

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Posgrados**

**Efecto in vivo del modo de activación de lámparas LED de última generación sobre la integridad marginal de unidades dentarias primarias con resinas de incremento único "Bulk-Fill"**

**Ximena Catalina Navarrete Abedrabbo**

**Dr. Andrés Dávila Sánchez, PhD**

**Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del título de Especialista en Odontopediatría

Quito, Abril 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE POSGRADOS

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Efecto in vivo del modo de activación de lámparas LED de última generación sobre la integridad marginal de unidades dentarias primarias con resinas de incremento único "Bulk-Fill"**

**Ximena Catalina Navarrete Abedrabbo**

Andrés Dávila Sánchez, Dr., PhD  
Tutor de Trabajo de Titulación

---

Constanza Sánchez Dávila, Dra.  
Odontopediatra  
Colaboradora del Trabajo de Titulación  
Coordinadora del Programa de Posgrado  
de Odontopediatría

---

Martha Pérez, Dra. Odontopediatra  
Miembro de Comité de Tesis

---

José Miguel Pinto, Dr. Odontopediatra  
Miembro de Comité de Tesis

---

Paulina Aliaga, Dra.  
Decana de la Facultad de Odontología

---

Hugo Burgos, PhD  
Decano del Colegio de Posgrados

---

Quito, Abril 2020

## © Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

---

Nombre:

Ximena Catalina Navarrete Abedrabbo

---

Código de

00203324

estudiante:

---

C. I.:

1804342861

---

Lugar, Fecha

Quito, 1 de abril del 2020

---

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su apoyo, por sus palabras de aliento que me permitieron salir adelante y siempre perseverante, aunque muchas veces sentí decaer pero gracias a su amor y consejo, me ayudaron a cumplir un sueño y alcanzar una meta más en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. Constanza Sánchez por ser mi profesora, mi modelo a seguir, gracias por todo el cariño con el que transmitió sus conocimientos y me impulsó a ser una mejor profesional.

Al Dr. Andrés Dávila por todo el apoyo, la colaboración, por sus conocimientos y su paciencia al ser un pilar fundamental en esta investigación.

Al Dr. José Miguel Pinto por ser mi profesor, amigo y por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos y enseñanzas.

A la Dra. Martha Pérez, por su dedicación y empeño al transmitir sus conocimientos

A la Universidad San Francisco de Quito, por tener la mejor facultad de odontología del país.

A mi compañera Daniela Chávez, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y hacer más divertida esta maravillosa experiencia.

A Sarita Calderón, por su ayuda incondicional en los distintos procesos que se llevaron a cabo a lo largo del estudio.

## RESUMEN

Las resinas bulk fill (RBF) son materiales de restauración los cuales, tienen la capacidad de ser colocados en incrementos únicos de, hasta 4 mm. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto clínico de la polimerización de las RBF con dos modos de activación, utilizando una lámpara de luz de emisión de diodos (LED) de última generación, sobre la integridad marginal de restauraciones clase II en pacientes pediátricos, durante un período de 6 meses. En este estudio de serie de casos se trataron, un total de 18 pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión del estudio, quienes fueron seleccionados y aleatoriamente ubicados en uno de los dos grupos experimentales, de acuerdo con el modo de activación de la lámpara LED: Grupo A (Modo de activación Soft start) y Grupo B: (Modo de Activación convencional). Un diseño de boca dividida fue utilizado, siendo restaurados un total 18 dientes por grupo (n=36). En la evaluación clínica de las restauraciones a las 24h y después de 6 meses no se mostraron signos de infiltración, desalajo o alteraciones del color. Una de las restauraciones presentó fisuras leves. En el análisis radiográfico se evidenció una correcta adaptación de las restauraciones en ambos tiempos 24h y 6 meses, y con esto podemos concluir que el uso de diferentes modos de activación de una lámpara LED no interfiere en la adaptación marginal evaluada clínicamente y radiográficamente en pacientes pediátricos en un período de 6 meses.

**Palabras clave:** Resinas Bulk fill, restauraciones adhesivas, modo de activación, lámpara LED e integridad marginal.

## ABSTRACT

Bulk fill resins (RBF) are restorative materials which have the ability to be placed in unique increments of up to 4mm. The objective of this study was to evaluate the clinical effect of polymerization of RBF with two activation modes, using a state-of-the-art diode emission light (LED) lamp, on the marginal integrity of class II restorations in pediatric patients, over a period of 6 months. In this study, a total of 18 patients who met the study inclusion criteria were treated, who were selected and randomly located in one of the two experimental groups, according to the activation mode of the LED lamp: Group A ( Soft start activation mode) and Group B: (Conventional activation mode). A split mouth design was used, with a total of 18 teeth per group being restored (n = 36). In the clinical evaluation of the restorations at 24h and after 6 months there were no signs of infiltration, dislodgment or color changes. One of the restorations had slight cracks. The radiographic analysis showed a correct adaptation of the restorations at both times 24h and 6 months, and with this we can conclude that the use of different modes of activation of an LED lamp does not interfere with the marginal adaptation clinically and radiographically evaluated in pediatric patients. Over a period of 6 months.

**Key words:** Bulk fill resins, adhesive restorations, activation mode, LED lamp and marginal integrity.

**Lista de abreviaturas**

RC. - Resinas compuestas

RBF. - Resinas bulk fill

Mm.- Milímetros

CQ. - Canforoquinona

Nm.-Nanómetros

PPD. - Fotoiniciador Fenilpropadional

LED.- Luz de emisión de diodos

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>14</b>
1.    Introducción.....	15
1.2 Objetivos de la Investigación.....	18
1.2.1 Objetivo general.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3.1 Hipótesis.....	19
1.3.2 Hipótesis nula.....	19
1.4 Justificación.....	20
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>
2.    Marco teórico.....	22
2.1 Resinas compuestas.....	23
2.2 Composición de las resinas compuestas.....	23
2.3 Procedimiento de colocación de las resinas compuestas.....	26
2.4 Resinas Bulk fill.....	27
2.4.1 Composición de las RBF.....	28
2.5 Tipos de Resinas Bulk-Fill.....	28
2.5.1 Resinas Fluidas Bulk fill.....	28

	10
2.5.2 Resinas compuestas tipo Bulk fill.....	28
2.5.3 Resinas bulk fill con activación sónica.....	29
2.6 Polimerización de las resinas.....	29
2.6.1 Los agentes fotoiniciadores y su papel en la polimerización .....	30
2.6.2 Fenómenos físicos relacionados con la polimerización de los materiales resinosos	31
2.6.4. Profundidad de Polimerización.....	33
2.7. Grado de conversión.....	35
2.8. Coeficiente de transmisión de la luz.....	36
2.9. Integridad marginal.....	36
2.10. Fuentes de luz para fotopolimerización.....	37
2.10.1. Lámparas de fotoactivación .....	37
2.10.2 Lámpara halógena (QTH).....	37
2.10.3. Lámpara de arco plasma .....	38
2.10.4. Lámparas L.E.D.....	38
2.10.5. Lámparas LED de 3ra generación .....	39
2.11. Restauraciones en Odontopediatría .....	40
2.12. Criterios USPH.....	41
2.13 Criterios radiográficos .....	42
<b>CÁPITULO III .....</b>	<b>44</b>
3. Marco Metodológico .....	44

	11
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	44
3.2 Población del estudio .....	44
3.3 Selección y tamaño de la Muestra .....	44
3.4 Criterios de inclusión y exclusión.....	45
3.5 Variables .....	45
3.6 Recursos materiales e instrumentales .....	46
3.7. Procedimientos y Técnicas .....	47
3.7.1 Material y método.....	47
3.8 Diseño experimental.....	47
3.9 Diagrama de flujo de los grupos experimentales.....	48
3.10 Procedimientos Clínicos.....	49
3.10.1. Fase preoperatoria.....	49
3.10.2. Procedimientos Restauradores .....	49
3.10.3. Acabado y Pulido.....	51
3.10.5 Evaluación Clínica y Radiográfica de las restauraciones .....	54
3.11 Aspectos éticos.....	56
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>59</b>
4.- Resultados .....	59
4.1 Discusión .....	67
<b>Capítulo V.....</b>	<b>72</b>
5.- Recomendaciones y Conclusiones .....	72

5.1 Recomendaciones .....	72
5.2 Conclusiones .....	72
<b>Referencias .....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 .-</b> Criterios de inclusión y exclusión.....	45
<b>Tabla 2.-</b> Materiales para el estudio .....	46
<b>Tabla 3.-</b> Criterios de inclusion .....	47
<b>Tabla 4.-</b> Índice USPHS .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> - Diagnóstico de muestras.....	59
<b>Figura 2.</b> -Evaluación inicial modo high (grupo A)- modo soft (grupo B).....	60
<b>Figura 3.</b> - Evaluación a los 6 meses modo high (grupo A)- modo soft (grupo B) .....	61
<b>Figura 4.</b> - Examen radiográfico inicial y control a 6 meses .....	62

# CÁPITULO I

## 1. Introducción

La caries dental es un problema importante de salud pública que afecta a cerca de 621 millones de niños en todo el mundo (Fernando, Tadakamadla, & Bakr, 2019; Kassebaum et al., 2015). Es por esto que en la actualidad para tratar dicha patología se utilizan comúnmente las restauraciones de resinas compuestas (RC) (Liberman et al., 2019), las mismas que desde los años 60 han aumentado su popularidad y uso entre los clínicos. Es así, que mundialmente se realizan más de 500 millones de restauraciones de resina por año (Heintze & Rousson, 2012). Esto se debe principalmente a que las resinas compuestas modernas poseen mecanismos adhesivos que permiten uniones estables con los tejidos dentales a lo largo del tiempo, lo que hace de ellas una opción de tratamiento accesible (F. F. Demarco et al., 2017; Ilie et al., 2017).

La técnica incremental es la técnica más utilizada para la colocación de las RC, la misma que emplea múltiples capas no mayores a 2 mm (Versluis, Douglas, Cross, & Sakaguchi, 1996), debido a que dicho procedimiento tenía como objetivos principales: a) Disminuir el estrés de contracción de polimerización, dado que muchas de estas resinas presentaban un alto estrés de polimerización y b) poder lograr un grado óptimo de conversión, considerando que dichas RC no polimerizaban a profundidades mayores. Estas limitaciones del material, producían varias desventajas asociadas a la técnica como son: la incorporación de burbujas o contaminantes entre las capas (Velooso et al., 2019) y la dificultad de colocación de los incrementos, lo cual requería de un mayor tiempo de trabajo, generando incomodidad para el paciente pediátrico (Khandelwal, Shetty, & Rath, 2019).

Debido a las limitaciones de la técnica incremental de las RC, recientemente fueron introducidas al mercado las denominadas resinas de incremento único o Bulk Fill (Kaya, Bakkal,

Durmus, & Durmus, 2018), las cuales tienen como objetivo principal disminuir el tiempo de trabajo, puesto que requieren de un solo incremento de hasta 4 mm para su colocación (Benetti, Havndrup-Pedersen, Honoré, Pedersen, & Pallesen, 2015; Cidreira Boaro et al., 2019; Eweis, Yap, & Yahya, 2017). De igual manera, no requieren mayor tiempo de polimerización o una mayor intensidad de luz para su polimerización (Abbasi, Moradi, Mirzaei, Kharazifard, & Rezaei, 2018) lo que contribuye a la disminución del tiempo operatorio durante su colocación. A su vez, los fabricantes afirman que las RBF poseen menor contracción de polimerización que las RC, dado que poseen monómeros químicamente diferentes a los utilizados en las RC convencionales en su estructura y otros componentes (Ilie, Bucuta, & Draenert, 2013). Así mismo, el tamaño de sus partículas y la translucidez de las RBF han sido modificados con el fin de mejorar el paso de la luz a través de las mismas. Tales modificaciones realizadas en la composición del monómero y la matriz orgánica de las RBF han dado como resultado una reducción de más del 70% en el estrés de contracción de polimerización (Ryan Jin-Young Kim, 2015; Shibasaki et al., 2017), así como también han permitido que dichas resinas puedan polimerizar a mayores profundidades cuando se las compara con las RC convencionales (Fronza et al., 2015; Sampaio et al., 2019).

Una ventaja con el uso de los nuevos sistemas de RBF tiene relación con el menor tiempo de trabajo clínico, esta propiedad del material restaurador puede ser principalmente beneficiosa en pacientes pediátricos, en donde el tiempo de trabajo juega un papel muy importante debido a la conducta del paciente y la tolerancia al tratamiento odontológico. Además, un mayor tiempo de trabajo se ha asociado con una mayor cantidad de fracasos restauradores en pacientes pediátricos (Ahuja et al., 2018; Chisini et al., 2018) razón por la cual muchos clínicos prefieren utilizar otros materiales restauradores.

Entre las desventajas de la contracción de polimerización, una de las principales está relacionada al desprendimiento del adhesivo debido a las tensiones generadas dentro de la cavidad durante el proceso de polimerización, lo que puede llevarnos a un desprendimiento del material resinoso en la interfase diente-restauración (Gamarra, Borges, Júnior, & Spohr, 2018), pudiendo generar microinfiltración marginal, lo que compromete la longevidad de las restauraciones de RC. A pesar de que dicha contracción es dependiente de factores inherentes a la composición de la RC, la densidad de energía suministrada durante el proceso de polimerización puede generar mayores tensiones de polimerización (Fronza et al., 2015). Los estudios *in vitro* que evaluaron la influencia de la técnica de polimerización sobre el estrés por contracción de materiales fotopolimerizables, encontraron reducciones de estrés de entre 19 y 30% cuando se utilizó la técnica de inicio gradual (soft start) en comparación con aquellos grupos que utilizaron el modo de activación de luz de alta intensidad (Shibasaki et al., 2017; Taubock et al., 2014). Si este mecanismo de polimerización pudiera producir el mismo efecto en RBF, sin comprometer la conversión monomérica de la misma, podría ser una alternativa clínica para disminuir los efectos resultantes del estrés de polimerización y contribuir a un mejor desempeño clínico de las RBF en cavidades amplias (Gaintantzopoulou, Gopinath, & Zinelis, 2017; Gonçalves, Azevedo, Ferracane, & Braga, 2011; Goracci et al., 2014).

En la actualidad, no hay información clínica disponible en la literatura que relate la influencia y los efectos clínicos de los modos de activación sobre la contracción por polimerización de las RBF. Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante ¿Será que el modo de activación de la lámpara de fotopolimerización influye sobre la adaptación marginal de cavidades clase II en pacientes pediátricos a través de un análisis clínico y radiográfico?

## **1.2 Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto clínico y radiográfico de la polimerización de resinas bulk fill con dos modos de activación de lámparas LED de última generación, sobre la integridad marginal en pacientes pediátricos, durante los meses de Julio a Diciembre del 2019.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Establecer el efecto de diferentes modos de activación de lámparas led de última generación sobre la integridad marginal de restauraciones clase II de resinas bulk fill, durante un período de 6 meses por medio de un examen clínico basado en los criterios de la USPHS modificados.

Determinar el efecto de diferentes modos de activación de lámparas led de última generación sobre la adaptación de restauraciones clase II de resinas bulk fill, durante un período de 6 meses por medio de un examen radiográfico.

### **1.3.1 Hipótesis**

#### **Hipótesis de la investigación**

### **1.3.2 Hipótesis nula**

Ho= No existe diferencia entre los grupos experimentales al utilizar el modo soft start o high power de una lámpara de tercera generación sobre la integridad marginal y adaptación radiográfica en unidades dentales primarias.

