



FACULTAD DE POSGRADOS

“Comparación de la contracción de polimerización entre una resina incremental y una Bulk Fill, utilizando el sistema adhesivo universal. Estudio In-vitro”.

AUTOR

Alexander Paul Chamba Quiñonez

AÑO

2019



FACULTAD DE POSGRADOS

“Comparación de la contracción de polimerización entre una resina incremental y una Bulk Fill, utilizando el sistema adhesivo universal. Estudio In-vitro”.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Especialización Médica en Rehabilitación Oral

Profesora guía

Dr. Eddy Jhonny Álvarez Lalvay

Autor

Alexander Paul Chamba Quiñonez

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Comparación de la contracción de polimerización entre una resina incremental y una Bulk Fill, utilizando el sistema adhesivo universal. Estudio In-vitro, a través de reuniones periódicas con el estudiante Alexander Paul Chamba Quiñonez, en el semestre 2020-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Dr. Eddy Jhonny Álvarez Lalvay

Especialista en Rehabilitación Oral

C.I.: 1717480246

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Comparación de la contracción de polimerización entre una resina incremental y una Bulk Fill, utilizando el sistema adhesivo universal. Estudio In-vitro, del estudiante Alexander Paul Chamba Quiñonez, en el semestre 2020-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

Dra. Eliana Haydeé Aldás Fierro
Magister en Odontología Etética y Restauradora
CI: 1713108866

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Alexander Paul Chamba Quiñonez

C.I.: 1104622111

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar por la oportunidad que puso en mi camino para poder cumplir esta meta, a mi familia por su apoyo en cada momento, y a la Universidad de las Américas por abrirme las puertas para mi formación.

DEDICATORIA

Se lo dedico a mi abuelita Rosa Quiñonez a mi madre Verónica Quiñonez a mis hermanos por apoyarme en cada momento y animarme en cada momento y más cuando estos eran los más difíciles.

RESUMEN

La resina bulk fill es un material relativamente nuevo, con la característica principal que se pueden realizar restauraciones en un solo incremento de 4 mm, mejorando así el tiempo de trabajo del profesional, por ende, las propiedades del material como por ejemplo el sellado periférico, contracción, profundidad de curado, color y resistencia; necesitan un análisis más exhaustivo para comprobar que es un material adecuado para utilizar en pacientes. En el presente estudio se realizó el análisis del volumen de contracción del material mediante la comparación entre la resina convencional y la resina bulk fill. Para lo cual se utilizaron 40 terceros molares divididos en 4 grupos: Grupo 1: Resina Bulk Fill Sin Adhesivo (RBS), Grupo 2: Resina Convencional Sin adhesivo(RCS), Grupo 3: Resina Bulk Fill Con Adhesivo (RBC), Grupo 4: Resina Convencional Con Adhesivo(RCC), que se los ubico sobre un troquel de yeso, después se realizaron las cavidades clase I en los dientes, y, se procedió a realizar el protocolo de adhesión, sobre los grupos RBC y RCC, para luego restaurarlos con la resina Filtek™ Bulk Fill 3M ESPE para los grupos RBS y RBC, y con la resina Filtek™ Z350 XT, para los grupos RCS y RCC. Después se procedió a realizar las tomografías de cada grupo en sus dos estados antes y después de polimerizar, una vez obtenidas las imágenes estas fueron subidas al Programa AMIRA 3D para realizar una reconstrucción de estas en formato 3D y empezar a analizarlas. Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa estadístico MINITAB, mediante un análisis lineal general. Donde se encontró que las resinas convencionales poseen un 2,2275% de contracción y las resinas Bulk fill el 1,8775 %, que al analizar estadísticamente se obtuvo un P-valor 0,447 siendo mayor a nuestro valor de significancia P-Valor 0,05, dando como resultado que no existe una diferencia significativa entre las resinas, adicional a esto se confirma que el sistema adhesivo universal contribuye a disminuir el volumen de contracción.

Palabras Clave: Volumen de contracción, Resinas, Bulk Fill, Convencional, software, tomografía, adhesivo.

