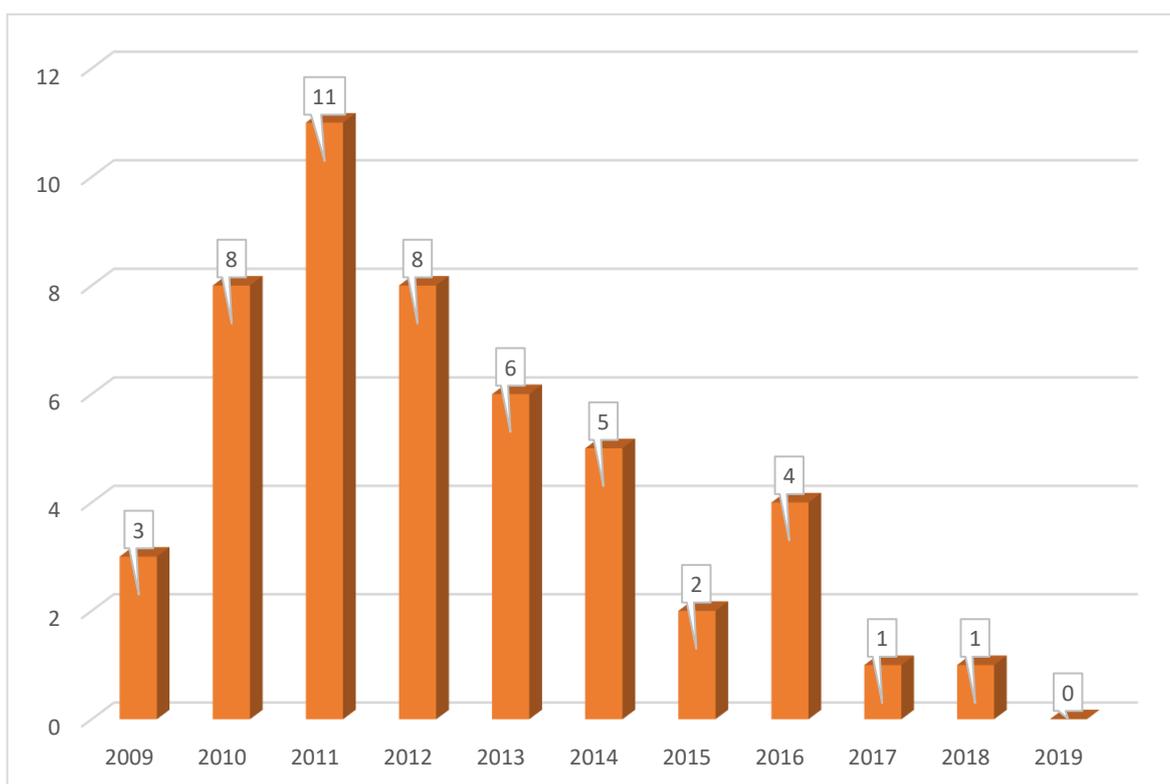


Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

2.4.2 Número de publicaciones por año

En el **Gráfico Nro. 3** se pueden observar las publicaciones de los últimos 10 años (2009-2019). Las cuales se tratan acerca de la microfiltración en ionómeros de restauración, en donde se recopiló una cantidad de 50 artículos con calidad científica para la revisión sistemática. El año con la mayor cantidad de publicaciones fue el 2011, en el año 2010 y 2012 se recolectaron 8 artículos respectivamente, en el 2013 se recopiló una cantidad de 6 artículos, en el año 2014 se seleccionaron 5 artículos, en el año 2016 se adjuntó la cantidad de 4 artículos, en el año 2009 se recopilaron 3 artículos, en el año 2015 se seleccionaron 2 artículos, finalmente, en el año 2017 y 2018 se recolectó 1 artículo respectivamente.

Gráfico Nro. 3. Número de publicaciones por año

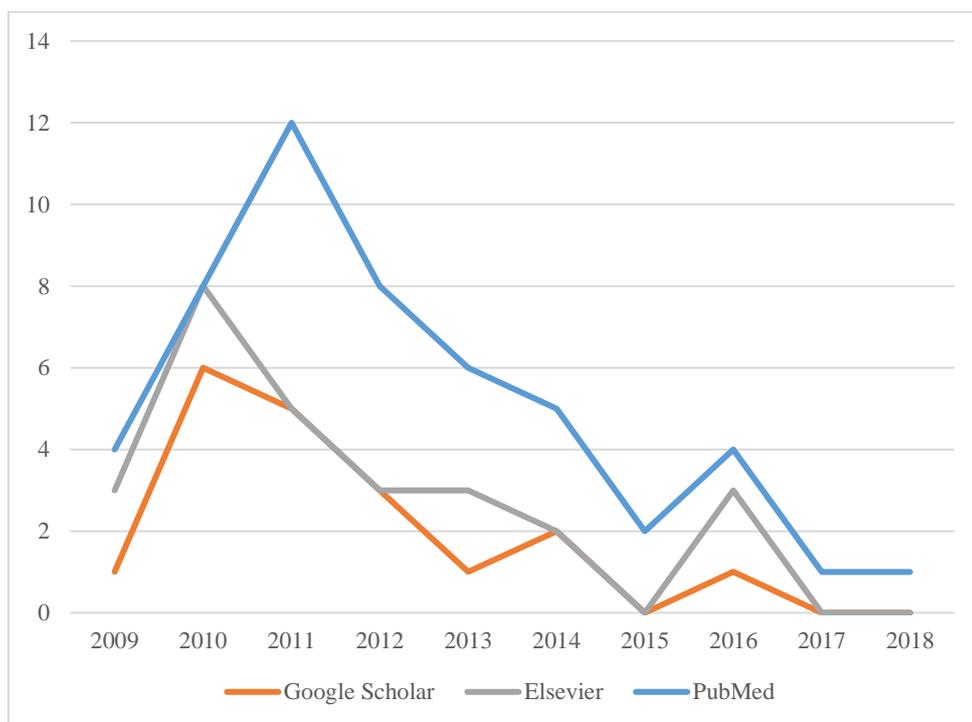


Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

2.4.3 Frecuencia de artículos por año y bases de datos

En el **Gráfico Nro. 4.** se puede observar los artículos científicos seleccionados para la presente revisión bibliográfica, los mismos que fueron elegidos en un periodo comprendido entre los años 2009 y 2019, además de ser publicados en bases de datos como Google Scholar, PubMed y Elsevier. Se puede apreciar el amplio interés acerca del tema en el año 2011, siendo el año con la mayor cantidad de publicaciones.

Gráfico Nro. 4. Frecuencia de artículos por año y bases de datos

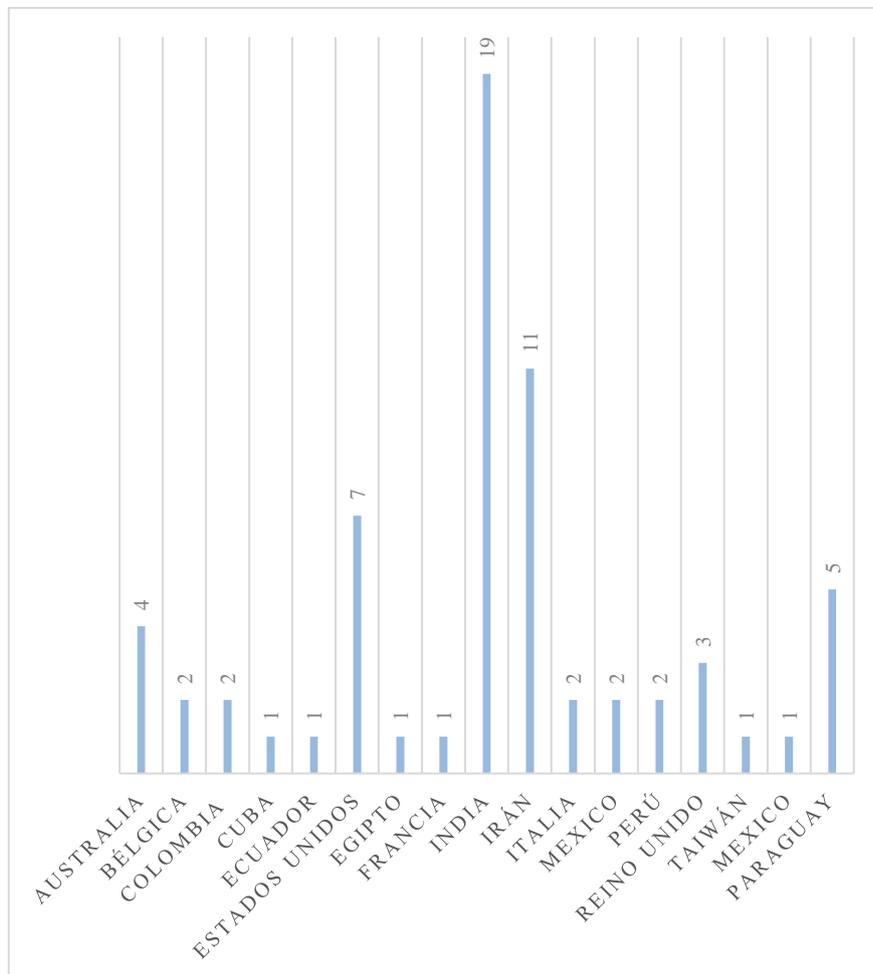


Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

2.4.4. Lugar de procedencia de los artículos científicos

En el **Gráfico Nro. 5** se pueden apreciar las publicaciones seleccionadas para esta investigación de acuerdo al país en donde se realizaron, las mismas provinieron de 20 países pertenecientes a 4 distintos continentes, razón por la cual se puede asegurar que la microfiltración en ionómeros de restauración es un tema de vanguardia e interés mundial. El país con más publicaciones en este estudio es la India con una cantidad de 19 artículos, seguido de Irán con 11 artículos científicos