#### **1.4 Justificación**

En la consulta odontológica el comportamiento de los niños es muy variable, por lo cual es importante optimizar los tiempos de trabajo. Para el odontopediatra es necesario que el niño tenga una experiencia satisfactoria, a fin de que esta no se convierta más tarde en miedo, que pueda dar origen a fobias y verdaderos traumas a futuro. Este problema lo podemos evitar con citas cortas para obviar fatiga de los pacientes. Por lo tanto, en la práctica odontológica siempre se ha intentado buscar el mejor material para remplazar el tejido dentario perdido, tanto en anatomía, funcionalidad y estética. Es así que entre los materiales más utilizados en la actualidad se encuentran las resinas compuestas convencionales, las cuales requieren un tiempo de trabajo prolongando y puede generar incomodidad al paciente pediátrico. Sin embargo, existen en el mercado las resinas Bulk Fill que según las indicaciones del fabricante se pueden colocar en un solo bloque de hasta 4 mm sin alterar sus propiedades físico-mecánicas.

La adaptación marginal es un factor importante para considerar en el uso de RBF, y esta propiedad puede estar relacionada con el modo de activación de la lámpara de polimerización, debido a que la energía proveniente de cada modo de activación es diferente, y si la resina no tiene una adecuada polimerización conlleva problemas como: microinfiltración, caries recurrente, pigmentación marginal, grietas microfracturas en el esmalte y sensibilidad postoperatoria. Por lo tanto, es importante conocer el desempeño clínico de las RBF en la cavidad bucal con los diferentes modos de activación, así pues este estudio beneficia a la sociedad, ya que al usar materiales de buena calidad y lámparas LED de última generación se asegurará tratamientos duraderos siempre con la finalidad de restituir la salud bucal de los pacientes. De la misma manera se orientará al gremio odontológico para escoger una lámpara de fotopolimerización adecuada y poder realizar

tratamientos rápidos y eficaces siempre encaminados a mejorar la calidad de vida del paciente pediátrico.

## CAPÍTULO II

### 2. Marco teórico

La historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas, siendo la principal el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados (Baratieri & Carvalho, 2001).

A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato reemplazaron a los silicatos. Estas resinas, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentaban baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal (Barrancos, 2015).

Durante los años cincuenta e inicio de los sesenta, Bowen (1958) comenzó a utilizar como material restaurador el bisfenol-A. Sin embargo, este material presentó problemas de contracción por polimerización (Barrancos, 2015).

Por lo tanto, pensando en la posibilidad de modificar la molécula de esta resina, Bowen logró asociarla con radicales de metacrilato y de esta forma, logró el bisfenol-A glicidil metacrilato, denominado usualmente como Bis-GMA, producto resinoso con propiedades altamente favorables como material restaurador (Barrancos, 2015).

La molécula de Bis-GMA pasó a estar constituida por una parte central derivada de la resina epóxica, con dos extremidades de los radicales metacrilatos. Esta nueva resina presentaba un tiempo de polimerización corto, por lo tanto, adecuado para su utilización clínica. Sus moléculas también eran de gran tamaño, lo que permitía lograr un volumen determinado de material restaurador con la polimerización de un número menor de moléculas y en consecuencia,

menor cantidad de enlaces entre estas moléculas, lo que daba como resultado una contracción de polimerización menor (Baratieri & Carvalho, 2001). Sin embargo, en el intento de disminuir la contracción de polimerización, efecto térmico y aumentar la resistencia al desgaste, Bowen (1958, 1963) incorporó polvo de cuarzo al Bis-GMA. De esta manera se descubrió la resina compuesta, que en los últimos 40 años es altamente utilizada por los odontólogos a nivel mundial (Barrancos, 2015).

## 2.1 Resinas compuestas

Son macromoléculas formadas de al menos dos materiales de naturaleza química diferente, unidas por un agente de acoplamiento, además, de algunos elementos complementarios para su adecuado funcionamiento en boca. A su vez, las resinas compuestas se modificaron para obtener mejor color, translucidez y opacidad, haciendo de ellas un material más estético de restauración directa (Barrancos, 2015). Inicialmente, las resinas compuestas se indicaban solo para el sector anterior. Consecutivamente y gracias a los avances de los materiales, la indicación se extendió también al sector posterior (Ferracane, 2011). Además, a lo largo del tiempo se han mejorado sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética (Baratieri & Carvalho, 2001).

## 2.2 Composición de las resinas compuestas

Las resinas compuestas están formadas por: matriz orgánica, matriz inorgánica, agentes de unión, activadores de la polimerización e inhibidores.

**Matriz orgánica:** Está constituida por diferentes tipos de monómeros mono, di- o tri-funcionales, los que endurecen por una reacción de polimerización de poliadición de los radicales libres de una alfa – diquetona canforoquinona (CQ), la cual genera una disminución volumétrica

del material o contracción de polimerización (Baratieri & Carvalho, 2001; Chandrasekhar, Rudrapati, Badami, & Tummala, 2017; S.-H. Han, Sadr, A., Tagami, J., & Park, S.-H., 2016)

- Bis – GMA o bisfenol A- glicidil metacrilato, es el monómero más ampliamente usado, esta molécula tiene un grupo bisfenol – A de núcleo y dos grupos hidróxilos que le permite formar enlaces de hidrógeno (Baratieri & Carvalho, 2001).
- UDMA o DMU conocido como Dimetacrilato de Uretano es de alto peso molecular, con baja viscosidad y alta flexibilidad con relación al Bis-GMA. Debido a que, ambos monómeros son demasiado viscosos y dificultan la adición de una adecuada cantidad de relleno inorgánico, se decidió mejorar sus características de manipulación y permitir mayor incorporación de relleno inorgánico, combinando dichas moléculas con monómeros de menor viscosidad, dentro de los cuales, uno de los más utilizados es el TEGDMA (Baratieri & Carvalho, 2001).
- TEGDMA o Dimetacrilato de Trietilenglicol presenta un bajo peso molecular, lo que lo hace que sea uno de los monómeros más utilizados junto al Bis – GMA(Baratieri & Carvalho, 2001).

**Matriz inorgánica:** puede presentar forma de fibras y/o partículas que se encuentran dispersas en la matriz. Su función es reforzar la resina compuesta, reducir la cantidad de material orgánico facilitando su manipulación. Además, la composición de la matriz inorgánica está dada por Cuarzo, Dióxido de Silicio, Borosilicatos y Aluminosilicatos de Litio. En varias resinas compuestas se reemplazan parcialmente el cuarzo por partículas de metales pesados, como el Bario, Estroncio, Zinc, Aluminio o Zirconio, que son radiopacos (Ostapiuk, Tarczydło, Surowska, & al., 2018).

**Agente de unión, conexión o acoplamiento:** es una molécula polifuncional que favorece la unión entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica, permitiendo así que el polímero de la matriz, que es más flexible, transfiera las tensiones a las partículas de relleno que presentan mayor rigidez. El silano es el agente de unión más utilizado, pero también pueden utilizarse Titanatos y Zirconatos como agentes de conexión, los cuales tienen la habilidad de aumentar la humectación de las partículas de relleno inorgánico facilitando la formación del compuesto junto a la matriz orgánica (Barrancos, 2015).

**Activadores e iniciadores de la reacción de polimerización:** son los encargados de desencadenar el proceso de polimerización, las resinas compuestas de activación por luz a más de contener una amina iniciadora (Dimetilaminoetil Metacrilato o DMAEMA) contienen una sustancia sensible a la luz que es la CQ. Para que estos componentes interactúen entre sí, deben ser expuestos a una longitud de onda 460 a 490 nm, provocando la formación de radicales libres que actúan sobre los dobles enlaces de los monómeros para iniciar la polimerización (Barrancos, 2015).

**Inhibidores y estabilizadores:** evitan la polimerización espontánea o accidental de los monómeros. Usualmente se usa el Hidroxitolueno Butilado (HTB) que capta los radicales libres que se produzcan por cualquier razón, antes de que puedan iniciar la reacción de polimerización (Barrancos, 2015).

### 2.3 Procedimiento de colocación de las resinas compuestas

- **Técnica incremental.**- Consiste en la reconstrucción progresiva de la restauración, agregando capas de resina compuesta no mayores a 2mm, polimerizando cada incremento previo a llevar el siguiente a la cavidad. Este proceso se basa en que de esta manera se logra una completa polimerización de cada incremento, como también se reduce el efecto de la contracción de polimerización (Ostapiuk et al., 2018).
- **Técnica Vertical Vestíbulo-Lingual:** Consiste en agregar incrementos verticales en una sola dirección, hasta la obturación completa de la cavidad, usada principalmente en cavidades Clase II de Black (Baratieri & Carvalho, 2001).
- **Técnica Horizontal Cérvico-Incisal:** Los incrementos se agregan de manera horizontal desde cervical, lo que genera una superficie plana para cada incremento y al mismo tiempo emula una cavidad de menor profundidad para cada capa (Baratieri & Carvalho, 2001).
- **Técnica Oblicua:** Consiste en agregar incrementos en forma de V desde cervical hacia oclusal. Cada capa se agrega en paredes opuestas hasta la obturación completa. La luz se coloca solamente desde Oclusal (Baratieri & Carvalho, 2001).
- **Reconstrucción centrípeta:** Esta técnica fue desarrollada especialmente para cavidades Clase II. Se coloca un incremento vertical en el margen cervical de la cavidad, contra la matriz, generando así una cavidad Clase I. Luego se restaura utilizando la técnica horizontal (Baratieri & Carvalho, 2001).

Actualmente, la utilización de restauraciones a base de resinas compuestas (RC) fotopolimerizables se ha masificado. Sin embargo, la técnica de restauración en una preparación cavitaria es compleja, debiendo ser realizada mediante una técnica incremental antes mencionada. En caso de preparaciones profundas o extensas, se deben aplicar varias capas del material, siendo

un trabajo de alta complejidad, técnica que consume tiempo al clínico. Como respuesta a estas dificultades, en el último tiempo ha aparecido una nueva generación de resinas compuestas, denominadas como “Resinas compuestas Bulk-Fill” (RBF). Este término ha sido utilizado por los fabricantes para referirse a resinas compuestas que se podrían aplicar en un incremento de hasta 4-5 mm, mediante una técnica de monobloque o una capa

#### **2.4 Resinas Bulk fill**

Es una nueva generación de resinas compuestas que fueron creadas en el 2010 con la necesidad de brindar mejores tratamientos clínicos y acortando el tiempo de trabajo (Rosatto et al., 2015). Es así que encontramos las denominadas Resinas Bulk Fill (RBF), estas son resinas compuestas que se pueden colocar en una sola capa de hasta 4 mm. Pero, para que la técnica de restauración sea exitosa, el material debe tener un contacto íntimo con la estructura dental, al realizar una técnica monoincremental se cumple este requerimiento logando así que la unidad dentaria restaurada, tenga un comportamiento funcional similar a un diente sano (AlQahtani, Q., Sullivan, & Labrie, 2015; Eweis et al., 2017).

El uso de estas resinas podría superar algunas de las desventajas que conlleva el uso de la técnica incremental, como, por ejemplo: el aumento de la probabilidad de incorporar espacios o contaminantes entre los incrementos, la potencial falla cohesiva entre los incrementos, la dificultad en la aplicación de la resina en cavidades conservadoras, pero sobre todo y lo más importante para la práctica en odontopediatría, el tiempo clínico prolongado para la correcta aplicación de la resina en capas. Este tipo de resinas incorporan modificaciones en la matriz de dicha resina y la química del fotoiniciador, así como la tecnología de partículas de relleno, con una diversidad de informes sobre su rendimiento clínico, propiedades físicas y mecánicas, y potencial de degradación. Esta modificación a las resinas Bulk Fill se realizó para reducir la contracción de la polimerización y

las tensiones de contracción sin comprometer las propiedades mecánicas (Oter, Deniz, & Cehreli, 2018).

#### **2.4.1 Composición de las RBF**

La composición de las RBF, no se diferencia mucho de las resinas compuestas convencionales ya que, la matriz orgánica está compuesta de monómeros como: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. (Rosatto et al., 2015). Sin embargo, en algunos casos se han agregado monómeros distintos y/o modificado el clásico monómero de Bowen (Bis-GMA:2,2-bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloxyprpoxy) phenyl] propane) por monómeros de menor viscosidad (Benetti, Havndrup-Pedersen, Honoré, et al., 2015).

#### **2.5 Tipos de Resinas Bulk-Fill**

En la actualidad se disponen de diversos tipos de RBF como se detallan a continuación:

##### **2.5.1 Resinas Fluidas Bulk fill**

Para facilitar su aplicación encontramos en el mercado resinas fluidas de tipo bulk fill, que son materiales compuestos de baja viscosidad con reducción del porcentaje de partículas de carga inorgánica (44-55% en volumen) y una mayor cantidad de componentes resinosos de este tipo. Los sistemas de resina fluidas desempeñan un papel importante en el manejo de la contracción por polimerización ya que, a diferencia de las resinas fluidas convencionales en los que el componente de la matriz orgánica es aproximadamente el 20% de metacrilato en los sistemas de resina fluida es el 40% (Chesterman, Jowett, Gallacher, & Nixon, 2017; J. Leprince et al., 2014).

##### **2.5.2 Resinas compuestas tipo Bulk fill**

Las resinas compuestas de tipo Bulk Fill, están formadas por partículas de nanorelleno, este tipo de relleno no solo contribuye a la fuerza, también favorece a un excelente manejo y mejor resistencia al desgaste, la característica principal de este tipo de resinas es que se puede realizar

restauraciones rápidas al utilizar una técnica de un solo incremento a su vez es sencilla de pulir, ofreciendo excelentes propiedades mecánicas. Además, en su relleno contiene dos monómeros de metacrilato, que en combinación, actúan para disminuir la contracción de polimerización, sin comprometer la resistencia (Czasch & Ilie, 2013; J. Leprince et al., 2014).

### **2.5.3 Resinas bulk fill con activación sónica**

Este material permite la colocación del material en dientes posteriores de una manera fácil y eficiente. Es una resina compuesta patentada, con alta carga de relleno (83,5%) y modificadores especiales que reaccionan ante energía sónica. El sistema se compone de una pieza de mano especialmente diseñada que emite energía sónica, este tipo de resina contiene una jeringa de uso único, la cual se inserta en la preparación cavitaria utilizando la pieza de mano que emite energía sónica (Yusuf, Ertugrul, Mehmet, & Hamidi, 2016).

Cuando la punta se coloca en la cavidad se activa la pieza de mano a través de energía sónica, la cual ayuda a que se produzca una consistencia más fluida de tal forma que la preparación cavitaria se rellena en pocos segundos y cuando la activación sónica cesa, el material vuelve a tomar una alta viscosidad, lo que permite su modelado (Atabek, Aktaş, Sakaryali, & Bani, 2017).

### **2.6 Polimerización de las resinas**

El proceso de polimerización es una reacción química que consiste en la adición sucesiva de monómeros hasta formar una molécula de mayor peso molecular llamada polímero, cabe recalcar que el proceso de polimerización es el mismo para los diferentes materiales resinosos (Ryan Jin-Young Kim, 2015). Para que esta reacción se produzca, los monómeros deben ser activados a través de un agente iniciador (Davidson & Feilzer, 1997). Cuando dos o más monómeros diferentes reaccionan para formar un polímero, este material es conocido como un copolímero y sus propiedades físicas no solo estarán relacionadas a los monómeros, sino que también a la unión de

ellos (Ilie, Keßler, & Durner, 2013; Miletic, Pongprueksa, De Munck, Brooks, & Van Meerbeek, 2017).

El proceso de polimerización se puede dividir en 3 etapas: (Rodriguez, Yaman, & Dennison, 2017)

**Iniciación:** El agente iniciador se energiza y activa, transformándose en un radical libre. Este le brinda energía al sistema, la cual es transmitida a los monómeros permitiendo la ruptura de un doble enlace de carbono (C=C) presente en su estructura. Con esto el monómero se une al radical libre a través de un enlace covalente, formando una nueva molécula que constituye un nuevo radical libre, capaz de continuar la propagación de la reacción.