ABSTRACT

The bulk fill resin is a relatively new material, with the main characteristic that restorations can be made in a single 4 mm increment, thus improving the professional's working time. Therefore; the properties of the material such as peripheral sealing, contraction, depth of curing, color and strength, they need a more thorough analysis to verify that it is a suitable material to use in patients. In the following study, the contraction volume analysis of the material was performed by comparing the conventional resin and the bulk fill resin. For which 40 third molars were divided into 4 groups: Group 1: Bulk Fill Resin Without Adhesive (RBS), Group 2: Conventional Resin Without Adhesive (RCS), Group 3: Bulk Fill Resin With Adhesive (RBC), Group 4 : Conventional Adhesive Resin (RCC), which was placed on a plaster mold; after that, class 1 cavities were made on the teeth, and, the adhesion protocol was carried out, on the RBC and RCC groups, and then restore them with Filtek TM Bulk Fill 3M ESPE resin for RBS and RBC groups, and with Filtek TM Z350 XT resin, for RCS and RCC groups. Afterward the tomography of each group was carried out in their two states before and after polymerization, once the images were obtained, they were uploaded to the AMIRA 3D Program to perform a reconstruction of these in 3D format and starting to analyze them. The obtained results were analyzed in the MINITAB statistical program, through a general linear analysis. Where it was found that conventional resins have a 2.2275% shrinkage and Bulk fill resins 1.8775%, that when a statistic analysis was obtained a P-value 0.447 being greater than our significance value P-Value 0.05 , resulting in that there is no significant difference between the resins, in addition to this it is confirmed that the universal adhesive system helps to reduce the volume of contraction.

Keywords: Shrinkage volume, Resins, Bulk Fill, Conventional, software, tomography, adhesive.

INDICE

1. CAPITULO I. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Justificación	4
2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Resinas compuestas	5
2.1.1 Características generales	5
2.1.2 Composición	6
2.1.3 Clasificación de las resinas compuestas	8
2.1.4 Propiedades	12
2.2 Resinas Mono Bloque o Bulk Fill	17
2.2.1 Características generales	17
2.2.2 Composición.....	18
2.2.3 Clasificación de las resinas “Bulk Fill”	18
2.2.4 Propiedades.....	19
2.3 Técnicas restauradoras	23
2.3.1 Técnica incremental.....	24
2.3.2 Técnica monoincremental o monobloque	25
2.4 Polimerización.....	25
2.4.1 Nivel molecular.....	27
2.4.2 Mecanismos de polimerización	27
2.4.3 Fenómenos de polimerización	28
2.4.4 Proceso de polimerización	29
2.4.5 Factores que afectan la profundidad de polimerización.....	30
2.4.6 Fenómenos relacionados a la polimerización	32
2.4.7 Factor C.....	33
2.4.8 Consecuencias de la contracción de polimerización.....	34
2.5 Lámparas de fotocurado	35
2.5.1 Tipos de lámparas.....	35
2.5.2 Técnicas de polimerización.....	38

2.5.3 Profundidad de curado.....	39
2.6 Tomografía.....	40
2.7 Software Amira 3D	42
3. CAPITULO III. OBJETIVOS	43
3.1 Objetivo general.....	43
3.2 Objetivos específicos.....	43
4. CAPITULO IV. HIPÓTESIS	44
4.1 Hipótesis nula.....	44
4.2 Hipótesis alternativa.....	44
5. CAPITULO V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
5.1 Tipo de estudio	45
5.2 Universo y muestra	45
5.3 Criterios de inclusión y exclusión	45
5.4 Descripción del método	45
6.1 Análisis estadístico.....	51
7. CAPITULO VII. DISCUSIÓN.....	57
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
8.1 . Conclusiones.....	63
8.2. Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS	65
ANEXOS	74

1. CAPITULO I. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los materiales de restauración como las resinas con el pasar del tiempo vienen mostrando cambios y evolución, hasta el punto que hoy en día, existen materiales resinosos (resinas bulk fill) que permiten realizar restauraciones con la aplicación de una sola capa de 3 o 4mm, dejando de lado a las resinas convencionales con las que se colocan capas de 2mm; además, las resinas bulk fill presentan la mismas propiedades mecánicas y físicas que resinas convencionales, por lo cual podría presentar los mismos problemas, como por ejemplo, la contracción de material, que sigue siendo el mayor problema que aqueja a las resinas en general, lo que se traduce a una pérdida de volumen del material generando un esfuerzo mayor en la unión diente – restauración; trayendo consigo algunas consecuencias como la presencia de grietas, caries recidivante, aumento de stress, microfiltración, reducción de sus propiedades, pérdida de resistencia, fractura de la restauración, y sensibilidad.