Gráfico Nro. 5. Lugar de procedencia de los artículos científicos

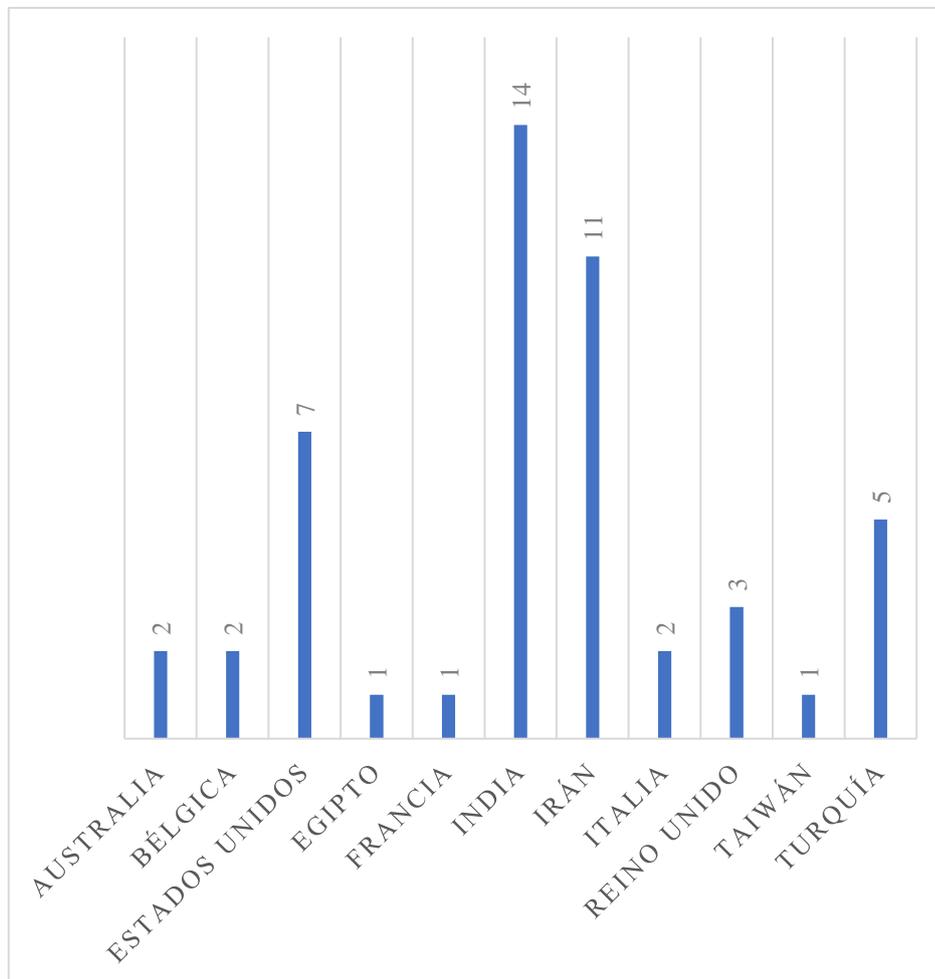


Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

2.4.5 Número de artículos con Promedio de conteo de citas válido por país

En el **Gráfico Nro. 6.** se puede observar las publicaciones que cuentan con Promedio de conteo de citas mayor a 1,5 de acuerdo al país donde se realizó el estudio. De los 50 artículos se pudo determinar que la India con una cantidad de 14 artículos fue el país con más publicaciones con ACC válido, seguido de Irán con 11 artículos científicos.

Gráfico Nro. 6. Número de artículos con Promedio de conteo de citas válido por país



Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

3. RESULTADOS

3.1 Ionómeros de vidrio

Los ionómeros de vidrio pertenecen a la clase de materiales conocidos como cementos ácido base. Se basan en el producto de reacción de ácidos poliméricos débiles con los cristales en polvo de carácter básico. Se produce en soluciones concentradas en agua y su estructura final contiene una cantidad sustancial de vidrio sin reaccionar que actúa como material de carga para reforzar el fraguado. El término “ionómero de vidrio” se aplicó a ellos en la publicación más antigua, pero no es estrictamente correcto. El nombre propio para ellos, según la Organización Internacional de Normalización, ISO, es “cemento polialquenoato cristal”. Aunque el término “ionómero de vidrio” se reconoce como un nombre trivial aceptable y es ampliamente utilizado en la profesión dental.⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

3.1.1 Historia de los Ionómeros de Vidrio

El primer Ionómero de vidrio fue producido a fines de la década de 1960 por Alan Wilson y su grupo en un laboratorio de química en Londres. La relación aluminio-sílice en el polvo de este cemento ha aumentado en comparación con el polvo de cemento de silicato, lo que da lugar a un aumento de la reactividad del vidrio, por lo tanto, reacciona más rápido con el ácido poliacrílico, porque este ácido es más débil que el ácido fosfórico utilizado en el cemento de silicato. En la mayoría de los casos, el vidrio utilizado en el cemento de aluminosilicato de ácido polialquenoico es un sistema de vidrio de aluminosilicato de calcio, que fue introducido por Wilson y Kent y contiene óxido de calcio junto con fluoruro, alúmina y sílice. En el ionómero de vidrio inicial, el líquido era una solución acuosa de ácido poliacrílico al 50%, que se convirtió en forma de gel solo después de unos pocos meses debido a la presencia de enlaces de hidrógeno intermoleculares. Este proceso de gelificación disminuye o se elimina mediante el uso de copolímeros en lugar de homopolímeros. En la actualidad, el líquido contiene un ácido acrílico acuoso o un copolímero de ácido maleico y ácido acrílico.⁽¹²⁾⁽¹³⁾

El primer cemento ASPA tenía características estéticas y de fraguado inapropiadas y en 1972 se hizo evidente que la incorporación del isómero positivo del ácido tartárico puede mejorar las propiedades de manipulación del cemento y su tiempo de fraguado. Wilson informó que es posible controlar la deposición de aluminio con el ácido tartárico y, por lo tanto, se produjo

y comercializó un material clínico eficaz, denominado ASPA II (ácido poliacrílico de aluminosilicato). Cabe señalar que, aunque el aluminio está presente dentro de la estructura del ionómero de vidrio, el calcio se agrega como un fundente, en forma de fluoruro de calcio, al polvo de aluminosilicato, formando un enlace superficial. Por lo tanto, el calcio se libera más rápido que el aluminio. Durante la producción de vidrio, se agrega flujo de fluoruro para evitar la oxidación. Luego, el fluoruro se libera después de mezclar el polvo con el ácido polialquenoico y queda disponible para su absorción por la estructura del diente. La presencia de fluoruro disminuye el punto de fusión, aumenta la resistencia del cemento, mejora las propiedades de manipulación del cemento y finalmente tiene un efecto cariostático. Durante 1988 Purton y Rodda demostraron que el cemento no solo libera iones fluoruro, sino que también puede liberar iones calcio y fosfato, lo cual fue confirmado recientemente por Ngo et al . Este grupo de investigación utilizó un material más nuevo (Fuji IX) en un estudio in vitro , en el que el estroncio ha reemplazado al calcio para conferir opacidad al material. El calcio y el estroncio pueden, en cierta medida, reemplazarse entre sí y estos investigadores informaron una penetración profunda de estroncio en la dentina desmineralizada en el piso de la cavidad. Estos estudios mostraron la posibilidad de remineralización de la dentina por ionómero de vidrio.⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

3.1.2 Propiedades de los Ionómeros de vidrio

Las características de relevancia clínica de un material restaurador, especialmente un ionómero de vidrio, incluyen propiedades adhesivas, adaptación marginal, biocompatibilidad, sensibilidad a la humedad, liberación de flúor, resistencia y desgaste. En general, a menudo se piensa que los ionómeros de vidrio sufren inconvenientes, tales como propiedades físicas y estéticas más pobres en comparación con otros materiales restauradores. Además, con frecuencia se dice que son sensibles a la técnica debido a su sensibilidad a la humedad; sin embargo, esto no es exclusivo de los GIC cuando se consideran adhesivos y compuestos de resina.⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾

3.1.2.1 Adhesión

Los ionómeros de vidrio tienen la capacidad de unirse químicamente a materiales polares como hueso, esmalte y dentina. Estos materiales tienen una alta energía superficial, pero no

pueden reaccionar con los metales nobles y la porcelana. Este tipo de adhesión se divide en dos etapas:⁽¹⁴⁾⁽²⁰⁾

- Los grupos COOH libres forman enlaces de hidrógeno con el sustrato.
- Con la progresión de la reacción, los enlaces de hidrógeno flexibles se convierten en puentes iónicos más fuertes.