**Propagación:** Es una reacción en cadena hasta que se agota el monómero.

**Terminación:** Corresponde a la unión de dos radicales libres, resultando en la unión de una cadena larga o también de que exista la posibilidad de la formación de dos cadenas individuales, una con una unión doble y la otra saturada.

### 2.6.1 Los agentes fotoiniciadores y su papel en la polimerización

Los fotoiniciadores son moléculas incorporadas en las resinas compuestas que absorben energía fotónica y reaccionan creando radicales libres que inician la polimerización. Es importante que la lámpara a utilizar emita la longitud de onda que active el fotoiniciador. El fotoiniciador más común es la Canforquinona, que se activa a los 480 nm, pero además existen el Lucerin TPO y la Fenipropanodiona1 (PPD) que se activan en un rango entre los 380 – 430 nm. Ivoclar Vivadent ha desarrollado el Ivocerin (Dibenzoilo de Germanio) y lo ha incorporado en su resina Tetric N-

Ceram Bulk Fill®, este fotoiniciador se activa en un rango entre los 355 – 460 nm y permite a estas resinas lograr una profundidad de curado de hasta 4 mm con un tiempo de activación de 10 segundos (STANSBURY, 2000).

La CQ, es el fotoiniciador más utilizado actualmente (F. Rueggeberg, 1999), forma radicales libres de forma indirecta es decir, requiere de un coiniador para que el proceso de polimerización se desencadene (STANSBURY, 2000). El coiniador es en realidad un agente reductor que no absorbe luz, pero interactúa con el fotoiniciador (activación por luz) es activado para producir radicales libres (Yearn, 1985).

En caso de las resinas que usan canforquinona como agente fotoiniciador, la reacción química es iniciada a partir del instante en que la luz azul (400 a 500nm) alcanza el material. El rango de radiación en el que ocurre la mayor parte de absorción por la canforquinona es entre 450-490nm con un pico máximo de longitud de 470nm (Nomoto, McCabe, & Hirano, 2004).

Sin embargo, la canforquinona presenta algunas desventajas, como por ejemplo posee un color amarillento lo que dificulta el desarrollo de tonalidades de colores de las resinas compuestas. De esta manera, otros agentes fotoiniciadores han sido investigados (Peutzfeldt & Asmussen, 1996) , como el Ivocerin que no requiere de la adición de un co-iniciador para polimerizar, por lo que es más resistente al cambio de color (Park, 1996; F. A. Rueggeberg, Ergle, & Mettenburg, 2000; Santini, Gallegos, & Felix, 2013).

### **2.6.2 Fenómenos físicos relacionados con la polimerización de los materiales resinosos**

La reacción de polimerización de las resinas compuestas es invariablemente acompañada por dos fenómenos físicos:

- Generación de calor

- Contracción de polimerización

La posibilidad del efecto deletéreo debido al aumento de la temperatura intrapulpar es un problema atribuido a la polimerización. Este fenómeno se debe a una reacción exotérmica que ocurre con el movimiento de los monómeros y la conversión de las ligaciones insaturadas de carbono en ligaciones saturadas, durante la polimerización (Hannig & Bott, 1999).

En el caso de las resinas compuestas fotoactivadas, el calor producido proviene tanto de la reacción exotérmica como, principalmente, del calor proveniente de la unidad fotoactivadora durante la irradiación de luz (Lloyd, Joshi, & McGlynn, 1986), mientras mayor es la intensidad y el tiempo de exposición de la luz, mayor es el calentamiento (Hannig & Bott, 1999).

### **2.6.2 Contracción de polimerización**

Como resultado de la conversión del monómero en polímero, ocurre la contracción de polimerización (Davidson & Feilzer, 1997; Sakaguchi, 1999). La contracción de polimerización es inherente a los materiales resinosos. Esta es debido a la aproximación de los monómeros durante la formación de las cadenas poliméricas. Por ello mientras mayor es el grado de conversión, son mejores las propiedades mecánicas, pero es mayor la contracción de la resina compuesta (Uno & Asmussen, 1991). La contracción de polimerización volumétrica, en porcentaje, varía mucho de una resina compuesta para otra, pues depende mucho de la composición de los monómeros de la matriz, de los diluyentes adicionados para mejorar su manipulación, del tipo y cantidad de las partículas de carga, y del grado de conversión (Condon & Ferracane, 2000).

Una de las desventajas propias de la reacción de polimerización que ocurre en las RC es el desarrollo de contracción y estrés en el material, provocando diversos problemas como deflexión cuspeada, fractura dentaria y filtración o reducción de las propiedades mecánicas del material, entre otros. La técnica incremental se desarrolló como una de las estrategias para reducir estos efectos,

la lógica aplicada en esta técnica es que la aplicación de pequeñas capas de incrementos de RC reduciría el factor C, aumentando la superficie de área libre no adherida a las paredes de una preparación, liberando así la contracción generada al contraerse hacia el material (Ryan Jin-Young Kim, 2015; Jan W. V. van Dijken, 2010).

A pesar de lo anterior, algunos autores han cuestionado la capacidad real de la técnica incremental de reducir o evitar los efectos de la contracción y estrés por polimerización. Sin embargo, hasta antes de la introducción de RBF era inevitable aplicar la RC en incrementos de hasta 2 mm, ya que este grosor permitía obtener una adecuada profundidad de curado. (Abbasi et al., 2018; Yusuf et al., 2016)

Los estudios que evalúan contracción y estrés de polimerización en las RBF son todavía escasos. Al evaluar flexión cuspídea de premolares con restauraciones clase II restauradas con RBF, se han observado valores significativamente menores al comparar estas (aplicadas con técnica de monobloque) con RC convencional (técnica incremental). Junto con esto, se ha observado que el desarrollo de estrés de polimerización es menor en RBF en comparación con RC (Atash, Arab, Duterme, & Cetik, 2017).

De acuerdo a lo expresado anteriormente, es posible que la menor deformación cuspídea observada con RBF se deba solo o en gran parte al cambio de técnica de aplicación de la RC. No obstante, es necesario más investigación al respecto, pues ayudaría a corroborar los resultados obtenidos y dilucidar si los cambios son producto de la técnica de aplicación o de la composición de RBF (Benetti, Havndrup-Pedersen, Honore, Pedersen, & Pallesen, 2015).

#### **2.6.4. Profundidad de Polimerización**

Una de las características más relevantes las RBF es su profundidad de curado en incrementos de 4 mm o más como lo indican los fabricantes. Una de las desventajas de las RC es

su limitada profundidad de curado con la posibilidad de insuficiente conversión de monómero en el fondo de la preparación cavitaria, lo cual es relevante, ya que se ha demostrado que una polimerización deficiente puede provocar: degradación de la RC, deficientes propiedades mecánicas y reacciones biológicas adversas debido a la liberación de componentes monoméricos que no han sido polimerizados (Asmussen & Peutzfeldt, 2005).

La profundidad de polimerización determina que tan grueso puede ser un cuerpo de resina fotopolimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable (>50%). La energía de la luz emitida por una unidad de fotopolimerización disminuye drásticamente cuando se transmiten a través de la resina, esto conduce a una disminución gradual en el grado de conversión de la resina al aumentar la distancia desde la superficie irradiada, lo cual compromete las propiedades físicas de la resina (AlQahtani et al., 2015).

Entre otros factores afectan a la profundidad de polimerización se encuentran:

- El tipo de resina compuesta, sombra y translucidez
- El espesor del incremento
- La distancia desde la punta de la unidad de fotocurado.
- Periodo de radiación
- El tamaño y distribución de las partículas de carga

Las modificaciones en la composición del relleno y matriz orgánica (Rosatto et al., 2015), así como la combinación de diferentes fotoiniciadores dentro del material como CQ y el derivado de germanio (Ivocerin) han permitido mejorar la translucidez y profundidad de polimerización en las resinas bulk fill. Al ser estos fotoiniciadores activados a diferentes longitudes de onda se ha modificado las lámparas LED mediante la incorporación de chips con diferentes salidas espectrales

para CQ 430-480nm, y el Ivocerin 370-460nm (Li, Pongprueksa, Van Meerbeek, & De Munck, 2015).

Diversas razones se han elaborado para explicar la mayor profundidad de curado observada en RBF en comparación a las convencionales. Principalmente, se han propuesto tres: la incorporación de sistemas de iniciación más eficientes en algunas resinas, mayor translucidez, lo que permitiría una penetración más profunda de la luz al disminuir la absorción de luz por los pigmentos y la disminución de la superficie de relleno (Ilie, Bucuta, et al., 2013; Karaman, Keskin, & Inan, 2017; Li et al., 2015; Rahiotis, Kakaboura, Loukidis, & Vougiouklakis, 2004).

### **2.7. Grado de conversión**

Se define como la extensión en que los monómeros pasan a ser polímeros e indican el porcentaje de enlaces simples que se han convertido en enlaces dobles. Además, indica la cantidad de monómeros de la resina que han reaccionado formando polímeros (Barrancos, 2015). El grado de conversión de las resinas convencionales oscila entre el 35 y el 80%. La conversión incompleta aporta a la resina cierta elasticidad, propiedad que puede beneficiarnos ya que reduce las tensiones generadas en la interfase adhesivo-diente (F. F. Demarco et al., 2017). Un mayor grado de conversión confiere a las resinas mejores propiedades mecánicas, pero con el inconveniente de una mayor contracción de polimerización. Ferracane y colaboradores determinaron que el grado de conversión óptimo para que el comportamiento de una resina dental sea adecuado es del 55% (Ferracane, 2011). La presencia de monómeros sin reaccionar o de radicales activos tiene un efecto reblandecedor del polímero, por lo que se puede establecer una relación entre el grado de conversión de los monómeros y las propiedades físicas de las resinas (Davidson & Feilzer, 1997; F. A. Rueggeberg, 2002).

## **2.8. Coeficiente de transmisión de la luz**

Las resinas compuestas convencionales poseen un tiempo de trabajo prolongado sin embargo, la limitada profundidad de fotopolimerización representa el mayor problema clínico (Abbasi et al., 2018). A diferencia de las resinas bulk fill que al tener mayor transparencia facilitan el paso de luz (Shibasaki et al., 2017). La presencia de una capa de resina sin polimerizar en la restauración puede reducir las propiedades mecánicas del material e inducir cierto daño pulpar. La intensidad de luz determina, por tanto, el grado de conversión de la resina y con ellos sus propiedades mecánicas; si la luz no llega en suficiente intensidad a un determinado nivel de la masa de la resina ésta no polimerizará adecuadamente, y no desarrollará sus propiedades (Davidson & Feilzer, 1997; Goracci et al., 2014).

En cuanto a la técnica incremental, el uso de pequeños grosores de la resina asegura una adecuada penetración de la luz, la misma que va a iniciar la reacción de polimerización (J. G. Leprince et al., 2014). En cuanto a la técnica en bloque de las resinas bulk fill favorece el paso de luz debido a su translucidez y de igual forma a sus partículas de gran tamaño diferentes a las resinas convenciones, por lo cual se ha puesto de manifiesto que existe una clara correlación entre el coeficiente de transmisión de la luz y la profundidad de polimerización de las resinas (Rahiotis et al., 2004; F. A. Rueggeberg et al., 2000).

## **2.9. Integridad marginal**

La integridad marginal de las restauraciones con los diferentes tipos de resinas depende de varios factores: las propiedades físicas del material, el adhesivo utilizado, la contracción de polimerización de la resina, las propiedades visco elásticas del material, la dureza del material, el tamaño y geometría de la cavidad, la técnica de aplicación de la resina y la técnica de

polimerización, entre otras (Furness, Tadros, Looney, & Rueggeberg, 2014; Papadogiannis, Kakaboura, Palaghias, & Eliades, 2009).

### **2.10. Fuentes de luz para fotopolimerización**

Tanto las resinas como los cementos dentales de fotopolimerización y activación dual presentan en su mayoría a la CQ como elemento fotoiniciador. Esta absorbe energía a un espectro de luz visible entre 400 y 500nm, con un pico ideal de 468nm (Rahiotis et al., 2004). En este sentido la fuente de luz debe emitir en una longitud de onda compatible con la de la CQ y en una intensidad adecuada a fin de polimerizar eficientemente el material. Las distintas fuentes lumínicas varían tanto en el espectro de longitud de onda como en la intensidad de la luz emitida. Y esto incide directamente sobre las propiedades mecánicas de las resinas y la profundidad de la polimerización lograda (F. A. Rueggeberg, Giannini, Arrais, & Price, 2017).

#### **2.10.1. Lámparas de fotoactivación**

Acompañando el desarrollo de las resinas compuestas fotoactivadas se han desarrollado distintos fotopolimerizadores: (F. A. Rueggeberg et al., 2017)

- Lámparas halógenas
- Lámparas de arco de plasma
- Luz emitida por diodos (led)

#### **2.10.2 Lámpara halógena (QTH)**

Llamadas también de luz visible, su estructura está compuesta por una envoltura de cuarzo, un filamento de tungsteno incandescente que genera luz blanca y gas halógeno. La elevada temperatura del bombillo hace necesaria la adición de un sistema de refrigeración con aire para preservar su integridad (Par, 2014; F. A. Rueggeberg et al., 2000)

Debido al "curado rápido" de las luces de alta intensidad de este tiempo, los profesionales expresaron su preocupación por los efectos degradantes de la polimerización rápida en el desarrollo de altos valores de estrés interno que causan brechas marginales, así como la posibilidad de que el aumento de los valores de temperatura resulte en iatrogénicos pulpa y daño al tejido gingival (Yearn, 1985).

### **2.10.3. Lámpara de arco plasma**

Está constituida por lámparas que generan luz de alta intensidad (mayor a 2000 mW/cm<sup>2</sup>) con energía espectral amplia, lo que produce una descarga eléctrica debido al diferencia del potencial eléctrico entre el ánodo y el cátodo de tungsteno incluidos en un ambiente de xenón. La longitud de onda emitida se concentra entre los 440-470nm (F. A. Rueggeberg et al., 2017).

### **2.10.4. Lámparas L.E.D.**

Las lámparas de la luz led surgieron por el año de 1990. Utilizan dos semiconductores para producir la luz azul a diferencia de las lámparas halógenas que emiten su luz por calentamiento de filamentos metálicos (Par, 2014). Tienen una longitud de onda de 450nm a 490nm. Actualmente existen tres generaciones de lámparas LEDs (Souza-Junior, Pomacóndor-Hernández, Brandt, & Sinhoreti, 2014).

La primera generación con una intensidad de potencia lumínica entre 50 y 300 mW/cm<sup>2</sup>, sin ser segura en la polimerización de las resinas compuestas. La segunda generación cuentan con una intensidad entre 300 y 1400 mW/cm<sup>2</sup> y la tercera por encima de los 1400 mWcm<sup>2</sup>, lo que otorga una polimerización efectiva, reduciendo tiempo y es comparado a las unidades de fotopolimerización halógena (Bucuta & Ilie, 2014; F. A. Rueggeberg et al., 2017)

### **2.10.5. Lámparas LED de 3ra generación**

Las resinas que poseen fotoiniciadores alternos a la CQ, son inicialmente activados por longitudes de ondas cortas debajo de 420 nm de luz violeta, requisitos que no pueden cumplir los dispositivos LED de primera ni de segunda generación por lo cual se han incorporado dispositivos de tercera generación con un amplio espectro y múltiple pico LED violeta/azul. Estos dispositivos de amplio espectro violeta/azul libera luz con longitud de onda larga y longitud de onda corta, en un rango de 440 nm a 470 nm y 420 nm respectivamente. En teoría las unidades LED deberían fotopolimerizar cualquier tipo de resina compuesta (Souza-Junior et al., 2014).