También, se debe tener en cuenta que la viscosidad de las resinas es el factor que dictamina la contracción después de la polimerización, y para disminuir este efecto de la resina se indica que se debe utilizar una potencia lumínica baja, debido a que la contracción post gel es dependiente de la luz de fotocurado. (Rodríguez y Pereira, 2007).

Málaga, (2016), en su estudio indica que la disminución de la potencia de luz genera una deficiente polimerización del material, disminuyendo las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la resina, y que una aplicación excesiva de luz mejora sus propiedades, pero aumentara el nivel de contracción.

De igual forma Petrovic, Drobac, Stojanac y Atanackovic (2010), mencionan que las técnicas de restauración (monoincremental e incremental) son fundamentales para disminuir la contracción del material, señalando que la técnica incremental elimina el punto de estrés que se encuentra en el centro de la restauración mediante la colocación del material contra las paredes de forma

oblicua y en incrementos de 2 mm, generando una mejor adaptación marginal (diente/restauración) disminuyendo así la contracción del material. Esto es confirmado por, Park, Chang, Ferracane y Bog Lee, (2008) los cuales ejecutaron un estudio donde se compararon 3 tipos de restauración, en bloque ($21,6 \pm 0,90\mu\text{m}$), horizontal ($19,3 \pm 0,73\mu\text{m}$) y oblicua ($18,4 \pm 0,63\mu\text{m}$), obteniendo como resultado que la técnica incremental oblicua generaba menor grado de contracción del material durante las diferentes situaciones clínicas.

Kleverlaan y Feilzer, (2005) consideran que al colocar la resina en amplias capas su polimerización será deficiente, y este material no polimerizado de forma adecuada sería un determinante para el aumento del volumen de contracción y la tensión. Por lo que recomiendan realizar restauraciones por capas pequeñas, y, que se vayan fotocurado cada una de ellas, debido a que la resina pre polimerizada contribuye a disminuir el volumen de contracción.

Así mismo, Pacheco, Gehrke, Ruiz y Gainza, (2005) indica que no existe una diferencia significativa en la contracción entre los dos tipos de resina, independientemente de la técnica de restauración (monoincremental o incremental), ya que la contracción depende de varios factores como la profundidad de la cavidad, en tipo de preparación, extensión, la complejidad y su ubicación.

Benetti, Havndrup, Honoré, Pedersen y Pallesen, (2015) indica que las resinas bulk fill se pueden utilizar de forma normal, pero con precaución ya que al ser un material nuevo no existe mucha información a largo plazo sobre su eficacia, ya que en su estudio compararon las resinas convencionales con resina bulk de alta y baja viscosidad, observando que no hay diferencias significativas con las resinas bulk fill de alta viscosidad debido a que ambas presentaron gaps similares, pero las bulk fill presentaron un déficit en su polimerización. En cambio, las resinas bulk de baja viscosidad pese a que tienen una mejor polimerización del material, presentaron una mayor contracción debido a que presentaron Gaps de un tamaño mayor a los otros materiales.

En cambio, Jang, Park, Hwang, (2015) explicaron que las diferentes técnicas de restauración, los tipos de resinas, y el déficit de polimerización, generan un alto grado de contracción en las resinas bulk fill debido que, al ser restauraciones muy profundas de 4 mm, no va a existir una adecuada polimerización y el empaquetamiento del material será dificultoso. Y para minimizar el factor C y la sorción de acuosa, recomiendan llenar primero el núcleo interno con una resina bulk fill de baja viscosidad, luego colocar la resina bulk fill de alta viscosidad para formar el cuerpo de la restauración, y colocar una capa externa con resina convencional, como una capa para mejorar la integridad de la restauración. Discrepando así del objetivo para lo cual fueron creadas estas resinas que es la disminución del tiempo operatorio.