Los grupos carboxilo de los polímeros iónicos del ácido polialquenoico entran en la estructura de la hidroxiapatita reemplazando el fosfato; son el principal agente con el componente de hidroxiapatita de la estructura dental. Por lo tanto, la unión es permanente porque todos los grupos adhesivos están conectados entre sí con enlaces covalentes y todos los enlaces deben fallar simultáneamente para que la unión falle. Parece que, si un enlace falla, es posible volver a unirlos mientras otros enlaces no hayan fallado.⁽¹⁴⁾

3.1.2.2 Adaptación marginal

Aunque se cree que los materiales convencionales de fraguado más lento permiten aliviar el estrés dentro de la restauración, los ionómeros de vidrio mejorados con resina pueden exhibir una contracción de fraguado más rápida a través de la polimerización del componente polimérico. Cuando el ionómero de vidrio mejorado con resina se extiende a los márgenes del esmalte, puede haber un riesgo considerable de fractura del esmalte. Sin embargo, esto no es necesariamente confirmado por la investigación, ya que los RMGIC parecen mostrar una adaptación sustancialmente mejor a la dentina que los materiales convencionales. Es posible que una propensión a la absorción de agua por el contenido de HEMA compense la contracción de la configuración inicial en los RMGIC.⁽¹⁷⁾

3.1.2.3 Biocompatibilidad: efectos biológicos y pulpares

En una revisión de la literatura sobre biocompatibilidad de los ionómeros de vidrio, los autores concluyeron que la mayoría de sus aspectos permiten un margen razonable de tolerancia desde un punto de vista biocompatible. Sin embargo, enfatizan que las propiedades biológicas son específicas del producto. Si bien las reacciones pulpares iniciales a algunos productos parecen resolverse a tiempo, especialmente si hay una barrera dentinaria, los efectos a largo plazo de la aplicación directa del ionómero de vidrio al tejido pulpar son en gran medida desconocidos. Los ionómeros de vidrio han sido muy difamados

en el pasado debido al temor a la elución de iones como el aluminio que pueden tener el potencial de profundos efectos biológicos. Si esto realmente ocurre es altamente discutible, ya que habría muchos más informes de reacciones adversas si este fuera el caso. Un artículo reciente revisó el papel del aluminio en los ionómeros de vidrio y concluyó que este ion se lixivia en diversos grados; sin embargo, se excreta en gran medida y representa un riesgo insignificante para la salud.⁽¹⁷⁾⁽²¹⁾

3.1.2.4 Sensibilidad a la humedad

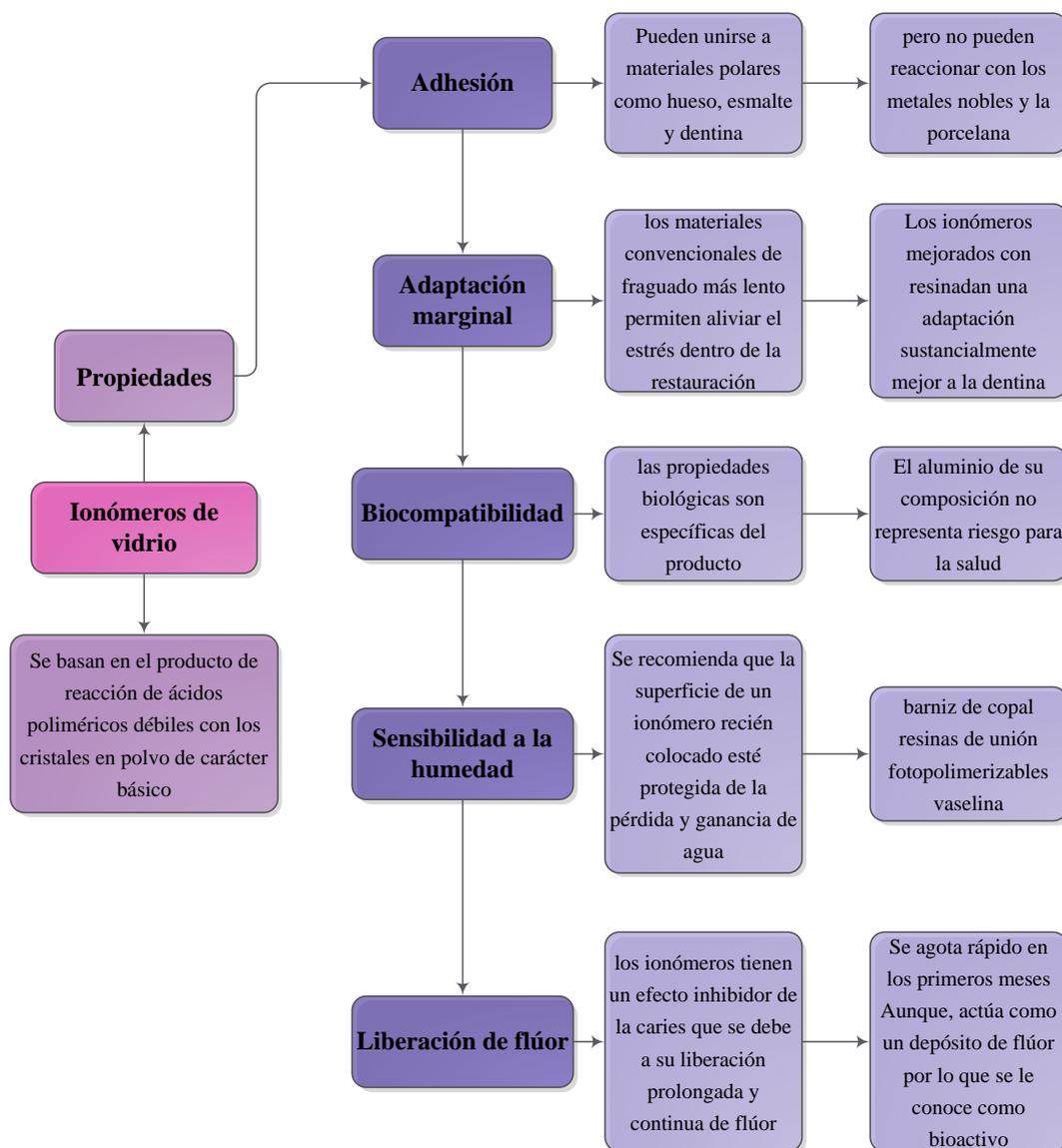
La naturaleza compleja de la reacción de fraguado de los ionómeros de vidrio a menudo se atribuye a la sensibilidad a la humedad, especialmente en las primeras etapas y más allá. La necesidad de mantener el equilibrio hídrico en ellos, particularmente en las primeras fases de su madurez, ha llevado a recomendar que la superficie de un ionómero de vidrio recién colocado esté protegida de la pérdida de agua y lo que es igualmente importante, de la ganancia de agua. Se han utilizado diversos materiales, incluido el barniz de copal, las resinas de unión fotopolimerizables, la vaselina y la manteca de cacao. La protección temprana con resinas fotopolimerizables o barnices comerciales reduce su vulnerabilidad a la disolución y al deterioro de las propiedades físicas. Se ha debatido el efecto de un recubrimiento impermeable sobre la liberación de flúor por un ionómero de vidrio; sin embargo, es dudoso que las resinas utilizadas como agentes de recubrimiento permanezcan en la superficie el tiempo suficiente para evitar esto, mientras que su presencia a corto plazo es beneficiosa para la protección. Otra ventaja de usar un agente de recubrimiento es el potencial para llenar huecos y defectos en la superficie, reduciendo la absorción de manchas de alimentos y bebidas.⁽¹⁷⁾⁽²²⁾