En el presente estudio se utilizó una lámpara led de 3ra generación Bluephase N style, esta lámpara consta con tres programas de polimerización para las diferentes indicaciones:

- HIGH (Potencia alta): 10 segundos
- LOW (Potencia baja): 10 segundos
- SOFT (Inicio suave): 15 segundos

#### **Modo high power**

Consistente alta intensidad lumínica para la polimerización de materiales de restauración y cementación para restauraciones directas e indirectas. Según las indicaciones del fabricante, si utilizamos Tetric EvoCeram Bulk Fill el tiempo de polimerización será de 10 segundos ya que la energía emitida es de 1.200 mW/cm<sup>2</sup>.

#### **Modo low power**

Este modo posee reducida intensidad lumínica con reducido desarrollo térmico para la polimerización de adhesivos, liners, y materiales de restauración en áreas próximas a pulpa al restaurar cavidades Clase V. La energía emitida por este modo es de 650 mW/cm<sup>2</sup>.

### **Modo soft start**

Este modo tiene un aumento gradual de la intensidad lumínica con reducida tensión de polimerización y reducido desarrollo térmico para la polimerización de materiales de restauración. Según las indicaciones de fabricante, si utilizamos Tetric EvoCeram Bulk Fill necesita un tiempo de aplicación de 15 segundos. La energía emitida va aumentando gradualmente desde 650 mW/cm<sup>2</sup> hasta 1.200 mW/cm<sup>2</sup>.

### **2.11. Restauraciones en Odontopediatría**

El tratamiento restaurador debe ser realizado en base a una anamnesis adecuada acompañada por un examen clínico y radiográfico muy crítico, siendo parte de todo el plan de tratamiento y tomando en cuenta siempre el compromiso de los padres para el tratamiento y la disponibilidad para retomar las consultas de control (Ahuja et al., 2018).

Se debe considerar:

- El desarrollo de la dentición
- La evaluación de la actividad cariosa
- La evaluación de la higiene bucal
- La dieta del paciente

El plan de tratamiento restaurador debe ser elaborado en conjunto con un programa preventivo especialmente diseñado para atender las necesidades individuales del paciente. La restauración de dientes primarios difiere de la restauración de dientes permanentes, debido en parte a las diferencias en la morfología dentaria (Tamay, Oliveira, Wanderley, & Rodrigues, 2003).

El diámetro mesiodistal de la corona de los molares primarios es mayor que la distancia cérvico-oclusal. Las superficies vestibular y lingual convergen para oclusal. La espesura del esmalte es más fina y consistente (cerca de 1mm. en toda la corona). Los prismas del esmalte en

la región cervical se proyectan en sentido oclusal, terminando de forma abrupta en el cuello dentario, al contrario de estar orientadas en sentido gingival, donde el esmalte se torna gradualmente más fino, como en los dientes permanentes. Las cámaras pulpares de los dientes primarios son proporcionalmente más voluminosas y muy próximas de la superficie oclusal.

Los contactos proximales entre los dientes primarios son amplios y constituyen facetas y no puntos, como se observa en los dientes permanentes. La menor altura coronaria de los dientes primarios también afecta la habilidad de estos dientes de soportar y retener restauraciones. Los dientes permanentes jóvenes también exhiben características, las cuales necesitan ser consideradas en procedimientos restauradores, como la amplitud de las cámaras coronarias y las áreas de contacto con dientes deciduos adyacentes (Gao, 2018).

La restauración dentaria debe incluir la remoción total del tejido cariado a fin de que la estructura dentaria sea compatible con el material restaurador que va a ser utilizado. El condicionamiento del esmalte, la dentina y la adhesión posterior a estos substratos deben ser realizados de una manera apropiada a la técnica restauradora seleccionada. El aislamiento absoluto del campo operatorio debe ser utilizado siempre que sea posible durante la preparación de la cavidad y la aplicación de los materiales restauradores, principalmente las resinas compuestas (Nör, Feigal, Dennison, & Edwards, 1996).

## **2.12. Criterios USPH**

En el año 1971 en la revista *Clinical Oral investigations* fue publicada la guía del USPHS por Cvar y Ryge la cual se basó en varios estudios piloto. Esto surgió en la búsqueda por años para evaluar los materiales restauradores (J. W. V. van Dijken & Pallesen, 2017). Es así que el criterio USPHS ha sido de mucha ayuda. Además, el criterio USPHS se encuentra aprobado por la American Dental Association ADA (van Dijken & Pallesen, 2017).

Por más de 35 años los criterios Ryge/USPHS modificado han sido los más utilizados para evaluar el comportamiento de las restauraciones tanto en su forma anatómica, adaptación marginal, color, decoloración marginal, rugosidad de la superficie y caries. A medida que se han mejorado las metodologías científicas y se han formulado preguntas de investigaciones más detalladas se ha hecho necesario un método de evaluación más riguroso(Chisini et al., 2018; J. W. V. van Dijken & Pallesen, 2017).

### **2.13 Criterios radiográficos**

Para interpretar correctamente una imagen radiográfica y poder maximizar el rendimiento diagnóstico se deben seguir directrices ordenadas y sistemáticas como: (N. J. Opdam, Roeters, Feilzer, & Verdonschot, 1998)

- Cumplir con las condiciones óptimas de visualización
- Comprender la naturaleza y las limitaciones de la imagen radiográfica
- Tener conocimientos básicos de cómo debería ser una radiografía periapical adecuada para poder realizar una valoración crítica de la calidad de imagen radiográfica.
- Conocer detalladamente cómo son las estructuras anatómicas normales radiológicamente

Una vez que se tomó en cuenta los parámetros necesarios para la evaluación radiográfica, se realizó un análisis del mismo en base al estudio de Opdam y colaboradores (N. J. Opdam, Roeters, Feilzer, & Smale, 1998) quienes toman en cuenta los siguientes parámetros:

- 1) Restauración muy sobrecontorneada
- 2) Restauración Sobrecontorneada
- 3) Restauración correcta
- 4) Restauración subcontorneada
- 5) Restauración muy subcontorneada

Es importante la evaluación radiográfica de restauraciones clase II, ya que las mismas son de difícil diagnóstico, por su localización. Las radiografías de elección para evaluar restauraciones clase II, son las radiografías de tipo aleta de mordida. Sin embargo, en el presente estudio se realizaron radiografías periapicales digitales, puesto que fue de interés evaluar la reabsorción radicular de las unidades dentarias primarias, para conocer su proximidad a la exfoliación (Fuks, Araujo, Osorio, Hadani, & Pinto, 2000).

## CÁPITULO III

### 3. Marco Metodológico

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

**In vivo:** Debido a que es estudio fue realizado en pacientes pediátricos por medio de un diseño de boca dividida.

**Observacional:** Pues se observó la adaptación marginal tanto clínica como radiográficamente, al inicio y en el control a los 6 meses utilizando como guía el criterio USPHS modificado y radiográfica periapicales.

**Descriptiva:** porque se evaluaron parámetros clínicos y radiográficos de las restauraciones realizadas para la evaluación de las mismas.

**Serie de casos:** ya que se evaluaron 18 casos de pacientes en dentición mixta que requerían de restauraciones interproximales clase II, a quienes se les aplicaron los mismos procesos restaurativos, con diferentes modos de polimerización.

#### 3.2 Población del estudio

**Universo:** Pacientes de 9 a 11 años de sexo masculino y femenino que acudieron a consulta a la clínica odontológica de la universidad San Francisco que Quito y cumplieron con los criterios de inclusión del estudio.

#### 3.3 Selección y tamaño de la Muestra

El n experimental del presente estudio al ser un estudio *in vivo*, consideró como unidad experimental a ser estudiada al diente restaurado del paciente. Basándonos en este análisis el cálculo de la muestra fue determinado acorde a estudios previos *in vitro* que analizaron con valores numéricos el sellado marginal (S. H. Han & Park, 2017).

Por esta razón, hemos colocado en nuestra propuesta un n de 36 muestras, divididas en 2 grupos de 18 muestras para cada grupo experimental.

### 3.4 Criterios de inclusión y exclusión

**Tabla 1 .- Criterios de inclusión y exclusión**

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Pacientes sin enfermedades sistémicas	Pacientes con alteraciones sistémicas
Pacientes sin historial de reacciones adversas a alguno de los componentes de las resinas compuestas	Pacientes sin disponibilidad de tiempo para seguimiento clínico
Pacientes entre 9 a 11 años de ambos sexos	Pacientes que no presentan un contacto oclusal y proximal
Pacientes que presenten un contacto oclusal y proximal	Pacientes con lesiones cariosas menor a 4 mm
Pacientes que presenten profundidad de la lesión cariosa mínimo 4 mm en sentido cérvico oclusal	Pacientes libres de caries
Pacientes con caries o restauraciones defectuosas en la zona interproximal en molares primarios que presenten al menos dos lesiones cariosas similares.	Pacientes que presenten menos de dos molares afectados por caries o restauraciones defectuosas.
Pacientes colaboradores	Pacientes cuya lesión cariosa llegue a cámara pulpar
	Pacientes no colaboradores

### 3.5 Variables

#### **Variables independientes:**

- Modos de activación de la Lámpara de fotopolimerización

#### **Variable dependiente:**

- Integridad marginal
- Resina compuesta bulk fill

### 3.6 Recursos materiales e instrumentales

Los materiales utilizados en la investigación se encuentran detallados a continuación:

**Tabla 2.-** Materiales para el estudio

<b>Materiales</b>
• Consentimiento informado
• Asentimiento
• Hoja de recolección de datos
• Ácido ortofosfórico
• Adhesivo universal dental
• Resinas Bulk fil
• Microbrush
• Kit TDV
• Banda matriz
• Cuñas de Madera
• Tiras de papel absorbente
• Diques de goma
• Grapas
• Porta grapas
• Perforador de dique
• Arco de Young
• Espejo
• Pinza
• Explorador
• Cuchareta
• Espátula de resina
• Fresas redondas
• Hoja de bisturí
• Fresas multilaminadas
• Discos espiralados de pulido
• Cepillo de goma para pulir
• Hilo dental
• Lámpara de fotopolimerización LED Bluephase N

### 3.7. Procedimientos y Técnicas

#### 3.7.1 Material y método

Una vez que el estudio fue aprobado por el comité de ética en seres humanos de la Universidad San Francisco de Quito, con el código 2018-183IN. Se procedió a evaluar a los pacientes de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Además, antes de la ejecución de cualquier procedimiento clínico, los pacientes fueron consultados acerca de su interés de participación en el presente estudio, para lo cual se solicitó la firma del consentimiento informado para los padres y asentimiento informado para los niños.

**Tabla 3. - Criterios de inclusión**

<b>Criterios de inclusión</b>
Pacientes sin enfermedades sistémicas
Pacientes sin historial de reacciones adversas a alguno de los componentes de las resinas compuestas
Pacientes entre 9 a 11 años de ambos sexos
Pacientes que presenten un contacto oclusal y proximal
Pacientes que presenten profundidad de la lesión cariosa mínimo 4 mm en sentido cérvico oclusal
Pacientes con caries o restauraciones defectuosas en la zona interproximal en molares primarios que presenten al menos dos lesiones cariosas similares.
Pacientes colaboradores

### 3.8 Diseño experimental

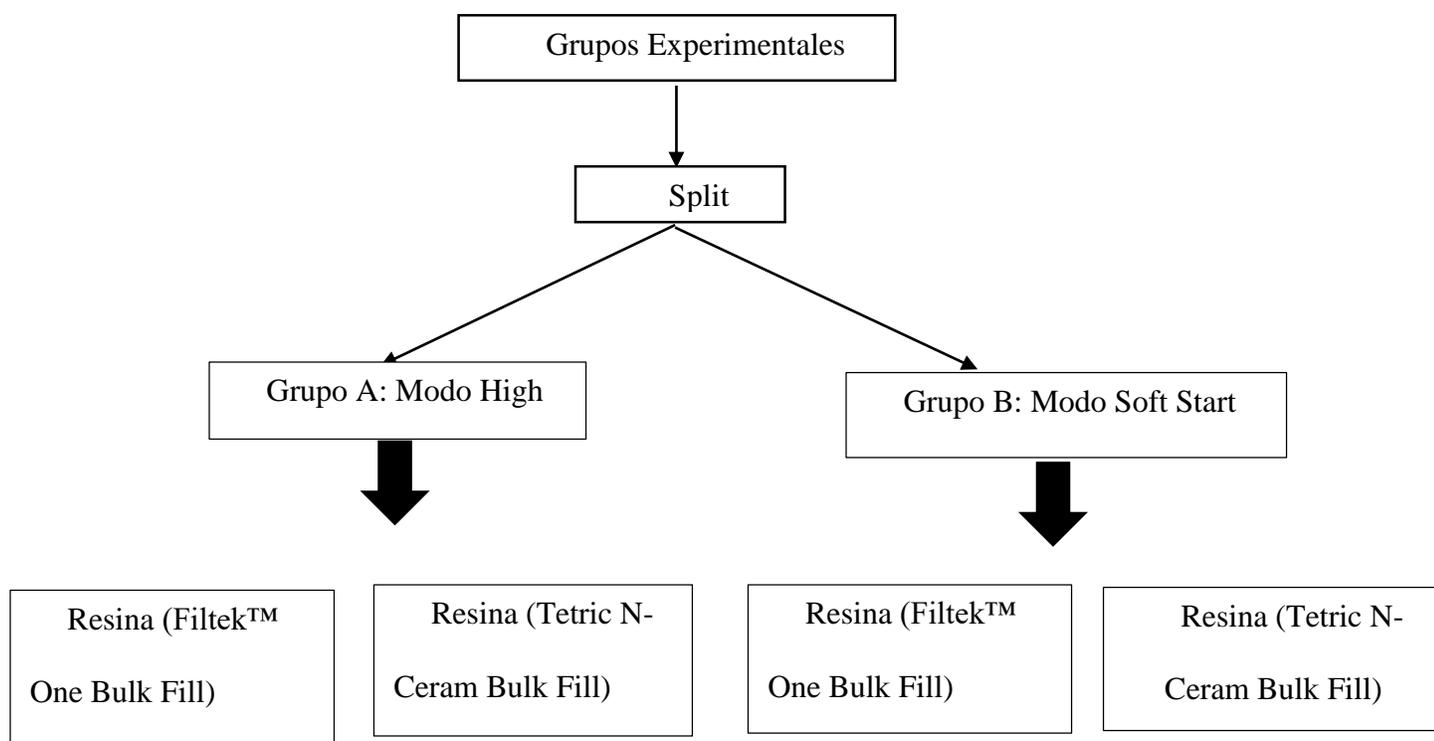
Para este estudio fue realizado un diseño experimental de boca dividida en el cual, de un total de 36 muestras, se dividieron en 2 grupos de estudio, el Grupo A y B, cada grupo conformado por 18 muestras. Los participantes fueron aleatoriamente colocados en uno de los grupos experimentales a continuación, después de seleccionar a los pacientes, los mismos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos de estudio:

- Grupo A (Modo High power), en este grupo las cavidades de los pacientes fueron restauradas con dos tipos de resina: una resina bulk fill con fotoiniciador convencional (Filtek™ One Bulk Fill Restorative, 3M, ESPE, ST-Paul, MN, USA) y la otra con fotoiniciador alternativo (Tetric N- Ceram Bulk Fill, Ivoclar Vivadent, Sacaan,

Liechtenstein) posteriormente polimerizadas con modo high power de la lámpara Bluephase N style. (Bluephase N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)

- Grupo B (Modo soft start) en este grupo las cavidades de los pacientes fueron restauradas con dos tipos de resina: una resina bulk fill con fotoiniciador convencional y la otra con fotoiniciador alternativo y posteriormente polimerizadas con modo soft start de la lámpara Bluephase N style. (Bluephase N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

### 3.9 Diagrama de flujo de los grupos experimentales



### **3.10 Procedimientos Clínicos**

#### **3.10.1. Fase preoperatoria**

Una vez seleccionados los pacientes, se realizaron radiografías periapicales de las 2 unidades dentarias a ser tratadas con el objetivo de observar las lesiones cariosas o restauraciones defectuosas Clase II que se incluirían como parte del estudio. Enseguida se realizó la aplicación tópica de benzocaína al 20% (Topicaíca, Zeyco, Zapopan, Jalisco, México), sobre el tejido gingival para minimizar la sensación de inmersión de la aguja. Después se colocó anestesia infiltrativa lidocaína 2% (Xylestesin-A- 3M ESPE, USA). Posteriormente, se realizó el aislamiento absoluto con un dique de goma (Nic tone, Jalisco, México,), grapas (Hygienic, Coltene, Langenau, Germany) para evitar la contaminación de las restauraciones con cualquier tipo de sustancia externa que pudiese alterar el resultado. Para la restauración de las cavidades proximales se empleó un kit (TDV, Unimatrix, Santa Catarina Brazil) de matrices proximales.