De la igual forma, Corral, Vildósola, Bersezio, Alves Dos Campos y Fernández (2014), indica que existe discrepancia entre las dos resinas, presentando una mayor contracción en las piezas dentales que se colocó resina bulk fill (19.8%) y una menor con la resina convencional el (14.9%), con diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p=0,004$) indicando que las resinas convencionales poseen un menor grado de contracción, por ende, su utilización es más efectiva que las resinas bulk fill.

El-Damamhoury y Platt (2014), difieren de lo mencionado anteriormente debido a que en su estudio, las resinas convencionales presentan una mayor contracción en relación con las bulk fill, esto se debe a las características cinéticas de tensión de contracción, las propiedades de flexión y a los mejores sistemas de iniciación que contribuyen a una reducción del volumen de contracción; mientras se mantiene una polimerización adecuada en los 4 mm, indicando así su utilización en cavidades donde el factor C es elevado y las cavidades son profundas; de igual forma Zorzín y otros (2015) mencionan que las resinas bulk fill y las resinas convencionales presentan una disminución de la contracción, debido a que sus propiedades mejoran cuando se aumenta el tiempo de fotocurado, siendo estos material efectivos en cavidades y restauraciones profundas, permitiendo remplazar a la técnica incremental y reducir el tiempo de trabajo.

Por ende, analizando que es un material relativamente nuevo, además que existe diferentes criterios y estudios que han generado controversia en la información, y, que la mayoría de los autores recomiendan que se realicen más estudios sobre las diferentes propiedades del material. El presente estudio se centra en el análisis del volumen de contracción, mediante la comparación de la resina bulk fill y la resina convencional, con y sin un sistema adhesivo universal.

1.1 Justificación

Los sistemas adhesivos y los diferentes materiales de restauración son parte esencial para la longevidad y éxito de las restauraciones, y su correcta manipulación y aplicación van a permitir una adhesión exitosa del material a las estructuras dentarias, pero hay que tener en cuenta que durante el proceso de polimerización estos materiales van a sufrir cambios en su composición y estructura, generando contracción de estos. Con este estudio lo que obtendremos es información sobre dos tipos de resinas, observando cual brinda un menor volumen de contracción con la ayuda de un sistema adhesivo universal, para que cumplan con los requerimientos durante el proceso de restauración dental. Además, esta investigación es importante debido a la controversia y diversidad de criterios y estudios realizados, que existen en torno a la aparición de nuevos materiales que simplifican su manipulación, tiempo de trabajo y técnicas de aplicación, pero dejando en duda si estos brindaran un menor volumen de contracción generando un correcto sellado marginal posterior a su aplicación.

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Resinas compuestas

2.1.1 Características generales

Las resinas dentales se utilizan para la restauración de dientes tanto anteriores como posteriores; la diferencia con las amalgamas son su estética, su biocompatibilidad con las estructuras dentales, sus propiedades físicas, mecánicas y su adhesión al diente. Adicional a esto las resinas se encuentran compuestas químicamente por una matriz orgánica, una matriz inorgánica, material de relleno y un agente de unión.

Estos materiales desde su aparición en la Odontología han ido evolucionando y mejorando cada vez, en sus inicios estos materiales remplazaron a los cementos de silicato, donde Buonocore en 1955 aplicó el ácido ortofosfórico por primera vez para mejorar la adhesión del material sobre el diente. (Hernández, 2004).

Luego Bowen en 1962, creó el Bis-GMA y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno, mejorando así la unión diente/resina, y las propiedades físicas y mecánicas de las restauraciones. (Estrada y López, 2017).

Desde este punto las resinas compuestas han tenido muchos avances, ya que se continúa en investigaciones para obtener mejores materiales y lograr controlar o eliminar sus principales desventajas como la contracción, el estrés y el tiempo de trabajo. En la actualidad se puede encontrar este material en diferentes colores, diferente consistencia y diferentes formas de aplicación que contribuyen a mejorar la estética, tiempo de trabajo y a mejorar sus propiedades al momento de ejecutar las restauraciones, tratando de obtener una naturalidad igual a la de los dientes. Estos materiales tienen un promedio de vida de 5-8 años en buenas condiciones. (Rodríguez y Pereira, 2007).