3.1.2.5 Liberación de flúor

Las propiedades de liberación de flúor de los ionómeros de vidrio son probablemente uno de sus mayores activos. Se supone que los ionómeros de vidrio tienen un efecto inhibitorio de la caries que se debe a su liberación prolongada y continua de flúor. El fluoruro se usa como fundente durante el proceso de fabricación del polvo de vidrio y no es una especie formadora de matriz; este fluoruro está disponible para su liberación desde el cemento fraguado para influir en el tejido dental circundante inmediato, así como en cualquier superficie adyacente. Sin embargo, el fluoruro inherente se agota bastante rápido en los primeros meses. Aunque,

el cemento tiene la capacidad de absorber más fluoruro del ambiente, dependiendo del gradiente de concentración. Se cree que esto puede continuar durante toda la vida de la restauración y, por lo tanto, el ionómero de vidrio actúa como un depósito de flúor. Este factor recargable es particularmente ventajoso donde hay una alta tasa de caries. Por lo tanto, se les conoce como materiales bioactivos o 'inteligentes', ya que no son pasivos, sino que reaccionan al medio ambiente.⁽¹⁷⁾⁽²³⁾

Gráfico Nro. 7. Propiedades de los ionómeros de restauración



Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

3.1.3 Clasificación de los Ionómeros de vidrio

Los ionómeros de vidrio se clasifican de la siguiente manera según su aplicación:⁽¹⁴⁾⁽²⁴⁾

- Tipo I: cemento de fijación para coronas, puentes y brackets de ortodoncia
- Tipo II a: cemento restaurador estético
- Tipo II b: cemento restaurador reforzado
- Tipo III: revestimiento y base.

Existe otra clasificación para los ionómeros de vidrio, de la siguiente manera:

3.1.3.1 Primera generación

La reactividad de los ionómeros de vidrio depende de la relación alúmina a sílice en la mezcla fundida utilizada en su preparación. Esta relación, la relación básica de óxido a óxido ácido, determina la alcalinidad del vidrio y dado que la reacción entre el polvo y el líquido es una reacción ácido-base, un aumento en la alcalinidad del vidrio aumenta la reacción de fraguado. El primer ionómero de vidrio, ZAEP I (Detrey, Dentsply), no fue muy activo, no fijó rápido, era muy sensible a la humedad y tenía poca translucidez. El ionómero ZAEP II contenía ácido tartárico, tenía mejores propiedades y fue el primer ionómero de vidrio con aplicaciones prácticas.⁽¹⁴⁾⁽²⁵⁾

3.1.3.2 Segunda generación

Esta generación consiste en un ionómero de vidrio que endurecen el agua. En este grupo, el poliácido se ha incorporado al polvo; por lo tanto, el cemento fragua mezclando el polvo con agua o una solución acuosa de ácido tartárico. Sus ventajas incluyen un aumento en la vida útil al evitar la gelificación, una disminución en la viscosidad durante la mezcla y un aumento en la resistencia porque el peso molecular del poliácido se puede aumentar en este sistema. Los productos comerciales de este grupo incluyen Chemfil y Ketac-Cem.⁽¹⁴⁾⁽²⁶⁾

3.1.3.3 Cementos de ionómero de vidrio reforzados

Las formulaciones anteriores tenían valores bajos de resistencia al corte de 7-12 MPa y no eran apropiadas para áreas de alta tensión. Por lo tanto, se utilizaron los siguientes métodos para reforzar el cemento:⁽¹⁴⁾⁽²⁷⁾

- Uso de fases dispersas como alúmina, óxido de titanio y óxido de circonio.
- Vidrios reforzados con fibra: adición de fibras de alúmina u otras fibras como fibras de vidrio, fibras de sílice y fibras de carbono para aumentar la resistencia a la flexión.
- Vidrios reforzados con metales: Mezcla con polvo de amalgama, denominado "Mezcla Milagrosa".
- El ionómero de Cermet, que fue introducido por Mclean y Gasser al sinterizar metal y polvo de vidrio, lo que resultó en una fuerte unión entre ellos.
- Ionómero de vidrio convencional con una alta viscosidad: estos materiales se usan mucho en la técnica de tratamiento restaurador atraumático (ART) e incluyen Fuji IX y Ketac-Molar. Fuji VIII se usa para dientes anteriores y es un ionómero de vidrio reforzado con resina. Tiene mayor resistencia a la flexión y translucidez y es apropiado para las regiones anteriores. La resistencia a la flexión es necesaria para las regiones anteriores.
- Vidrio-ionómeros reforzados con resina.
- Ionómeros de vidrio modificados con aminoácidos.

3.1.3.4 Cementos de ionómero de vidrio modificados con resina

Los ionómeros de vidrio modificados con resina se produjeron agregando metacrilato al ácido poliacrílico. Algunos de ellos son fotopolimerizables, lo que complementa la reacción básica ácido-base. En comparación, las resinas compuestas modificadas con poliácidos consisten en macromonómeros de uso común en resinas compuestas, que incluyen dimetacrilato de bisfenol A-glicidilo o dimetacrilato de uretano junto con pequeñas cantidades de monómeros ácidos. Tienen el mismo vidrio de liberación de iones que las partículas de relleno utilizadas en el ionómero convencional, pero en tamaños pequeños. La reacción de fraguado inicial se desencadena por la luz, que es seguida por una reacción ácido base después de la absorción de agua. Un gran número de investigadores han informado que los ionómeros modificados con resina pueden liberar fluoruro a una velocidad comparable a la del ionómero convencional. Sin embargo, esta liberación no solo está bajo la influencia de la formación de derivados de fluoruro complejos con su reacción con el ácido poliacrílico, sino que también puede verse afectada por el tipo y la cantidad de resina utilizada en la polimerización ligera. La liberación de fluoruro de varios de ellos durante las primeras 24 horas es máxima, con 5-35 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ dependiendo del entorno de almacenamiento. La

liberación diaria de fluoruro comienza de 8 ppm a 15 ppm en el primer día y disminuye a 1-2 ppm en el séptimo día y estabiliza en 10 días a 3 semanas.⁽¹⁴⁾⁽²⁸⁾

3.1.4 Usos clínicos del ionómero de restauración

Los atributos comunes de adhesión y liberación de fluoruro hacen que estos materiales sean útiles para una variedad de situaciones clínicas. Mientras que otros materiales restauradores han disfrutado de un gran número constante de indicaciones para su uso, la lista de indicaciones para ionómeros de vidrio ha crecido constantemente. No obstante, una indicación común para los ionómeros de vidrio como materiales restauradores es la lesión cervical no cariosa, donde se reduce la necesidad de preparación de cavidades y retención mecánica. Estos materiales tienen un potencial particularmente bueno en la caries radicular, no es raro en una población que envejece, debido a sus cualidades adhesivas y a la liberación de flúor. Tales lesiones no se prestan a preparaciones ideales de cavidades, particularmente aquellas que se presentan como defectos circundantes alrededor del margen cervical.⁽¹⁷⁾

Los ionómeros de vidrio se han utilizado tradicionalmente en situaciones de carga mínima o no. Su uso en dientes posteriores ha sido limitado por sus propiedades físicas. Sin embargo, la necesidad de un material del color de los dientes con propiedades de manejo relativamente fáciles impulsó el desarrollo de los GIC de alta viscosidad. Las razones principales para esto fueron la necesidad de encontrar un reemplazo para la amalgama tradicional, así como la necesidad de usar un material en lo que ahora es la técnica de ART bien establecida, en áreas donde no hay acceso a instrumentos rotatorios y cuidado dental, como en comunidades rurales y muchos países en desarrollo y se basa en el uso de un ionómero de vidrio de alta viscosidad. Los resultados a corto plazo muestran que este enfoque ha aumentado la proporción de restauraciones a extracciones en estas poblaciones.⁽¹⁷⁾⁽²⁹⁾