Las cavidades fueron preparadas hasta eliminar el tejido carioso, para lo cual se utilizaron fresas diamantadas redondas #1016 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brazil) una por cada paciente y posteriormente se midieron las cavidades con una sonda periodontal milimetrada (Hu-Friedy, Chicago, USA,). Inmediatamente se realizó un grabado selectivo con ácido fosfórico al 37% (Scotchbond™ Universal Etchant, Neuss, Germany) por 15 segundos seguido lavó con un chorro de agua durante 30 segundos y se secó la cavidad con papel absorbente estéril y aire, evitando la desecación de la dentina.

#### **3.10.2. Procedimientos Restauradores**

En el grupo A en la primera preparación cavitaria, se colocó una gota de adhesivo universal (Single Bond Universal) se realizó aplicación activa por 20 segundos en dentina y aplicación en esmalte con la ayuda de un microbrush pequeño (Kg Brush - KG Sorensen). Luego se colocó aire

a una distancia de 10 cm por 5 segundos. Enseguida se polimerizó durante 20 segundos (Bluephase N, Ivoclar Vivadent). Para la restauración se utilizó resina con fotoiniciadores convencionales Filtek™ One Bulk Fill en un solo bloque, siguiendo las indicaciones del fabricante, realizando condensación vertical con ayuda de un bruñidor, para adaptar bien la resina, enseguida se retiró los excesos para finalmente realizar la polimerización con (Bluephase N, Style) a un tiempo de 20 segundos con modo high.

En la segunda preparación cavitaria, se colocó una gota de adhesivo Tetric N-Bond Universal, se realizó aplicación activa por 20 segundos en dentina y aplicación en esmalte con la ayuda de un microbrush pequeño (Kg Brush - KG Sorensen). Luego se colocó aire a una distancia de 10 cm por 5 segundos. Enseguida se polimerizó durante 10 segundos (Bluephase N, Style). Para la restauración se utilizó resina con fotoiniciadores alternativos Tetric N-Ceram Bulk Fill en un solo bloque, siguiendo las indicaciones del fabricante, realizando condensación vertical con ayuda de un bruñidor, para adaptar bien la resina, enseguida se retiró los excesos para finalmente realizar la polimerización con (Bluephase N, Style) a un tiempo de 10 segundos con modo high.

En el grupo B, en la primera preparación cavitaria, se colocó una gota de adhesivo universal (Adhesivo Single Bond Universal, 3M ESPE, Germany), de acuerdo con las instrucciones del fabricante y aplicado activamente por 20 segundos en dentina y esmalte con la ayuda de un microbrush (Kg Brush - KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brazil). Posteriormente se colocó aire a una distancia de 10 cm por 5 segundos y, se fotopolimerizó durante 10 segundos con la lámpara (Bluephase N Style). A continuación, para la restauración se utilizó resina con fotoiniciadores convencionales Filtek™ One Bulk Fill Restorative en un solo bloque, siguiendo las indicaciones del fabricante, realizando condensación vertical con ayuda de un bruñidor, para adaptar bien la

resina, enseguida se retiró los excesos para finalmente realizar la polimerización con (Bluephase N, Ivoclar Vivadent) a un tiempo de 20 segundos con modo soft.

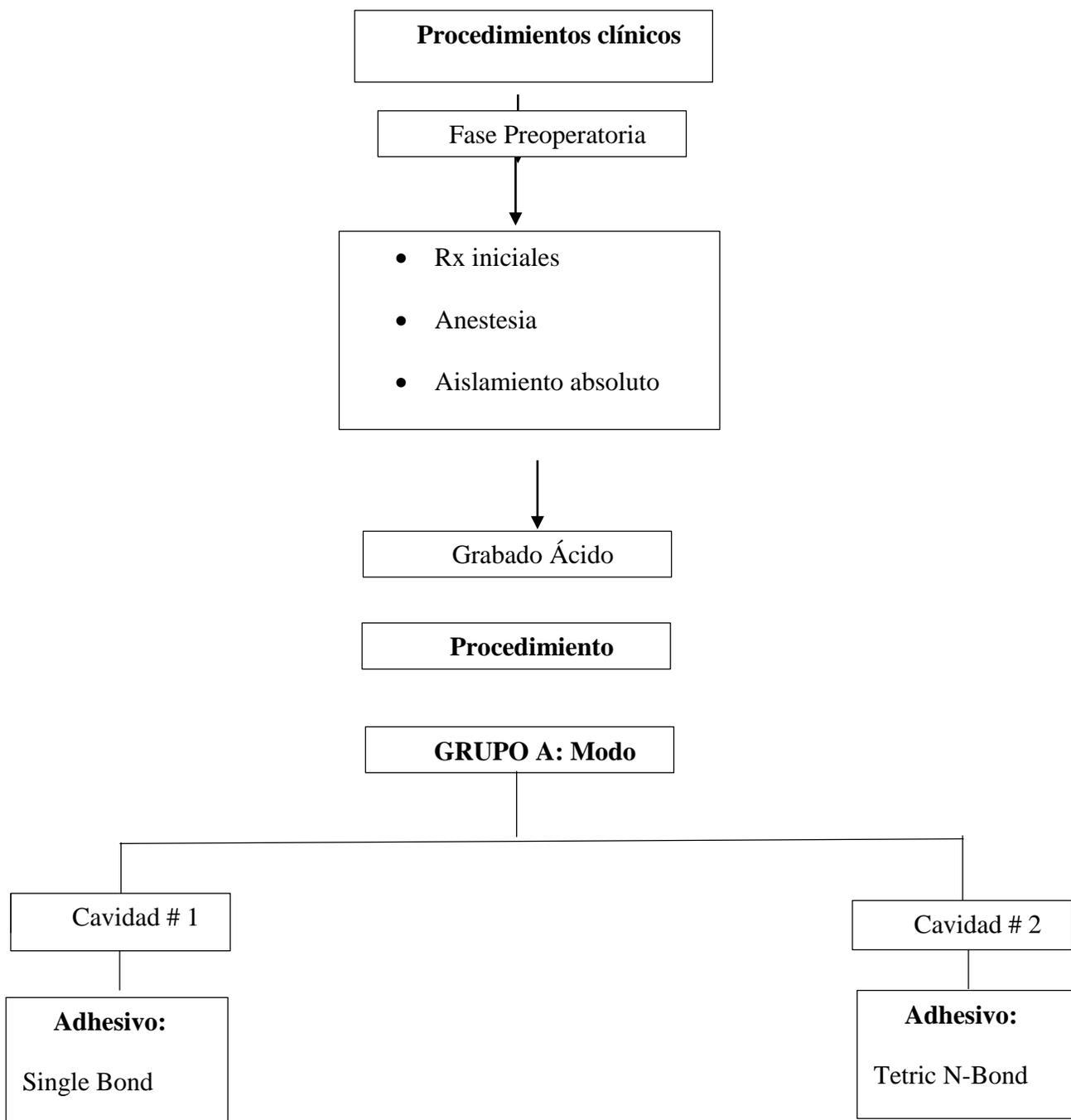
En la segunda preparación cavitaria, se colocó una gota de adhesivo (Tetric N-Bond Universal Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein), se realizó aplicación activa por 20 segundos en dentina y aplicación en esmalte con la ayuda de un microbrush pequeño (Kg Brush - KG Sorensen). Luego se colocó aire a una distancia de 10 cm por 5 segundos. Enseguida se polimerizó durante 10 segundos (Bluephase N Style). Para la restauración se utilizó resina con fotoiniciadores alternativos Tetric N-Ceram Bulk Fill en un solo bloque, siguiendo las indicaciones del fabricante, realizando condensación vertical con ayuda de un bruñidor, para adaptar bien la resina, enseguida se retiró los excesos para finalmente realizar la polimerización con (Bluephase N, Ivoclar Vivadent) a un tiempo de 15 segundos con modo soft.

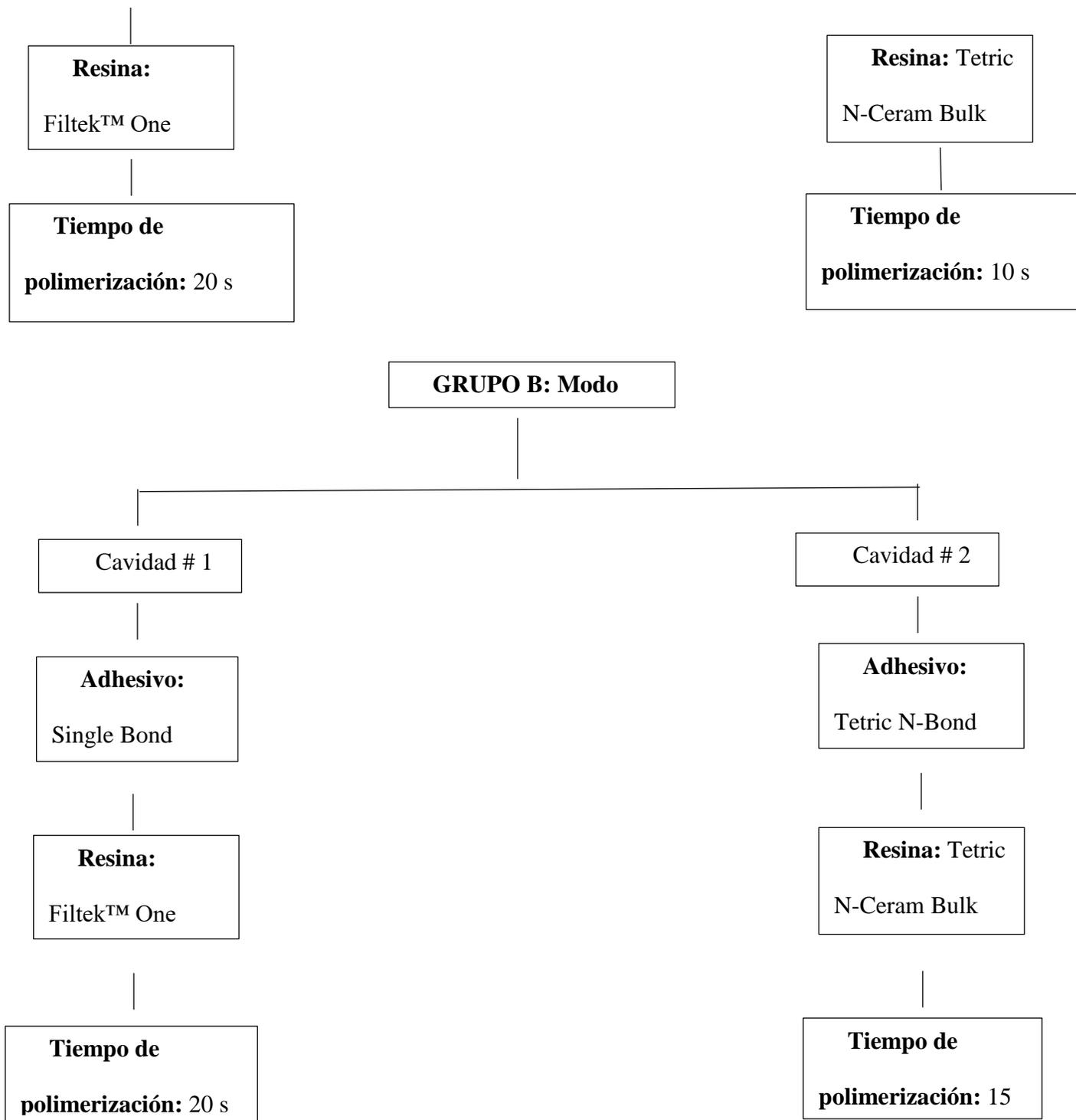
### **3.10.3. Acabado y Pulido**

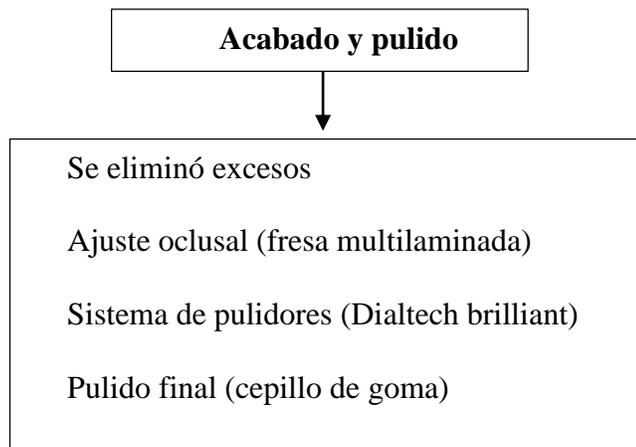
Una vez restauradas las cavidades, se eliminaron los excesos de resina con la ayuda de una hoja de bisturí N 15 (Ribbel International Ltda, New Delhi, India), posteriormente se realizó el ajuste oclusal con una fresa multilaminada en forma de flama #7406 (Jota Rüthi, Switzerland). Luego se utilizó un sistema de pulidores en espiral (Diatech brilliant dentistry kit, Coltene, Altstätten / Switzerland) siguiendo la secuencia de uso indicada por el fabricante prepulido con el disco de color morado y posteriormente se utilizó el espiral de color azul (alto brillo), finalmente se terminó el proceso de pulido con la ayuda de un cepillo de goma (Jiffy®, Composite Polishing Brushes, Jota, Rüthi, Switzerland).

El uso del sistema de pulido fue estandarizado con el objetivo de mantener todas las cavidades lo más similares posibles, usando cada espiral por 15 s. Finalmente se realizó una radiografía final para evaluar la adaptación de la resina.

### 3.10.4 Cuadro de resumen de los procedimientos restauradores







### 3.10.5 Evaluación Clínica y Radiográfica de las restauraciones

El desempeño clínico de las restauraciones Clase II con resinas bulk fill fue evaluado en 2 etapas: una vez terminada la restauración (Baseline), y a los 6 meses posteriores a la restauración de las cavidades, a través de evaluaciones clínicas y radiográficas, siguiendo los parámetros de evaluación la United State Public Health Service (USPHS) modificado de tabla 4 el cual se describe a continuación. Este parámetro sirvió de guía para determinar los criterios de evaluación de esta serie de casos.

Un evaluador que no participó durante los procedimientos restauradores se encargó de evaluar a las restauraciones de acuerdo con el criterio USPHS modificado, con el objetivo de tener una referencia de los parámetros a ser evaluados. Para esto los pacientes fueron citados a las 24 h después de realizada la restauración y evaluados clínicamente. Se tomó una Rx periapical en donde se consideró el estudio de (N. J. Opdam, Roeters, Feilzer, & Smale, 1998) para evaluar dichas radiografías, las cuales fueron tomadas de las unidades dentales restauradas y evaluadas por el mismo evaluador con el fin de determinar las condiciones de las restauraciones, en donde se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

<b>Parámetros radiográficos</b>
1) Restauración muy sobre contorneada
2) Restauración sobrecontorneada
3) Restauración correcta
4) Restauración subcontorneada
5) Restauración muy sobrecontorneada

Luego de un período de 6 meses las restauraciones fueron nuevamente evaluadas por el mismo evaluador, siguiendo los parámetros antes descritos, con el objetivo de identificar cualquier tipo de alteración notoria que pudiese comprometer la vida útil de las restauraciones.