2.1.2 Composición

Las resinas están compuestas por una matriz orgánica, un relleno inorgánico y un agente de unión que permita mantener el enlace entre los dos, un sistema activador, pigmentos e inhibidores de la polimerización. (Anusavice, 2004).

- **Matriz orgánica:** Anseth y otros (1996) mencionan que se encuentra formada por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos. Siendo el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato) el más utilizado, posee mayor peso molecular disminuyendo la contracción por polimerización, este alto peso molecular aumenta su viscosidad provocando dificultad al momento de manipular y para poder controlar esta deficiencia se añadió monómeros de baja viscosidad como el TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato). (Fortin y Vargas, 2000).

El Bis-GMA, presenta dos grupos hidroxilos que generan la sorción de agua que en exceso provoca una posible degradación hidrolítica. (Sarrett, 2005). El UDMA (dimetacrilato de uretano) es otro monómero utilizado para la fabricación de resinas compuestas, presentando en sus propiedades una menor viscosidad, mayor flexibilidad y aumento de su resistencia (Fong, Dickens y Flaim, 2005).

- **Matriz inorgánica o partículas de relleno:** Mejoran las propiedades de la matriz orgánica mediante la unión de sus partículas, las cuales van a ayudar a disminuir la contracción por polimerización, la sorción acuosa y expansión térmica, aumentando su resistencia a la tracción, compresión, abrasión y su elasticidad. (Reis y Loguercio, 2012). Las partículas que se ocupan con mayor frecuencia son el cuarzo, el vidrio y sílice. El cuarzo es más resistente y menos susceptible a la erosión, además mejora la adherencia a los agentes de conexión. Mientras más relleno se aplique a la matriz de la resina esta poseerá mejores propiedades, disminuyendo así su contracción, teniendo en cuenta el módulo de elasticidad y la cantidad de paredes dentarias a adherir. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Agente de conexión o de acoplamiento:** La unión entre la matriz orgánica y las partículas de relleno se da cuando se las cubre con moléculas de los grupos silanos (Si-OH) y grupos metacrilatos (C=C). El agente de unión más utilizado es el silano siendo el mayor utilizado el γ -metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS). El silano aumenta las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta. Además, previenen que el agua ingrese en la interfaz BisGMA-Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. (Zimmerli, Strub, Jeger, Stadler y Lussi, 2010).
- **Inhibidores:** se utilizan para evitar una polimerización prematura de la resina, los compuestos que más se utilizan son: 4-metoxifenol (PMP) y el 2, 4, 6 Terciarbutil fenol (BHT) y el más utilizado es el BHT, porque tienen una estabilidad de color más aceptable.
- **Aceleradores o activadores:** este sirve para activar el iniciador para iniciar la reacción de polimerización mediante la utilización de una amina alifática o lineal que no se oxida, mejorando la estabilidad de color.
- **Sistema iniciador de polimerización:** Rueggeberg, Caughman, Curtis y Davis, (1993) dicen que la polimerización de los monómeros se da por la acción de los radicales libres mediante un estímulo externo. En las resinas de autocurado se da por la unión de dos pastas, un activador químico (amina terciaria aromática como el dihidroxietil-p-toluidina) y un iniciador (peróxido de benzoilo). En las resinas de fotocurado, el estímulo se da por la luz, que activa el iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas). Es necesario que la resina sea expuesta a una fuente de luz con una adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible. En los materiales de termocurado al aplicar una temperatura de 100°C se activa el iniciador; y después al aplicarle luz mejora sus propiedades de resistencia, desgaste y degradación marginal.

2.1.3 Clasificación de las resinas compuestas

En el mercado hoy en día encontramos diferentes tipos de resinas que se pueden clasificar por la consistencia, forma y tamaño de las partículas brindando una amplia gama de presentaciones y tipos de resinas para poder ejecutar los diferentes tratamientos, pero debemos tener en cuenta que cada tipo de resinas presenta diferentes características que se deberían acoplar según el tipo de tratamiento y sector donde se va a realizar el tipo de restauración y esto va a depender de cada caso. (Fahl, 2010).