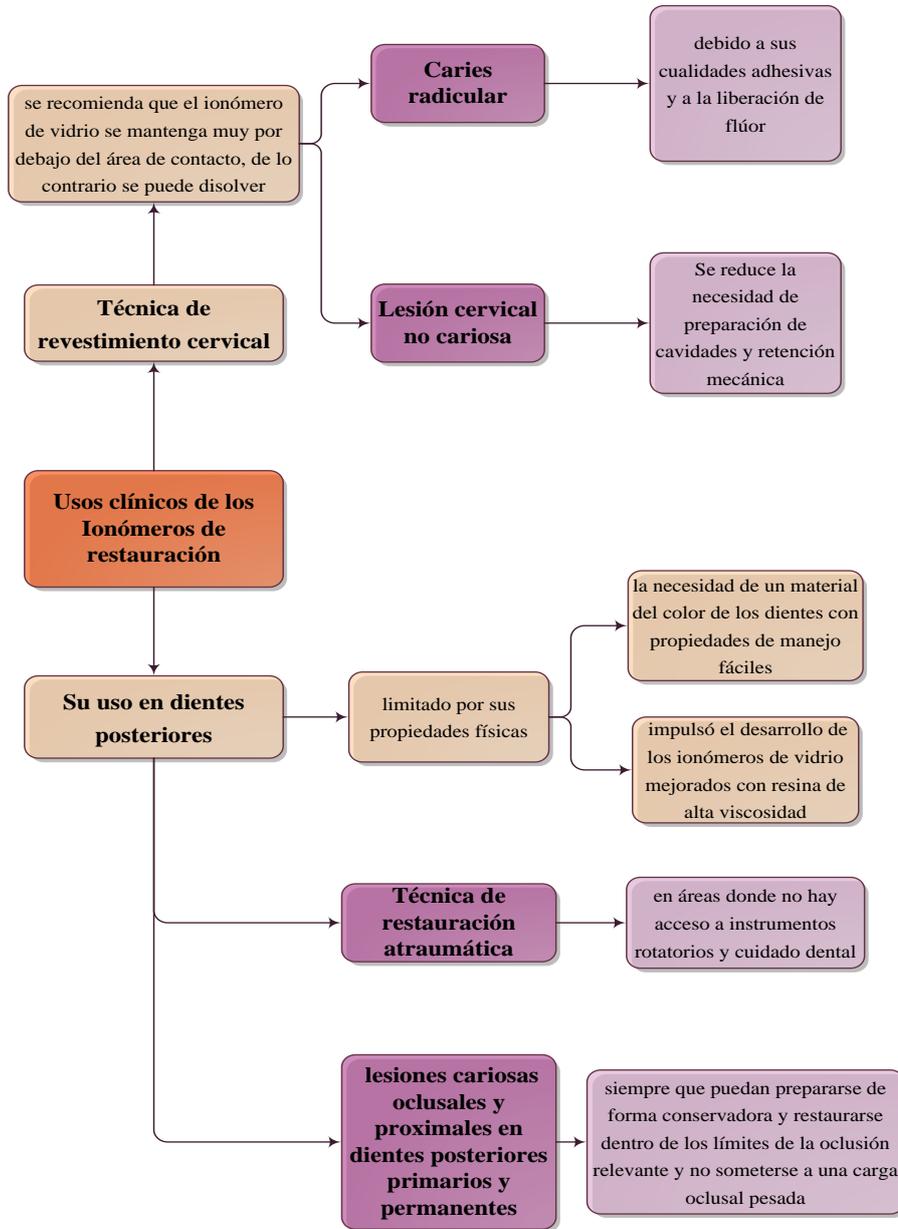
Los ionómeros vítreos de alta viscosidad pueden seleccionarse para lesiones cariosas oclusales y proximales en dientes posteriores primarios y permanentes, siempre que puedan prepararse de forma conservadora y restaurarse dentro de los límites de la oclusión relevante y no someterse a una carga oclusal pesada. Los ionómeros de vidrio no han funcionado bien en estudios clínicos sobre la longevidad de las restauraciones posteriores bajo carga. Por lo tanto, en áreas de alta carga superpuestas con un material más duradero como el compuesto de resina tendría sentido clínico. En la técnica de revestimiento cervical, se recomienda que

el ionómero de vidrio se mantenga muy por debajo del área de contacto, de lo contrario se puede disolver. La pérdida progresiva de material en áreas proximales, justo debajo de las áreas de contacto, se observó comúnmente en un estudio de seis años utilizando un ionómero de vidrio de alta viscosidad en cavidades proximales, lo que llevó a los autores a concluir que la presencia de contactos proximales promueve la desintegración del ionómero.⁽¹⁷⁾⁽³⁰⁾

3.1.5 Técnica restaurativa atraumática (ART)

Esta técnica consiste en la extracción manual de la caries con instrumentos de mano, tales como excavadores y cucharillas afiladas y realizar la restauración de la cavidad con un material adhesivo que libera fluoruro. Presenta un bajo costo, método mínimamente invasivo y cómodo para el paciente, mismo que está ganando reconocimiento en situaciones clínicas en las que las circunstancias no permiten la preparación de cavidades tradicional. La técnica ART es especialmente útil en el tratamiento de pacientes muy jóvenes, pacientes que no cooperan o personas con necesidades especiales de salud, conjuntamente con el cuidado de seguimiento que incluye fluoruros tópicos e instrucción de higiene oral. Las tasas de éxito para este tipo de restauraciones dependen de la extensión de la caries, la formación y el proveedor de material usado. El ionómero de vidrio modificado con resina se recomendó inicialmente para esta técnica debido a sus propiedades físicas, incluyendo adhesión química al esmalte y la dentina, liberación de fluoruro en los tejidos del diente, saliva y la placa, además de biocompatibilidad con el tejido de la pulpa y el coeficiente de expansión térmica que es similar a los dientes. Sin embargo, su uso en odontología pediátrica se ha limitado a la aplicación en áreas relativamente bajas que soporta esfuerzo debido a la baja resistencia al desgaste y resistencia a la flexión. Otras propiedades menos deseables incluyen sensibilidad temprana a la humedad, la desecación y estética pobres.⁽²⁹⁾⁽³¹⁾

Gráfico Nro. 8. Usos clínicos de los ionómeros de restauración



Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

3.2 Microfiltración en ionómeros de restauración

La longevidad de una restauración depende en gran medida del mantenimiento de un buen sellado marginal. La microfiltración se define como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, sustancias químicas, moléculas o iones entre la interfaz de la restauración y el diente.⁽¹³⁾⁽³²⁾

La microfiltración y la falta de integridad marginal de las restauraciones se ha implicado en la sensibilidad de la dentina, la formación de caries secundaria, la corrosión o la disolución de materiales dentales, la decoloración de los materiales dentales y la estructura dental circundante y la filtración de líquido. El hecho de que las restauraciones muestren fugas en las interfaces marginales con la estructura dental no sorprende a los dentistas en ejercicio. Se describe como el movimiento de fluidos orales entre el diente y la interfaz de restauración. Ese líquido puede contener bacterias y otras sustancias nocivas que pueden afectar la unidad biológica del diente / pulpa.⁽³³⁾⁽³⁴⁾

3.2.1 Principales causas de microfiltración en ionómeros de restauración

La causa principal de la microfiltración es la mala adaptación entre el material restaurador y la estructura dental original. Otra causa secundaria es el cambio de volumen en el material restaurador debido a la contracción cohesiva durante la restauración y los cambios térmicos orales después de la restauración; dichos cambios de volumen harán que aparezca una brecha entre el material restaurador y el diente que permita que ocurra una microfiltración.⁽³⁵⁾⁽¹³⁾⁽²⁸⁾

Otro factor, que se ha informado que influye en la integridad marginal en condiciones clínicas, es el estrés funcional causado por la masticación. Además, la adhesión de un material restaurador a la dentina puede verse comprometida por una serie de condiciones ambientales intraorales. Estos incluyen la posibilidad de contaminación por saliva o fluidos gingivales, y las dificultades técnicas asociadas con la colocación, el contorno y el acabado de la restauración.⁽³⁵⁾