#### **Tabla de Evaluación Índice USPH modificado**

**Tabla 4.- Índice USPHS**

<b>Criterio USPHS modificado por evaluación clínica directa (Van Dijken)</b>			
<b>Código</b>	<b>Puntuación</b>		<b>Criterio</b>
<b>Categoría</b>	<b>Aceptable</b>	<b>No aceptable</b>	
<b>Forma anatómica</b>	0		La restauración es contigua con la anatomía del diente
	1		Restauración ligeramente sobrecontorneada o subcontorneada; crestas marginales ligeramente subcontorneada; contacto ligeramente abierto (puede ser autocorregible); altura oclusal reducida localmente.
		2	La restauración esta subcontorneada, la dentina o la base están expuestas; el contacto es defectuoso, no autocorregible; altura oclusal reducida; oclusión afectada
		3	Falta la restauración parcial o totalmente; fractura de la estructura dental; muestra oclusión traumática; la restauración causa dolor en los dientes o tejido adyacente

<b>Adaptación marginal</b>	0		La restauración es contigua a la forma anatómica existente, el explorador no se traba
	1		El explorador se traba, no se ve ninguna grieta en la que el explorador pueda penetrar
	2		Grieta en el margen, esmalte expuesto
		3	Grieta evidente en el margen, dentina o base expuestas
		4	Restauraciones móviles, fracturadas o faltantes
<b>Color</b>	0		Muy buena coincidencia de color
	1		Buena coincidencia de colores
	2		Desajuste leve en color, sombra o translucidez
		3	Desajuste evidente, fuera del rango normal
		4	Desajuste severo
<b>Decoloración marginal</b>	0		Sin decoloración evidente
	1		Ligera mancha, se puede pulir
	2		Manchas obvias no se pueden pulir
		3	Tinción severa
<b>Rugosidad de la superficie</b>	0		Superficie lisa
	1		Ligeramente áspero o irregular
	2		Áspero, no se puede retocar
		3	Superficies con surcos profundos e irregulares
<b>Caries</b>	0		No hay evidencia de caries contiguas con el margen de la restauración.
		1	La caries tiene continuidad evidente con el margen de la restauración

### 3.11 Aspectos éticos

En este estudio se tomó en cuenta los principios de beneficencia, equidad, justicia y respeto.

**Respeto a las personas.** - Los individuos de este estudio fueron tratados como agentes autónomos, puesto a que se les preguntó si desean participar en el estudio por medio del asentimiento informado. Sin embargo, por ser menores de edad, necesariamente se pidió el consentimiento informado a los padres de familia.

**Beneficencia.** - Se trató a las personas que formaron parte del estudio de una manera ética. Se respetó sus decisiones puesto que pueden desistir de participar en el estudio el momento que ellos deseen. Se los protegió de daños utilizando todas las normas de bioseguridad necesarias para la práctica odontológica, y también se procuró su bienestar, ya que se eliminó caries, que fueron consideradas focos de infección, esto se realizó con materiales de restauración de buena calidad, legalmente autorizados, con su registro sanitario.

**Justicia.** - Los pacientes de la investigación fueron tratados igualmente. La selección de los sujetos de la investigación fue examinada cuidadosamente, de acuerdo con las necesidades relacionadas con el problema del estudio, por lo cual se tomó en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. Cabe recalcar que los tratamientos restauradores fueron gratuitos para los pacientes que desearon participar en el estudio, ya que fueron financiados por los investigadores del proyecto.

### **Beneficios para los participantes**

Se eliminó focos infecciosos de caries. Las restauraciones se realizaron de forma gratuita con materiales de buena calidad, en unidades dentarias indicadas para la restauración. Se utilizaron lámparas de fotopolimerización de tercera generación que son utilizadas ampliamente en el área odontológica, para evaluar su efecto sobre las resinas, debido a que está directamente relacionada con el éxito o fracaso de estas. Se les realizó además profilaxis dental es decir limpieza de toda la cavidad bucal, y se colocó flúor, lo cual es necesario para una buena salud bucodental. Este tratamiento se realizó gratuitamente.

### **Ventajas potenciales a la sociedad**

Esta investigación proporciona valiosa información, ya que la confección de una restauración de resina bulk fill y la efectividad de lámparas LED influye a gran escala

especialmente en modo de activación de la lámpara ya que no sabemos a ciencia cierta si tanto el modo de activación soft o high fotocuran la resina de la misma manera lo cual se evaluó mediante el sellado marginal.

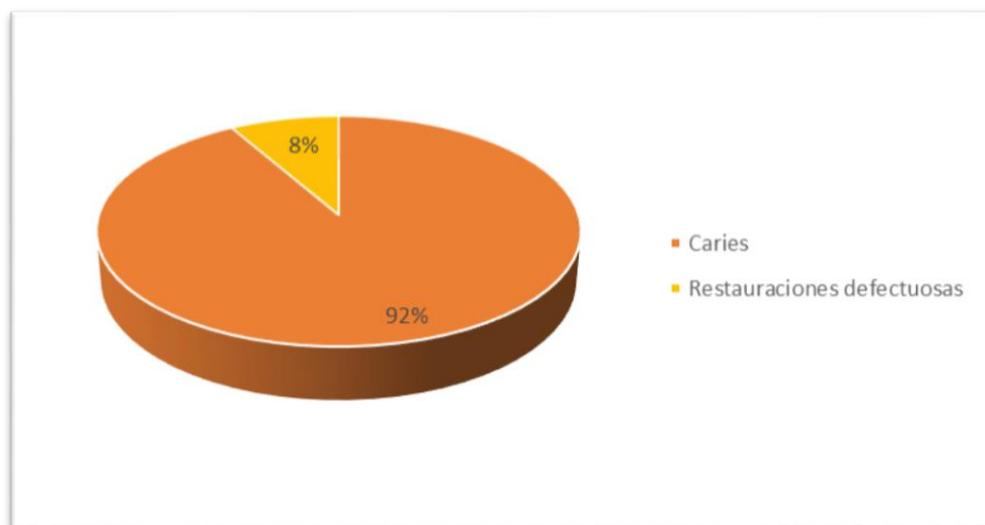
Una vez que se determinó qué modo de acción produce un mejor resultado sobre la fotopolimerización de la resina ayudará a evitar caries secundaria por filtración marginal de esta manera se evitará hipersensibilidad y defectos en la restauración, por ende, una restauración más longeva, beneficiando de esta manera a los pacientes evitando visitas continuas al odontólogo.

## CAPÍTULO IV

### 4.- Resultados

Al ser un estudio con diseño descriptivo de tipo serie de casos, para analizar los resultados se utilizó una breve estadística descriptiva.

*Figura 1.* - Diagnóstico de muestras



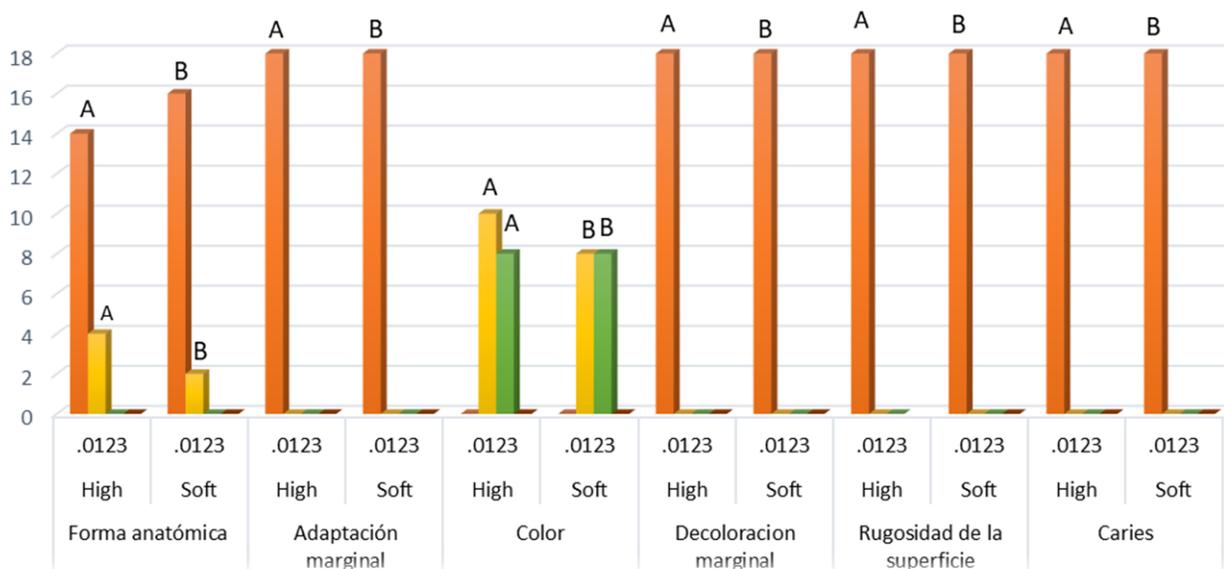
Fuente: propia del investigador

Una vez realizado el diagnóstico correspondiente de las 36 muestras, 33 de ellas se encontraron con caries y 3 con restauraciones defectuosas (Figura 1). Por lo cual se realizó la remoción de caries y restauraciones defectuosas para la colocación de la correspondiente resina bulk fill, con el procedimiento antes mencionado en la metodología.

El desempeño clínico de las restauraciones Clase II en unidades detalles primarias con RBF fue evaluado en 2 etapas: una vez terminada la restauración (baseline) y a los 6 meses posteriores a la restauración de las cavidades.

### Análisis clínico de las restauraciones

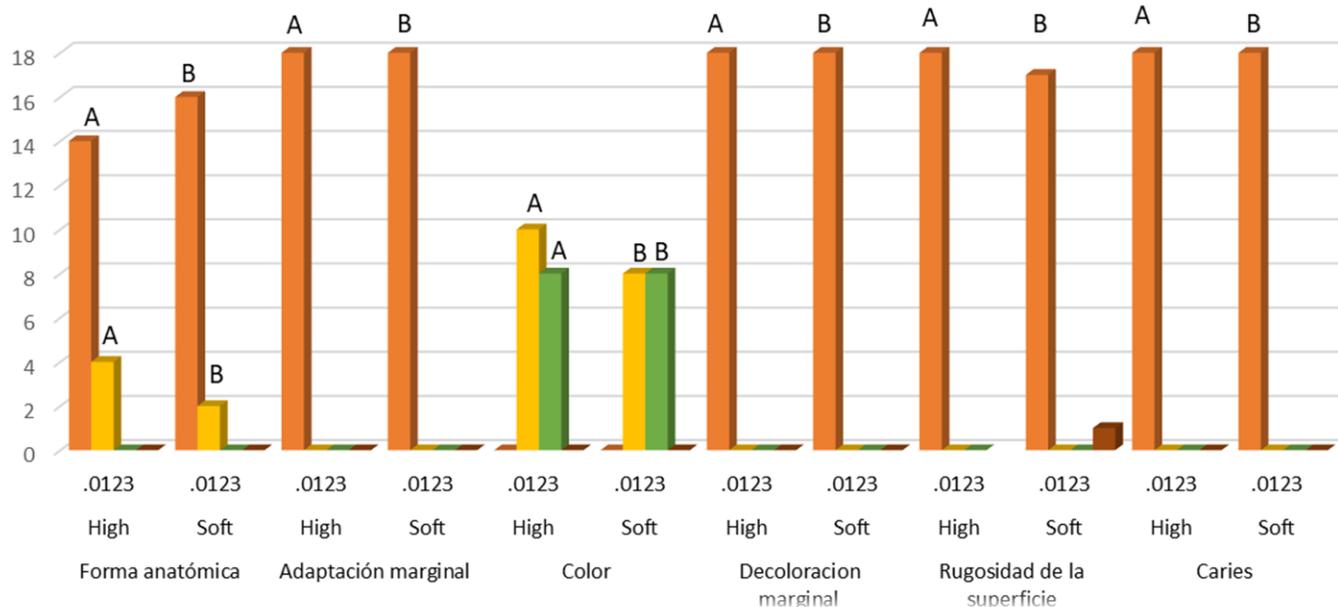
Para poder responder el primer objetivo específico nos basamos en la evaluación clínica de los modos de activación, con la ayuda del criterio USPHS modificado se evidenciaron resultados aceptables, tanto en la forma anatómica, adaptación marginal, color, decoloración marginal, rugosidad de la superficie y ausencia de caries.



**Figura 2** .-Evaluación inicial modo high (grupo A)- modo soft (grupo B)

**Fuente:** propia del investigador

A pesar de encontrarse dentro del rango aceptable en cuanto a la forma anatómica seis restauraciones se encontraron ligeramente sobrecontorneadas y, en el parámetro del color las muestras se encuentran en el parámetro buena coincidencia de color y presentan leve sobre o translucidez (Figura 2).



**Figura 3.-** Evaluación a los 6 meses modo high (grupo A)- modo soft (grupo B)

**Fuente:** propia del investigador

Se obtuvo como resultado que 35 restauraciones se encontraron dentro de los parámetros aceptables, es decir, no se encontraron cambios en cuanto al análisis inicial (baseline), tanto en forma anatómica, adaptación marginal, decoloración marginal, rugosidad de la superficie y caries. Solo una restauración se encontró dentro del parámetro no aceptable, al presentar una fisura en la superficie oclusal aceptable se pudo observar una fisura en una unidad dentaria del grupo B (soft start) realizada con resina Filtek one bulk fill (Figura 3).

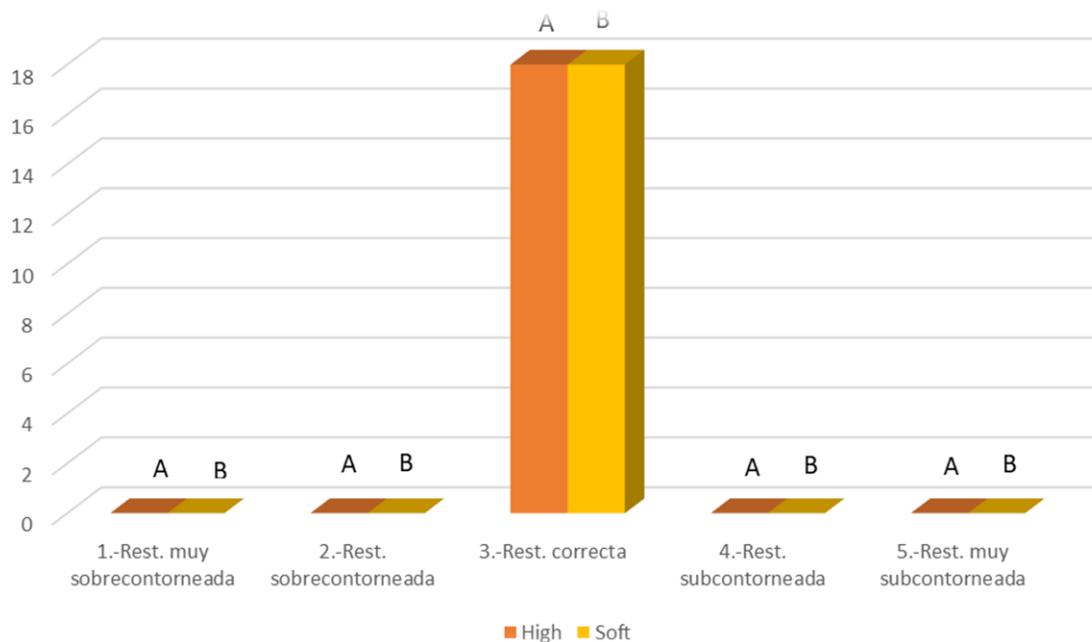
#### **Análisis radiográfico de las restauraciones**

Para poder responder el segundo objetivo específico nos basamos en la evaluación radiográfica de los modos de activación, con la ayuda de los siguientes parámetros:

- 1) Restauración muy sobrecontorneada
- 2) Restauración Sobrecontorneada

- 3) Restauración correcta
- 4) Restauración subcontorneada
- 5) Restauración muy subcontorneada

**Figura 4.-** Examen radiográfico inicial y control a 6 meses



Fuente: propia del investigador

Como podemos observar en la figura 4 no existieron diferencias en cuanto a la adaptación marginal evaluada radiográficamente tanto al inicio como en el control a 6 meses.