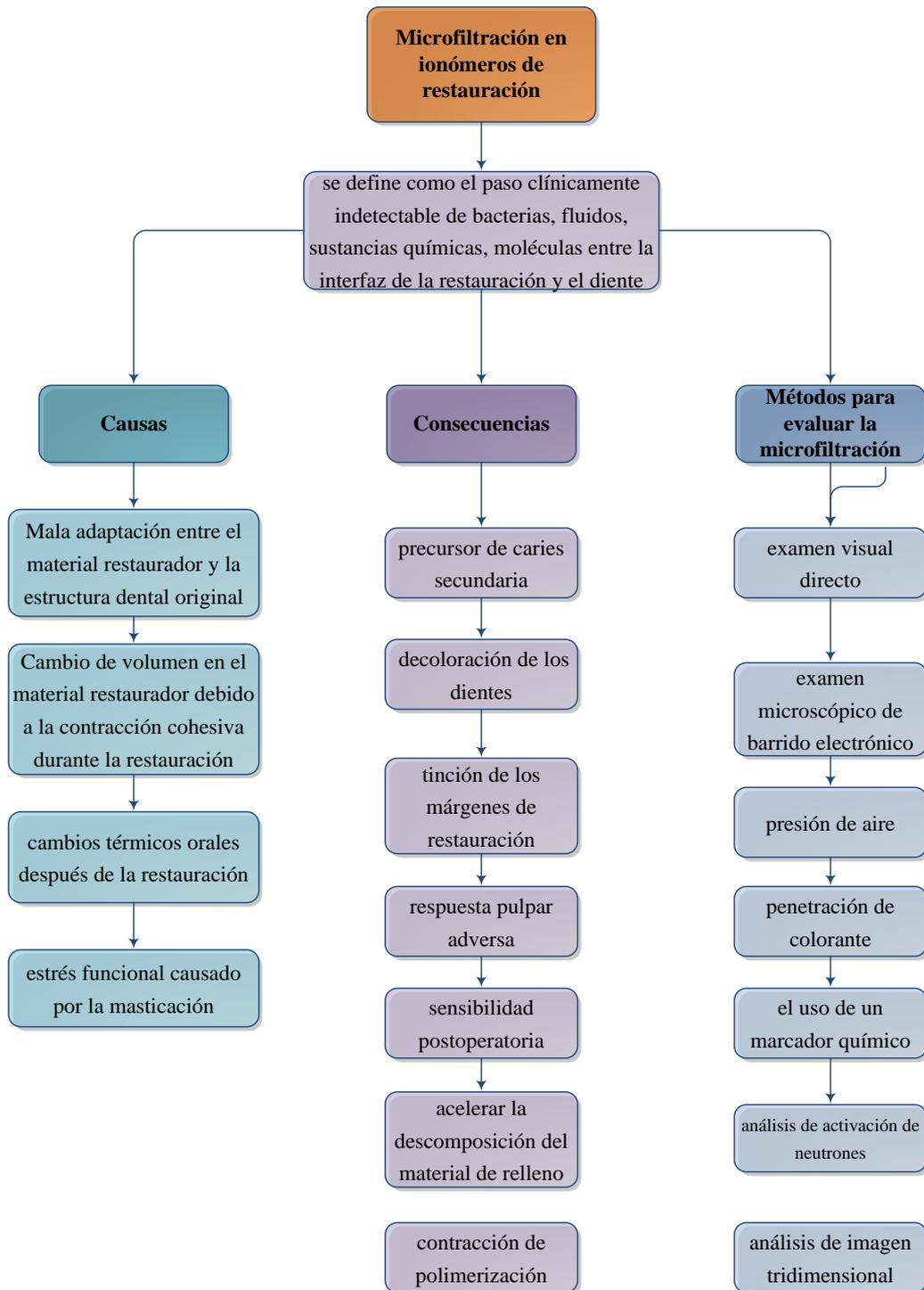
3.2.2 Consecuencias de la microfiltración en ionómeros de restauración

La microfiltración ha sido reconocida como el principal problema clínico con las restauraciones dentales de llenado directo. La microfiltración marginal puede ser el precursor de caries secundaria, puede promover la decoloración de los dientes, la tinción de los márgenes de restauración, una respuesta pulpar adversa, sensibilidad postoperatoria e incluso acelerar la descomposición del material de relleno, además de la contracción de polimerización que es uno de los factores importantes que conducen a la microfiltración.⁽¹³⁾⁽³⁵⁾⁽³²⁾⁽³⁶⁾

3.2.3 Los métodos disponibles para evaluar la microfiltración

Los métodos disponibles para evaluar la microfiltración incluyen examen visual directo, examen microscópico, examen microscópico de barrido electrónico, presión de aire, penetración de colorante, el uso de un marcador químico, uso del marcador de isótopos radiactivos, análisis de activación de neutrones, metodologías electroquímicas, medición de la penetración de bacterias, el método de caries artificial y análisis de imagen tridimensional. Entre estos métodos, el uso del corte permite al examinador ver solo una parte de la fuga y no todo el curso de la fuga. Por el contrario, el uso de la presión del aire, el análisis de activación de neutrones, una metodología electroquímica y la medición de la penetración de bacterias permiten medir el volumen de la fuga, pero no permiten determinar el curso de la fuga. Tanto el enfoque de penetración de tinte como el método de trazado químico tienen los méritos de una fácil manipulación, un análisis fácil de los resultados y no necesitan instrumentación costosa. Como resultado, estos enfoques son ampliamente aceptados como métodos al estudiar la microfiltración de materiales de restauración dental.⁽²³⁾⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾

Gráfico Nro. 9. Microfiltración en ionómeros de restauración



Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

Tabla 2. Análisis de la microfiltración en ionómeros de restauración

Título	Autor	Ionómeros que se utilizaron	Técnica para determinar microfiltración	Resultados	Conclusión del Grado de microfiltración
Comparative Evaluation of Microleakage Among Three Different Glass Ionomer Types	S Abd El Halim, D Zaki(39)	Ketac N100 nanoionómero Vitremmer (3M ESPE) Photac Fil Quick (3M ESPE)	Penetración de colorante	La diferencia entre los tres grupos fue significativa después de la inmersión durante 30 días en el margen oclusal	El ionómero de vidrio fotopolimerizable de nanorelleno (Ketac N100) mostró la menor microfiltración.
Nanoionomer: Evaluation of microleakage	Upadhya y S, Rao A(40)	GC Gold Label Restaurador Universal (i. convencional) GC Gold Label fotopolimerizable Restaurador Universal (i. modificado con resina) Ketac N100 nanoionómero	Penetración de colorante	El Nanoionomero tuvo menor microfiltración, con una puntuación media de 1,3, en comparación con el ionómero modificado con resina (3,2) y ionómero convencional (2,6)	Ketac N100 nanoionómero mostró la menor microfiltración
Evaluation of the Microleakage of Chlorhexidine-Modified Glass Ionomer Cement: An in vivo Study	Sherryl Mary Mathew (32)	GC Fuji IX modificado con 1% de diacetato de clorhexidina GC Fuji IX (i. convencional)	Penetración de colorante	La diferencia del grado de microfiltración en el análisis estadístico fue no significativa	GC Fuji IX modificado con 1% de diacetato de clorhexidina mostró menor grado de microfiltración, se puede considerar como alternativa en la técnica ART
Microleakage after Thermocycling of Three Self-Etch Adhesives under Resin-Modified Glass-Ionomer Cement Restorations	Sabine O. Geerts (41)	GC Fuji IX GP (i. convencional) GC Fuji II LC (i. modificado con resina)	Penetración de colorante	Diferencia estadísticamente no significativa GC Fuji II LC (Mejorado) exhibió una mayor microfiltración en los márgenes de dentina que en los márgenes del esmalte.	GC Fuji IX GP mostró menor grado de microfiltración
Comparative evaluation of microleakage of nano-filled resin-modified glass ionomer:	Nesrin Eronat(13)	Ketac Molar, 3M ESPE (i. alta viscosidad) Ketac N100, 3M ESPE (nanoionómero)	Penetración de colorante	Hubo diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de microfiltración de los dos grupos para las	Ketac N100, 3M ESPE (nanoionómero) mostró menor grado de microfiltración

An in vitro study				puntuaciones tanto oclusales y gingivales	
Comparative Evaluation of Microleakage Between Nano-Ionomer, Giomer and Resin Modified Glass Ionomer Cement in Class V Cavities- CLSM Study	Indira Priyadahi ni Bollu (42)	GC Fuji Filling LC (i. mejorado con resina) Beautifil II, Shofu (giómero) Ketac N 100, 3M ESPE (nanoionómero)	Penetracion de colorante	Se encontró diferencia estadísticamente no significativa entre Nano Ionómero y ionómero mejorado con resina (p = 0,3550)	Nano-ionómero y ionómero mejorado con resina mostraron significativamente menor microfiltración
Comparative evaluation of microleakage of conventional and modifications of glass ionomer cement in primary teeth: An in vitro study	AS Shruthi, NB Nagaven, P Poornia (43)	GC Fuji II LC Vitremer Compoglass (i. modificados con resina)	Penetracion de colorante	en general no hubo diferencias significativas entre los puntajes de microfiltración de las muestras en los tres grupos	ninguno de los tres ionómeros estaba exento de microfiltración. Vitremer con más grado de microfiltración
Microleakage of glass ionomer formulations after erbium:yttrium, aluminium–garnet laser preparation	Katleen I. M. Delmé (31)	Ketac Molar, 3M ESPE VOCO Ionofil Molar 3M™ Ketac™ Fil Plus 3M™ Photac™ Fil Quick Aplicap™ VOCO Ionofil Molar AC Quick	Penetracion de colorante	La microfiltración en el margen gingival en la dentina fue siempre mayor que en el margen oclusal en esmalte.	Photac Fil mostró una menor microfiltración

Elaborado por: Nancy Maribel Alarcón Quinatoa

3.3 Discusión

El presente estudio se realizó en base a una revisión bibliográfica de artículos con calidad científica de bases de datos de prestigio académico como Google Scholar, PubMed y Elsevier, en un periodo de tiempo registrado en los últimos 10 años, se seleccionaron 65 artículos de los cuales se escogieron 50 que contaban con validez científica para la revisión sistemática.

La información encontrada en los artículos científicos arrojó datos relevantes acerca de la microfiltración en ionómeros de restauración, la cual según Geerts⁽⁴¹⁾, Çiftçi⁽⁴⁴⁾, Taha⁽⁴³⁾, Kusgöz⁽⁴⁵⁾ se define como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, sustancias químicas, moléculas o iones entre la interfaz de la restauración y el diente. Vosoughhosseini⁽⁴⁶⁾ menciona que la principal causa de microfiltración en ionómeros de restauración es la mala adaptación entre el material restaurador y la estructura dental original, además autores como Ghandehari⁽³⁵⁾, Eronat⁽¹³⁾ explican que el cambio de volumen en el material restaurador debido a la contracción cohesiva durante la restauración y los cambios térmicos orales después de la restauración son causas secundarias de microfiltración en ionómeros de restauración. Según Dua⁽³²⁾, Simi⁽³⁶⁾, Gorseta⁽⁴⁷⁾, Burcak⁽⁴⁸⁾ las consecuencias de microfiltración en ionómeros de restauración son caries secundaria, decoloración de los dientes, la tinción de los márgenes de restauración, una respuesta pulpar adversa, sensibilidad postoperatoria, acelerar la descomposición del material de relleno, y la contracción de polimerización.

Según Halim⁽³⁹⁾, Rao⁽⁴⁰⁾, Eronat⁽¹³⁾, Priyadarshini⁽⁴²⁾ el nanoionómero Ketac N100, 3M ESPE es el ionómero que presenta menor grado de microfiltración en comparación con ionómeros de vidrio como Vitremer (3M ESPE), Photac Fil Quick (3M ESPE), GC Fuji II LC y GC Fuji IX GP, gracias a que combina la ventaja del cemento de ionómero de vidrio modificado con resina junto con la tecnología del nanorelleno, lo que lo hace óptimo para restauraciones en clase V de Black. Un estudio realizado por Dua⁽³²⁾ en el año 2013 acerca de la evaluación de la microfiltración en el ionómero de vidrio GC Fuji IX modificado con 1% de clorhexidina demuestra que dicho ionómero de vidrio no parece alterar sustancialmente las propiedades físicas del material de restauración y por lo tanto no produce microfiltración, además de que debido a sus propiedades antibacterianas mejoradas y buena capacidad de sellado marginal puede ser considerado como una valiosa alternativa,

especialmente en técnicas invasivas mínimas, así como para la utilidad clínica general en odontología pediátrica. Un estudio realizado por Singla⁽⁴⁹⁾ acerca del efecto de la desinfección de la cavidad con clorhexidina en cavidades restauradas con material compuesto de ionómero utilizando un adhesivo de autocurado, informa que, el uso de desinfectante de cavidades de clorhexidina al 2% aumenta la microfiltración en las cavidades restauradas con compuestos de ionómero fotopolimerizables.

Un dato interesante que se encontró en la presente investigación fue dado por Somani⁽⁵⁰⁾ en el año 2014 en su estudio acerca de la evaluación comparativa de microfiltración en cementos de ionómero de vidrio convencionales y cementos de ionómero de vidrio incorporados con triclosán, informa que la adición de triclosán a los ionómeros de restauración no tiene ningún efecto sobre la microfiltración del mismo. Este estudio sugiere que el ionómero de vidrio de restauración incorporado al triclosán se puede utilizar con éxito en odontología pediátrica con una ventaja adicional que es su propiedad antibacteriana. Se requiere más investigación para probar otras propiedades físicas del triclosán incorporado al ionómero de restauración a gran escala.

4. CONCLUSIONES

- La microfiltración en ionómeros de restauración se define como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, sustancias químicas, moléculas o iones entre la interfaz de la restauración y el diente.
- La causa principal de la microfiltración en ionómeros de restauración es la mala adaptación entre el material restaurador y la estructura dental original. Las causas secundarias son: el cambio de volumen en el material restaurador debido a la contracción cohesiva durante la restauración y los cambios térmicos orales después de la restauración, además de, el estrés funcional causado por la masticación.
- Las consecuencias de microfiltración en ionómeros de restauración son: caries secundaria, decoloración de los dientes, la tinción de los márgenes de restauración, una respuesta pulpar adversa, sensibilidad postoperatoria e incluso acelerar la descomposición del material de relleno, además de la contracción de polimerización.
- El ionómero de restauración con menor grado de microfiltración es el nanoionómero Ketac N100, 3M ESPE, debido a que combina la ventaja del cemento de ionómero de vidrio modificado con resina junto con la tecnología del nanorelleno, lo que lo hace óptimo para restauraciones en clase V de Black.

5. PROPUESTA

La propuesta de esta investigación es incentivar a estudiantes y profesionales de la odontología a mejorar su conocimiento sobre la microfiltración en ionómeros de restauración, ya que existen nuevos materiales al igual que técnicas de utilización de los mismos que son cada vez más beneficiosos para la salud oral del paciente en el momento de la consulta.

Es importante el conocimiento acerca de los ionómeros de restauración ya que pueden ser utilizados en la técnica de restauración atraumática (ART) la cual es ampliamente utilizada en pacientes pediátricos, pacientes que no cooperan al momento de la consulta, o personas con necesidades especiales, misma que tiene una elevada tasa de éxito gracias a las propiedades físicas del ionómero de restauración.

Se propone utilizar este trabajo de investigación en la cátedra de operatoria dental, puesto que se ha realizado una amplia revisión a la literatura, buscando ampliar además de actualizar los conocimientos de estudiantes y profesionales odontólogos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Arribas AJ, Nagano AY. Valoración de la microfiltración del ionómero de vidrio mejorado (Ketac Molar Easymix®) con o sin el uso de acondicionador. *Rev Odontológica Mex.* 2015;19(3):170–3.
2. Basurto-sampedrano KE, Barragán-salazar NC. Comparación de la microfiltración del Ketac™ Molar e Ionofil Molar® con centrix y espátula TRA Comparison of the dental leakage between Ketac™ Molar e Ionofil Molar® with centrix and ART spatula. *Ces Odontol.* 2016;29(2):5–11.
3. Jokstad A. Secondary caries and microleakage. *Dent Mater [Internet].* 2016;32(1):11–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.006>
4. De T, Suárez P, Milagros CDL, Alguacil G, Espinosa MU. Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. *Ionómero Vidr el Cem Dent este siglo.* 2016;41(7).
5. Juntavee A, Juntavee N, Peerapattana J, Nualkaew N, Sutthisawat S. Comparison of Marginal Microleakage of Glass Ionomer Restorations in Primary Molars Prepared by Chemomechanical Caries Removal (CMCR), Erbium: Yttrium Aluminum-Garnet (Er:YAG) Laser and Atraumatic Restorative Technique (ART). *Int J Clin Pediatr Dent.* 2013;6(2):75–9.
6. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater [Internet].* 2013;29(1):59–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2012.07.158>
7. Muñoz Estrella M, Cruz Gallegos A, Armas Vega A del C. Influencia del método de limpieza empleado previo el empleo de materiales ionomericos en micro filtración de cavidades a nivel cervical. *Kiru.* 2019;16(3):118–22.
8. Uysal T, Ramoglu SI, Ertas H, Ulker M. Microleakage of orthodontic band cement at the cement-enamel and cement-band interfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet].* 2010;137(4):534–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.03.025>

9. Sidhu S, Nicholson J. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater*. 2016;7(3):16.
10. Baghalian A, Nakhjavani YB, Hooshmand T, Motahary P, Bahramian H. Microleakage of Er:YAG laser and dental bur prepared cavities in primary teeth restored with different adhesive restorative materials. *Lasers Med Sci*. 2013;28(6):1453–60.
11. Lokhande NA, Padmai AS, Rathore VPS, Shingane S, Jayashankar DN, Sharma U. Effectiveness of flowable resin composite in reducing microleakage - an in vitro study. *J Int oral Heal JIOH* [Internet]. 2014;6(3):111–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25083045> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4109237>
12. Ak AT, Alpoz AR. Effect of saliva contamination on microleakage of three different pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent*. 2010;11(2):93–6.
13. Eronat N, Yilmaz E, Kara N, Ak AT. Comparative evaluation of microleakage of nano-filled resin-modified glass ionomer: An in vitro study. *Eur J Dent*. 2014;8(4):450–5.
14. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)* [Internet]. 2013;10(4):411–20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3793401/>
15. Sharafeddin F, Feizi N. Evaluation of the effect of adding micro-hydroxyapatite and nano-hydroxyapatite on the microleakage of conventional and resin-modified Glass-ionomer CI V restorations. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(2):e242–8.
16. Khoroushi M, Fardashtaki SR. Effect of light-activated bleaching on the microleakage of class v tooth-colored restorations. *Oper Dent*. 2009;34(5):565–70.
17. Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: A sticky subject? *Aust Dent J*. 2011;56(SUPPL. 1):23–30.
18. Subramaniam P, Girish Babu KL, Jayasurya S. Evaluation of solubility and