### Serie de reporte de casos

A continuación se presentarán los casos clínicos con características peculiares.

### Caso número 1

Este paciente se realizó con resina Filtek one bulk fill la restauración fue fotopolimerizada con modo high power (grupo A).

Baseline	Control a los 6 meses
 <p data-bbox="203 1108 829 1251">Imagen representativa de una fotografía final (baseline) de una restauración, elaborada con resina Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 5.5 distal)</p>	 <p data-bbox="857 1108 1484 1251">Imagen representativa de una fotografía del control a 6 meses de una restauración, elaborada con resina Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 5.5 distal)</p>
 <p data-bbox="203 1707 829 1845">Imagen representativa de una Rx final una vez terminada la restauración (Baseline), elaborada con resina Filtek™ One Bulk y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 5.5 distal)</p>	 <p data-bbox="857 1686 1484 1829">Imagen representativa de una Rx del control a los 6 meses, elaborada con resina Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 5.5 distal)</p>

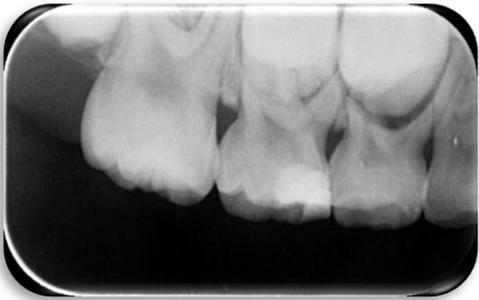
## Caso número 2

Este paciente se realizó con resina Tetric N-Ceram Bulk Fill la restauración fue fotopolimerizada con modo high power (grupo A).

Baseline	Control a 6 meses
 <p>Imagen representativa de una fotografía final (baselines), de una restauración elaborada con resina: Tetric N-Ceram Bulk Fill y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>	 <p>Imagen representativa de una fotografía del control a 6 meses, de una restauración elaborada con resina: Tetric N-Ceram Bulk Fill y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>
 <p>Imagen representativa de una Rx final una vez terminada la restauración (Baseline), elaborada con resina: Tetric N-Ceram Bulk Fill y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>	 <p>Imagen representativa de una Rx del control a 6 meses, elaborada con resina: Tetric N-Ceram Bulk Fill y fotopolimerizada con modo High. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>

### Caso número 3

Este paciente se realizó con resina Filtek one bulk fill la restauración fue fotopolimerizada con modo soft start (grupo B).

Baseline	Control a 6 meses
 <p data-bbox="203 1094 821 1234">Imagen representativa de una fotografía final (baseline) de una restauración elaborada con resina: Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>	 <p data-bbox="847 1094 1466 1268">Imagen representativa de una fotografía del control a 6 meses de una restauración elaborada con resina: Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>
 <p data-bbox="203 1717 821 1892">Imagen representativa de una radiografía final una vez terminada la restauración (baseline), restauración elaborada con resina: Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>	 <p data-bbox="847 1717 1466 1858">Imagen representativa de una radiografía del control a 6 meses restauración elaborada con resina: Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 6.5 mesial)</p>

### Caso número 4

Este paciente se realizó con resina Tetric N-Ceram Bulk Fill la restauración fue fotopolimerizada con soft start (grupo B).

**Baseline**



Imagen representativa de una fotografía final (baseline) de una restauración elaborada con resina: Tetric N-Ceram Bulk Fill y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 5.5 distal)

**Control a 6 meses**



Imagen representativa de una fotografía del control a 6 meses de una restauración elaborada con resina: Tetric N-Ceram Bulk Fill y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 5.5 distal)

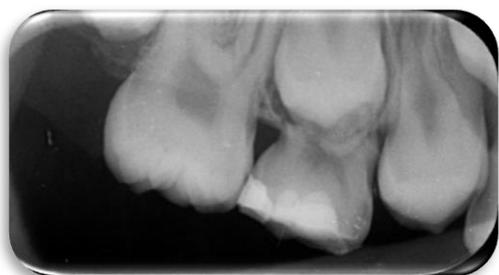


Imagen representativa de una radiografía final una vez terminada la restauración (baseline), restauración elaborada con resina: Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 6.5 mesial)

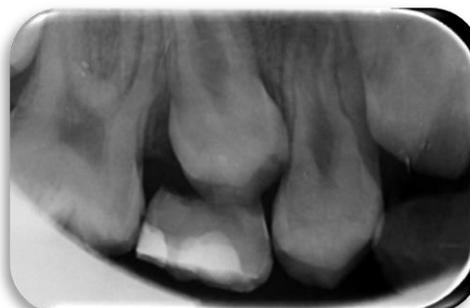


Imagen representativa de una radiografía del control a 6 meses restauración elaborada con resina: Filtek™ Bulk One y fotopolimerizada con modo Soft Start. (unidad dental: 6.5 mesial)

#### 4.1 Discusión

En este estudio se evaluó la adaptación marginal de forma clínica y radiográfica de cavidades clase II restauradas con dos resinas bulk fill, utilizando diferentes técnicas de polimerización con una lámpara de tercera generación, en donde se tomaron en cuenta dos modos de activación (soft start y high power). Las evaluaciones realizadas tanto en baseline como a los 6 meses de forma clínica como radiográfica mostraron una buena adaptación marginal, y no encontramos diferencias entre los grupos de estudio. Por lo tanto, la hipótesis nula de este estudio que propuso que no habría diferencias entre los modos de activación de la lámpara debe ser aceptada.

El desarrollo de la contracción por polimerización está relacionado con la cinética de la reacción de la polimerización. Una vez que se inicia la irradiación de energía con valores bajos de energía, se activa un centro de crecimiento de los polímeros (Taubock et al., 2014), lo que reduce la velocidad de reacción y disminuye la contracción de la resina, por lo cual Taubock y cols determinaron en su estudio que la polimerización con un modo de activación de inicio lento (soft start) dió un mejor resultado en la adaptación marginal, en comparación con el modo de irradiancia continua (high power). Estos resultados contrastan con los obtenidos en el presente estudio, donde se observó que los dos modos de activación utilizados en los diferentes tipos de resinas bulk fill presentaron buena adaptación marginal. Una de las formas de explicar estos resultados tiene que ver con el tipo de evaluación realizada. Los estudios *in vitro* normalmente utilizan parámetros y

técnicas de mensuración de sus variables altamente precisas, sin embargo la implicación clínica de dichas variaciones podría no tener un efecto significativo sobre el comportamiento clínico de las restauraciones de RC (Cidreira Boaro et al., 2019).

Por otra parte según la literatura, el modo soft start permite una mejor organización de los monómeros ya que al ser un proceso lento no genera radicales libres (Caughman, Caughman, Shiflett, Rueggeberg, & Schuster, 1991; Goracci et al., 2014). En nuestro estudio se observó que las muestras realizadas con modo soft start, tuvieron en su gran mayoría éxito en el rendimiento clínico, a excepción de una restauración la cual presentó mayor rugosidad en la superficie. Un estudio de Caughman y cols. (Caughman et al., 1991) concluyó que la baja irradiancia (modo soft start) genera menor conversión del monómero, siendo así que la baja conversión de monómeros compromete las propiedades mecánicas de la resina y puede reducir la biocompatibilidad con la estructura dentaria (Ferracane & Greener, 1986), por lo que este modo de irradiancia pudo ocasionar rugosidades en la superficie en una de las restauraciones evaluadas en este estudio. Otra explicación a esta situación podría estar relacionada o deberse a distintos factores asociados directamente a la higiene bucal y la dieta, lo que a pesar de que en un período corto como el evaluado en nuestro estudio, podría no ser relevante, si no instruimos correctamente a los pacientes para cambiar estos hábitos, puede derivar en otros problemas mayores como las caries secundarias y consecuentemente el fracaso de la restauración (Dijken & Pallesen, 2017).

Un estudio *in vitro* de Gamarra y cols. (Gamarra et al., 2018) que comparó la adaptación marginal de restauraciones con diferentes técnicas de polimerización, mostraron diferencias significativas en cuanto al grado de adaptación marginal al utilizar lámparas de tercera generación con distintos modos de activación (Gamarra et al., 2018). En dicho estudio, se observó que la irradiación alta y continua de energía (modo high power) dió como resultado menos márgenes continuos, en comparación con el modo de inicio suave (modo soft start). Esto nos llevaría a pensar en un comportamiento similar de las resinas utilizadas en el presente estudio, sin embargo, como mencionamos anteriormente, el tipo de implicaciones clínicas de este tipo de variaciones en la irradiancia requieren de estudios clínicos y técnicas de análisis más precisas, por lo que estudios futuros evaluando estas variables son recomendados.

Un estudio reciente de Yusuf y cols. (Yusuf et al., 2016) obtuvo resultados similares a los obtenidos en nuestro estudio. En el estudio de Yusuf y cols. Fue realizada una evaluación clínica de 12 meses, donde todas las restauraciones se encontraron en condiciones aceptables (Yusuf et al., 2016) de igual forma que en el presente estudio cuando se realizó la evaluación a 6 meses la mayoría de las restauraciones estaban en el parámetro aceptable. Una de las explicaciones para estos resultados podría estar relacionado al hecho de haber sido realizadas por un operador capacitado y tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión similares a los seleccionados en el presente estudio. De la misma manera todas las restauraciones fueron realizadas bajo óptimas

condiciones de aislamiento absoluto, lo que ha sido previamente demostrado como un factor de alta relevancia al momento de realizar restauraciones. (AlJazairy, Mitwalli, & AlMoajel, 2019).

En la actualidad la vida de las resinas Bulk Fill es considerada similar a la de las RC convencionales. A pesar de que los estudios clínicos son escasos, los resultados son prometedores (Cidreira Boaro et al., 2019). El estudio clínico con mayor tiempo de acompañamiento hasta la fecha, es el de Van Dijken y Ulla Pallesen quienes presentaron resultados de 6 años de acompañamiento, donde compararon resinas bulk fill y resinas convencionales, concluyendo que las resinas bulk fill presentaron parámetros aceptables muy similares en comparación con la resina convencional (J. W. V. van Dijken & Pallesen, 2017). Estos resultados nos llevan a pensar que el uso de RBF puede ser una estrategia confiable para su uso en pacientes pediátricos (Gonçalves et al., 2011).

Los estudios sobre el uso de RBF en pediatría continúan siendo limitados, sin embargo, los estudios clínicos en adultos indican su confiabilidad para su uso de seres humanos. A pesar de la importancia de la técnica y la habilidad del operador (Flávio F. Demarco, Corrêa, Cenci, Moraes, & Opdam, 2012). Diversas revisiones sistemáticas (N. J. Opdam, Roeters, Feilzer, & Verdonchot, 1998; N. J. M. Opdam, Bronkhorst, Loomans, & Huysmans, 2010) han recalado la importancia de los factores inherentes al paciente, tales como la higiene del paciente y su predisposición al desarrollo de caries (Flávio F. Demarco et al., 2012). En ese contexto, más estudios clínicos en Odontopediatría son necesarios, considerando que las poblaciones infantiles presentan un elevado

consumo de alimentos cariogénicos en comparación a las poblaciones adultas, lo que podría tener un efecto deletéreo sobre la sobrevida de estas restauraciones y limitar su uso. En el presente estudio, esta variable no fue discriminada entre los pacientes con el fin de universalizar los resultados obtenidos a la mayor cantidad de poblaciones.

En este estudio no fueron observadas diferencias en cuanto al uso de diferentes modos de activación sobre las RBF durante un período de 6 meses, sin embargo es importante tomar en cuenta que el presente estudio *in vivo* partió de un análisis con una población inferior a aquellas utilizadas en estudios clínicos randomizados, por lo cual la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio debe ser realizada con cautela. Además se recomienda realizar estudios futuros con períodos más extensos de acompañamiento, para de esta forma corroborar los beneficios del uso de la técnica RBF en pacientes pediátricos.

## Capítulo V

### 5.- Recomendaciones y Conclusiones

#### 5.1 Recomendaciones

A pesar de los resultados positivos obtenidos en el presente estudio, las RBF en pacientes pediátricos, se requiere de períodos más largos de acompañamiento que avalen su uso y su longevidad, por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio deben ser manejados con cautela hasta que nuevos y mayores estudios clínicos con mayor longevidad sean publicados.

De igual forma se recomienda utilizar una muestra más significativa y análisis complementarios como microscopio electrónico de barrio o microtomografía.

#### 5.2 Conclusiones

El estudio indica una buena adaptación marginal con los diferentes modos de activación de las lámparas led de tercera generación sobre las RBF

- a) El uso de diferentes modos de activación de una lámpara LED de tercera generación no interfiere en la adaptación marginal evaluada clínicamente en unidades dentales primarias en un período de 6 meses.
- b) Los diferentes tipos de activación de una lámpara LED de tercera generación influye en una correcta adaptación marginal, evaluada radiográficamente en pacientes pediátricos en un período de 6 meses.

## Referencias

- Abbasi, M., Moradi, Z., Mirzaei, M., Kharazifard, M.J., & Rezaei, S. (2018). Polymerization shrinkage of five bulk-fill composite resins in comparison with a conventional composite resin. *J Dent (Tehran)*, *15*(6), 365-374.
- Ahuja, S., Gandhi, K., Malhotra, R., Kapoor, R., Maywad, S., & Datta, G. (2018). Assessment of the effect of parental presence in dental operator on the behavior of children aged 4-7 years. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, *36*(2), 167-172. doi: 10.4103/jisppd.jisppd\_238\_17
- AlJazairy, Y.H., Mitwalli, H.A., & AlMoajel, N.A. (2019). The effect of polishing systems on surface roughness of nanohybrid and microhybrid resin composites. *American journal of dentistry*, *32*(1), 47-52.
- AlQahtani, M., Q., M., P. L., Sullivan, B., & Labrie, D., AlShaafi, M. M., & Price, R. B. (2015). Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite. *Operative Dentistry* 662-672.
- Asmussen, E., & Peutzfeldt, A. (2005). Polymerization contraction of resin composite vs. Energy and power density of light-cure. *European journal of oral sciences*, *113*(5), 417-421. doi: 10.1111/j.1600-0722.2005.00239.x
- Atabek, D., Aktaş, N., Sakaryali, D., & Bani, M. (2017). Two-year clinical performance of sonic-resin placement system in posterior restorations. *Quintessence Int*, *48*(9), 743-751. doi: 10.3290/j.qi.a38855
- Atash, R., Arab, M., Duterme, H., & Cetik, S. (2017). Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*, *17*(3), 239-249. doi: 10.4103/jips.jips\_24\_17
- Baratieri, L., & Carvalho, M. (2001). *Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores* Sao Paulo: Artes Médicas
- Barrancos, P.J. (2015). *Barrancos mooney. Operatoria dental*. Buenos Aires: Editorial Panamericana.
- Benetti, A.R., Havndrup-Pedersen, C., Honoré, D., Pedersen, M.K., & Pallesen, U. (2015). Bulk-fill resin composites: Polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*, *40*(2), 190-200. doi: 10.2341/13-324-1
- Benetti, A.R., Havndrup-Pedersen, C., Honoré, D., Pedersen, M.K., & Pallesen, U. (2015). Bulk-fill resin composites: Polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Operative Dentistry*, 190-200.
- Bucuta, S., & Ilie, N. (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. Conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*, *18*(8), 1991-2000. doi: 10.1007/s00784-013-1177-y
- Caughman, W.F., Caughman, G.B., Shiflett, R.A., Rueggeberg, F., & Schuster, G.S. (1991). Correlation of cytotoxicity, filler loading and curing time of dental composites. *Biomaterials*, *12*(8), 737-740. doi: 10.1016/0142-9612(91)90022-3
- Cidreira Boaro, L.C., Pereira Lopes, D., de Souza, A.S.C., Lie Nakano, E., Ayala Perez, M.D., Pfeifer, C.S., & Goncalves, F. (2019). Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin -a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater*, *35*(10), e249-e264. doi: 10.1016/j.dental.2019.07.007
- Condon, J.R., & Ferracane, J.L. (2000). Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *J Am Dent Assoc*, *131*(4), 497-503. doi: 10.14219/jada.archive.2000.0207