- microleakage of glass carbomer sealant. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(5):429–34.
19. Bahrololoomi Z, Razavi F, Soleymani AA. Comparison of micro-leakage from resin-modified glass ionomer restorations in cavities prepared by Er: YAG (Erbium-doped Yttrium Aluminum Garnet) laser and conventional method in primary teeth. *J Lasers Med Sci.* 2014;5(4):183–7.
 20. Medić V, Obradović-Djuričić K, Dodić S, Petrović R. In Vitro evaluation of microleakage of various types of dental cements. *Srp Arh Celok Lek.* 2010;138(3–4):143–9.
 21. Yavari H, Samiei M, Eskandarinezhad M, Shahi S, Aghazadeh M, Pasvey Y. An in vitro comparison of coronal microleakage of three orifice barriers filling materials. *Iran Endod J.* 2012;7(3):156–60.
 22. Gupta KV, Verma P, Trivedi A. Evaluation of Microleakage of Various Restorative Materials: An in Vitro Study . *J Life Sci.* 2011;3(1):29–33.
 23. Poggio C, Chiesa M, Scribante A, Mekler J, Colombo M. Microleakage in Class II composite restorations with margins below the CEJ: In vitro evaluation of different restorative techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013;18(5):793–8.
 24. Ordóñez GA, Astudillo AP, Carrasco FL, Ordóñez JF. un sistema adhesivo de quinta y séptima generación * Comparative analysis in vitro microfiltration grade adhesive between seventh and fifth generation system. 2016;6(1):115–22.
 25. Kasraei S, Azarsina M, Majidi S. In vitro comparison of microleakage of posterior resin composites with and without liner using two-step etch-and-rinse and self-etch dentin adhesive systems. *Oper Dent.* 2011;36(2):213–21.
 26. Bayrak S, Sen Tunc E, Tuloglu N. The effects of surface pretreatment on the microleakage of resin-modified glass-ionomer cement restorations. *J Clin Pediatr Dent.* 2012;36(3):279–84.
 27. Omidi BR, Naeini FF, Dehghan H, Tamiz P, Savadroodbari MM, Jabbarian R. Microleakage of an Enhanced Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Material in

- Primary Molars. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2018;15(4):205–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30405729><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6218465>
28. Shih WY. Microleakage in different primary tooth restorations. *J Chinese Med Assoc* [Internet]. 2016;79(4):228–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcma.2015.10.007>
 29. Wadenya R, Smith J, Mante F. Microleakage of nano-particle-filled resin-modified glass ionomer using atraumatic restorative technique in primary molars. *N Y State Dent J*. 2010;76(4):36–9.
 30. Shafiei F, Akbarian S. Microleakage of nanofilled resinmodified glass-ionomer/silorane- or methacrylate-based composite sandwich Class II restoration: Effect of simultaneous bonding. *Oper Dent*. 2014;39(1):22–30.
 31. Delmé KIM, Deman PJ, De Bruyne MAA, Nammour S, De Moor RJG. Microleakage of glass ionomer formulations after erbium:Yttrium-aluminium- garnet laser preparation. *Lasers Med Sci*. 2010;25(2):171–80.
 32. Dua K, Koshy G, Mathew SM, Thomas AM. Evaluation of the Microleakage of Chlorhexidine-Modified Glass Ionomer Cement: An in vivo Study . *Int J Clin Pediatr Dent*. 2013;6(1):7–11.
 33. Koubi S, Elmerini H, Koubi G, Tassery H, Camps J. Quantitative evaluation by glucose diffusion of microleakage in aged calcium silicate-based open-sandwich restorations. *Int J Dent*. 2012;2012.
 34. Zumárraga Paredes MJ, et al. Evaluación de técnicas ionoméricas mediante pruebas de microfiltración. *Kiru*. 2017;14(1):8–13.
 35. Ghandehari M, Mighani G, Shahabi S, Chiniforush N, Shirmohammadi Z. Comparison of Microleakage of Glass Ionomer Restoration in Primary Teeth Prepared by Er: YAG Laser and the Conventional Method. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2012;9(3):215–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23119130><http://www.pubmedcentral.nih>

36. Simi B, Suprabha B. Evaluation of microleakage in posterior nanocomposite restorations with adhesive liners. *J Conserv Dent*. 2011;14(2):178–81.
37. Singla T, Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M. An evaluation of microleakage of various glass ionomer based restorative materials in deciduous and permanent teeth: An in vitro study. *Saudi Dent J [Internet]*. 2012;24(1):35–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2011.10.002>
38. Enan ET, Hammad SM. Microleakage under orthodontic bands cemented with nano-hydroxyapatite- modified glass ionomer An in vivo study. *Angle Orthod*. 2013;83(6):981–6.
39. Abd El Halim S, Zaki D. Comparative evaluation of microleakage among three different glass ionomer types. *Oper Dent*. 2011;36(1):36–42.
40. Upadhyay S, Rao A. Nanoionomer: Evaluation of microleakage. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2011;29(1):20–4.
41. Geerts SO, Seidel L, Albert AI, Gueders AM. Microleakage after Thermocycling of Three Self-Etch Adhesives under Resin-Modified Glass-Ionomer Cement Restorations. *Int J Dent*. 2010;2010:1–6.
42. Bollu IP, Hari A, Thumu J, Velagula LD, Bolla N, Varri S, et al. Comparative evaluation of microleakage between nano-ionomer, giomer and resin modified glass ionomer cement in class V cavities- CLSM study. *J Clin Diagnostic Res*. 2016;10(5):ZC66–70.
43. Taha NA, Palamara JEA, Messer HH. Cuspal deflection, strain and microleakage of endodontically treated premolar teeth restored with direct resin composites. *J Dent*. 2009;37(9):724–30.
44. Çiftçi A, Vardarli DA, Sönmez IŞ. Coronal microleakage of four endodontic temporary restorative materials: An in vitro study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology [Internet]*. 2009;108(4):e67–70. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.05.015>

45. Kuşgöz A, Tüzüner T, Ülker M, Kemer B, Saray O. Conversion degree, microhardness, microleakage and fluoride release of different fissure sealants. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2010;3(8):594–9.
46. Vosoughhosseini S, Lotfi M, Shahmoradi K, Saghiri MA, Zand V, Mehdipour M, et al. Microleakage comparison of glass-ionomer and white mineral trioxide aggregate used as a coronal barrier in nonvital bleaching. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;16(7):1017–21.
47. Gorseta K, Glavina D, Skrinjaric I. Influence of ultrasonic excitation and heat application on the microleakage of glass ionomer cements. *Aust Dent J.* 2012;57(4):453–7.
48. Cehreli SB, Tirali RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glasscarbomer cement in primary teeth. *Eur J Dent.* 2013;7(1):15–21.
49. Singla M, Aggarwal V KN. Effect of chlorhexidine cavity disinfection on microleakage in cavities restored with composite using a self-etching single bottle adhesive. *J Conserv Dent.* 2011;14(4):374–377.
50. Somani R, Jaidka S, Jawa D MS. Comparative evaluation of microleakage in conventional glass ionomer cements and triclosan incorporated glass ionomer cements. *Contemp Clin Dent* [Internet]. 2014;5(1):85–88. Available from: doi:10.4103/0976-237X.128675

7. ANEXOS

7.1 Anexo 1. Tabla de caracterización de artículos científicos escogidos para la revisión.

N°	Título del artículo	N° citaciones	Año de publicación	Acc	Revista	Factor de impacto o SJR	Cuartil	Lugar de búsqueda	Área	Publicación	Colección de datos	Tipo de estudio	Participantes	Contexto estudio	País Estudio	País de publicación

7.2 Anexo 2. Tabla de meta análisis utilizada para la revisión sistemática.

Título	Autor	Ionómeros que se utilizaron	Técnica para determinar microfiltración	Resultados	Conclusión del Grado de microfiltración