- Czasch, P., & Ilie, N. (2013). In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. . *Clinical Oral Investigations*, 227-235.
- Chandrasekhar, V., Rudrapati, L., Badami, V., & Tummala, M. (2017). Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent*, 20(6), 386-391. doi: 10.4103/jcd.jcd\_157\_16
- Chesterman, J., Jowett, A., Gallacher, A., & Nixon, P. (2017). Bulk-fill resin-based composite restorative materials: A review. . *British Dental Journal*, 337-344.
- Chisini, L.A., Collares, K., Cademartori, M.G., de Oliveira, L.J.C., Conde, M.C.M., Demarco, F.F., & Corrêa, M.B. (2018). Restorations in primary teeth: A systematic review on survival and reasons for failures. *International journal of paediatric dentistry*, 28(2), 123-139. doi: 10.1111/ipd.12346
- Davidson, C.L., & Feilzer, A.J. (1997). Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent*, 25(6), 435-440. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00063-2
- Demarco, F.F., Collares, K., Correa, M.B., Cenci, M.S., Moraes, R.R., & Opdam, N.J. (2017). Should my composite restorations last forever? Why are they failing? *Braz Oral Res*, 31(suppl 1), e56. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0056
- Demarco, F.F., Corrêa, M.B., Cenci, M.S., Moraes, R.R., & Opdam, N.J.M. (2012). Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 28(1), 87-101. doi: 10.1016/j.dental.2011.09.003
- Dijken, J.W.V., & Pallesen, U. (2017). Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: A randomized, controlled 6-year evaluation. *European Journal of Oral Sciences*, 125(4), 303-309. doi: 10.1111/eos.12351
- Eweis, A.H., Yap, A.U., & Yahya, N.A. (2017). Dynamic analysis of bulk-fill composites: Effect of food-simulating liquids. *J Mech Behav Biomed Mater*, 74, 183-188. doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.06.004
- Fernando, S., Tadakamadla, S.K., & Bakr, M. (2019). Indicators of risk for dental caries in children: A holistic approach. 4(4), 333-341. doi: 10.1177/2380084419834236
- Ferracane, J.L. (2011). Resin composite—state of the art. . *Dental Materials*, 29-38.
- Ferracane, J.L., & Greener, E.H. (1986). The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *Journal of biomedical materials research*, 20(1), 121-131. doi: 10.1002/jbm.820200111
- Fronza, B.M., Rueggeberg, F.A., Braga, R.R., Mogilevych, B., Soares, L.E., Martin, A.A., . . . Giannini, M. (2015). Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*, 31(12), 1542-1551. doi: 10.1016/j.dental.2015.10.001
- Fuks, A., Araujo, F., Osorio, L., Hadani, P., & Pinto, A. (2000). Clinical and radiographic assessment of class ii esthetic restorations in primary molars. *Pediatric dentistry*, 22, 479-485.
- Furness, A., Tadros, M.Y., Looney, S.W., & Rueggeberg, F.A. (2014). Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent*, 42(4), 439-449. doi: 10.1016/j.jdent.2014.01.005
- Gaintantzopoulou, M.D., Gopinath, V.K., & Zinelis, S. (2017). Evaluation of cavity wall adaptation of bulk esthetic materials to restore class ii cavities in primary molars. *Clinical Oral Investigations*, 21(4), 1063-1070. doi: 10.1007/s00784-016-1848-6

- Gamarra, V.S.S., Borges, G.A., Júnior, L.H.B., & Spohr, A.M. (2018). Marginal adaptation and microleakage of a bulk-fill composite resin photopolymerized with different techniques. *Odontology*, *106*(1), 56-63. doi: 10.1007/s10266-017-0294-5
- Gao, S.S. (2018). The longevity of posterior restorations in primary teeth. *Evid Based Dent*, *19*(2), 44. doi: 10.1038/sj.ebd.6401302
- Gonçalves, F., Azevedo, C.L.N., Ferracane, J.L., & Braga, R.R. (2011). Bisgma/tegDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, *27*(6), 520-526. doi: 10.1016/j.dental.2011.01.007
- Goracci, C., Cadenaro, M., Fontanive, L., Giangrosso, G., Juloski, J., Vichi, A., & Ferrari, M. (2014). Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dental Materials*, *30*(6), 688-694. doi: 10.1016/j.dental.2014.03.006
- Han, S.-H., Sadr, A., Tagami, J., & Park, S.-H. (2016). Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. *Dental Materials*, 1085–1094. .
- Han, S.H., & Park, S.H. (2017). Comparison of internal adaptation in class ii bulk-fill composite restorations using micro-ct. *Oper Dent*, *42*(2), 203-214. doi: 10.2341/16-023-1
- Hannig, M., & Bott, B. (1999). In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. *Dent Mater*, *15*(4), 275-281. doi: 10.1016/s0109-5641(99)00047-0
- Heintze, S.D., & Rousson, V. (2012). Clinical effectiveness of direct class ii restorations - a meta-analysis. *The journal of adhesive dentistry*, *14*(5), 407-431. doi: 10.3290/j.jad.a28390
- Ilie, N., Bucuta, S., & Draenert, M. (2013). Bulk-fill resin-based composites: An in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*, *38*(6), 618-625. doi: 10.2341/12-395-1
- 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. *Dent Mater*, *33*(8), 880-894. doi: 10.1016/j.dental.2017.04.013
- Ilie, N., Keßler, A., & Durner, J. (2013). Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. . *Journal of Dentistry*, 695–702.
- Karaman, E., Keskin, B., & Inan, U. (2017). Three-year clinical evaluation of class ii posterior composite restorations placed with different techniques and flowable composite linings in endodontically treated teeth. *Clin Oral Investig*, *21*(2), 709-716. doi: 10.1007/s00784-016-1940-y
- Kassebaum, N.J., Bernabe, E., Dahiya, M., Bhandari, B., Murray, C.J., & Marcenes, W. (2015). Global burden of untreated caries: A systematic review and metaregression. *J Dent Res*, *94*(5), 650-658. doi: 10.1177/0022034515573272
- Kaya, M.S., Bakkal, M., Durmus, A., & Durmus, Z. (2018). Structural and mechanical properties of a giomer-based bulk fill restorative in different curing conditions. *Journal of applied oral science : revista FOB*, *26*, e20160662-e20160662. doi: 10.1590/1678-7757-2016-0662
- Khandelwal, M., Shetty, R.M., & Rath, S. (2019). Effectiveness of distraction techniques in managing pediatric dental patients. *Int J Clin Pediatr Dent*, *12*(1), 18-24. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1582

- Leprince, J., Palin, W., Vanacker, J., Sabbagh, J., Devaux, J., & Leloup, G. (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 993-1000.
- Leprince, J.G., Palin, W.M., Vanacker, J., Sabbagh, J., Devaux, J., & Leloup, G. (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*, 42(8), 993-1000. doi: 10.1016/j.jdent.2014.05.009
- Li, X., Pongprueksa, P., Van Meerbeek, B., & De Munck, J. (2015). Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J Dent*, 43(6), 664-672. doi: 10.1016/j.jdent.2015.01.002
- Lieberman, J., Franzon, R., Guimaraes, L.F., Casagrande, L., Haas, A.N., & Araujo, F.B. (2019). Survival of composite restorations after selective or total caries removal in primary teeth and predictors of failures: A 36-months randomized controlled trial. *J Dent*, 103268. doi: 10.1016/j.jdent.2019.103268
- Lloyd, C.H., Joshi, A., & McGlynn, E. (1986). Temperature rises produced by light sources and composites during curing. *Dent Mater*, 2(4), 170-174. doi: 10.1016/s0109-5641(86)80030-6
- Miletic, V., Pongprueksa, P., De Munck, J., Brooks, N.R., & Van Meerbeek, B. (2017). Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites. *Clin Oral Investig*, 21(4), 1201-1212. doi: 10.1007/s00784-016-1894-0
- Nomoto, R., McCabe, J.F., & Hirano, S. (2004). Comparison of halogen, plasma and led curing units. *Oper Dent*, 29(3), 287-294.
- Nör, J.E., Feigal, R.J., Dennison, J.B., & Edwards, C.A. (1996). Dentin bonding: Sem comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res*, 75(6), 1396-1403. doi: 10.1177/00220345960750061101
- Opdam, N.J., Roeters, F.J., Feilzer, A.J., & Smale, I. (1998). A radiographic and scanning electron microscopic study of approximal margins of class ii resin composite restorations placed in vivo. *J Dent*, 26(4), 319-327. doi: 10.1016/s0300-5712(97)00024-9
- Opdam, N.J., Roeters, F.J., Feilzer, A.J., & Verdonshot, E.H. (1998). Marginal integrity and postoperative sensitivity in class 2 resin composite restorations in vivo. *Journal of dentistry*, 26(7), 555-562. doi: 10.1016/s0300-5712(97)00042-0
- Opdam, N.J.M., Bronkhorst, E.M., Loomans, B.A.C., & Huysmans, M.C.D.N.J.M. (2010). 12-year survival of composite vs. Amalgam restorations. *Journal of dental research*, 89(10), 1063-1067. doi: 10.1177/0022034510376071
- Ostapiuk, M., Tarczydło, B., Surowska, B., & al., e. (2018). Qualitative analysis of the margins of restorations made with different filling resins. *Microsc Res Tech* 1-9.
- Oter, B., Deniz, K., & Cehreli, S.B. (2018). Preliminary data on clinical performance of bulk-fill restorations in primary molars. *Niger J Clin Pract*, 21(11), 1484-1491. doi: 10.4103/njcp.njcp\_151\_18
- Papadogiannis, D., Kakaboura, A., Palaghias, G., & Eliades, G. (2009). Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinking resin composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 25(12), 1509-1516. doi: 10.1016/j.dental.2009.06.022
- Par, M., Gamulin, O., Marovic, D., Klaric, E., & Tarle, Z. (2014). Effect of temperature on post-cure polymerization on bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, 1255-1260.
- Park, S.H. (1996). Comparison of degree of conversion for light-cured and additionally heat-cured composites. *J Prosthet Dent*, 76(6), 613-618. doi: 10.1016/s0022-3913(96)90439-4

- Peutzfeldt, A., & Asmussen, E. (1996). In vitro wear, hardness, and conversion of diacetyl-containing and propanal-containing resin materials. *Dent Mater*, 12(2), 103-108. doi: 10.1016/s0109-5641(96)80076-5
- Rahiotis, C., Kakaboura, A., Loukidis, M., & Vougiouklakis, G. (2004). Curing efficiency of various types of light-curing units. *European Journal of Oral Sciences*, 89–94.
- Rodriguez, A., Yaman, P., & Dennison, J., & Garcia, D. (2017). Effect of light-curing exposure time, shade, and thickness on the depth of cure of bulk fill composites. *Operative Dentistry*, 505–513. .
- Rosatto, C.M., Bicalho, A.A., Verissimo, C., Braganca, G.F., Rodrigues, M.P., Tantbirojn, D., . . . Soares, C.J. (2015). Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent*, 43(12), 1519-1528. doi: 10.1016/j.jdent.2015.09.007
- Rueggeberg, F. (1999). Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl*(25), S4-15; quiz S73.
- Rueggeberg, F.A. (2002). From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosthet Dent*, 87(4), 364-379. doi: 10.1067/mpr.2002.123400
- Rueggeberg, F.A., Ergle, J.W., & Mettenburg, D.J. (2000). Polymerization depths of contemporary light-curing units using microhardness. *J Esthet Dent*, 12(6), 340-349. doi: 10.1111/j.1708-8240.2000.tb00243.x
- Rueggeberg, F.A., Giannini, M., Arrais, C.A.G., & Price, R.B.T. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: A literature review. *Braz Oral Res*, 31(suppl 1), e61. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061
- Ryan Jin-Young Kim, Y.-J.K., Nafe-Sam Choi, & In-Bog Lee. (2015). Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 430-439.
- Sakaguchi, R.L. (1999). A review of the curing mechanics of composites and their significance in dental applications. *Compend Contin Educ Dent Suppl*(25), S16-23; quiz S73.
- Sampaio, C.S., Fernandez Arias, J., Atria, P.J., Caceres, E., Pardo Diaz, C., Freitas, A.Z., & Hirata, R. (2019). Volumetric polymerization shrinkage and its comparison to internal adaptation in bulk fill and conventional composites: A muct and oct in vitro analysis. *Dent Mater*, 35(11), 1568-1575. doi: 10.1016/j.dental.2019.07.025
- Santini, A., Gallegos, I.T., & Felix, C.M. (2013). Photoinitiators in dentistry: A review. *Primary dental journal*, 2(4), 30-33. doi: 10.1308/205016814809859563
- Shibasaki, S., Takamizawa, T., Nojiri, K., Imai, A., Tsujimoto, A., Endo, H., . . . Miyazaki, M. (2017). Polymerization behavior and mechanical properties of high-viscosity bulk fill and low shrinkage resin composites. *Oper Dent*, 42(6), E177-e187. doi: 10.2341/16-385-1
- Souza-Junior, E., Pomacóndor-Hernández, C., Brandt, W., & Sinhoreti, M. (2014). Fotoativação na atualidade: Conceitos e técnicas clínicas. *Clínica: International Journal of Brazilian Dentistry*, 10, 24-30.
- STANSBURY, J.W. (2000). Curing dental resins and composites by photopolymerization. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 12(6), 300-308. doi: 10.1111/j.1708-8240.2000.tb00239.x
- Tamay, T.K., Oliveira, L.B., Wanderley, M.T., & Rodrigues, C.R.M.D. (2003). Restaurações indiretas em resina composta: Técnica alternativa para reconstrução de molares decíduos. *Jornal Brasileiro de Odontopediatria & Odontologia do Bebê*, 6(31), 188-194.

- Uno, S., & Asmussen, E. (1991). Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res*, 99(5), 440-444. doi: 10.1111/j.1600-0722.1991.tb01052.x
- van Dijken, J.W.V. (2010). Durability of resin composite restorations in high c-factor cavities: A 12-year follow-up. *Journal of dentistry*, 38(6), 469-474. doi: 10.1016/j.jdent.2010.02.007
- van Dijken, J.W.V., & Pallesen, U. (2017). Durability of a low shrinkage tegdma/hema-free resin composite system in class ii restorations. A 6-year follow up. *Dent Mater*, 33(8), 944-953. doi: 10.1016/j.dental.2017.04.021
- Veloso, S.R.M., Lemos, C.A.A., de Moraes, S.L.D., do Egito Vasconcelos, B.C., Pellizzer, E.P., & de Melo Monteiro, G.Q. (2019). Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*, 23(1), 221-233. doi: 10.1007/s00784-018-2429-7
- Versluis, A., Douglas, W.H., Cross, M., & Sakaguchi, R.L. (1996). Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *Journal of dental research*, 75(3), 871-878. doi: 10.1177/00220345960750030301
- Yearn, J.A. (1985). Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int Dent J*, 35(3), 218-225.
- Yusuf, B., Ertugrul, E., Mehmet, M., & Hamidi, H.C. (2016). One-year clinical evaluation of different types of bulk-fill composites *Journal of Investigative and Clinical Dentistry* 1-10.

### ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

### UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.