Las resinas se clasifican de diferentes formas: según el tamaño de sus partículas relleno, según el porcentaje del relleno inorgánico (en volumen), el tamaño de las partículas, la rugosidad superficial y la resistencia compresiva.

Según el tamaño de las partículas

- **Resinas de macrorelleno o convencionales**

Sus partículas tienen un tamaño de 0,1 a 100 μ . Este tipo de resina ya no se utiliza debido a sus desventajas como el deficiente acabado, el desgaste de la matriz resinosa, pulido defectuoso y propenso a la pigmentación. El macrorelleno que ocupa este tipo de resinas es a base de: cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. (Hervás, Martínez, Cabanes, Barjau y Fos, 2006).

El cuarzo era el material que más se ocupaba para la elaboración de estos materiales por su estética y durabilidad, su tamaño va de los 15 a 30 micrómetros, pero fue sustituido debido a que presentaba una mayor radiopacidad, dificultando la detección de caries recidivante bajo las restauraciones. De igual forma al ser una partícula grande se dificultaba obtener un pulido adecuado por lo que quedaban superficies rugosas que permiten la acumulación de placa y por ende macha la restauración, además de que poseía una baja resistencia.

Por eso se empezaron a ocupar macrorelleno de 1 a 5 micrómetros como el barrio y estroncio, que permiten realizar, un pulido adecuado, presentan poca rugosidad, y son radiopacos.

- **Resinas de microrelleno**

El tamaño de partículas va entre 0.01 y 0.05 μm . Estas macropartículas se obtienen de la sílice pirogénica o coloidal y son 300 veces menores que las partículas de cuarzo. Las resinas de micropartículas se las ocupa más en restauraciones anteriores debido a que las fuerzas masticatorias son menores; están indicadas para: facetas estéticas, clase V y muñones sobre postes prefabricados. Debido a que brindan mejor pulido y brillo mejorando así la estética de las restauraciones.

Así mismo estas se encuentran contraindicadas: en restauraciones de los dientes posteriores, como capa oclusal en dientes posteriores y restauraciones clase IV, ya que sus propiedades mecánicas y físicas son menores presentando mayor sorción acuosa, alta expansión térmica y módulo de elasticidad disminuido. (Hervás y otros, 2006).

- **Resinas híbridas**

El tamaño de sus partículas va entre 0.06 y 1 mm adicionando sílice coloidal con partículas de 0,04 μm , estas resinas contienen entre 10 y 20% en peso de micropartículas de sílice coloidal y 50 a 60% de macropartículas de vidrio, llegando a un 75 a 80% total en peso.

Las resinas híbridas se pueden ocupar tanto en sector anterior como posterior debido a la combinación de macro y micropartículas, que aumenta y mejoran las propiedades físicas, mecánicas y químicas, dando una mayor variedad de colores, menor contracción de polimerización, sorción acuosa disminuida, mejor manipulación, pulido eficiente, un mayor brillo, alta resistencia a la abrasión y baja expansión térmica. (Hervás y otros. 2006).

- **Híbridos modernos**

Poseen un alto contenido de partículas micrométricas de relleno con un tamaño que va desde 0.4 μ m a 1.0 μ m, presentando una mayor resistencia al desgaste, mejores propiedades físicas y mecánicas; siendo su principal desventaja la dificultad para pulir y obtener un brillo adecuado. (Roggendorf, Krämer, Naumann y Frankenberg, 2011).

- **Resinas de nanorelleno**

Estas resinas tienen partículas que tienen un tamaño de 10 nm (0.01 μ m), el relleno se encuentra agrupado o de forma individual en nanoclusters o nano agregados de 75 nm. Igualmente debido a la utilización de nanotecnología se las utiliza en sector anterior y posterior con las ventajas de que tienen una mayor translucidez, alto pulido y brillo, así mismo presentan unas mejores propiedades mecánicas, físicas y químicas igual o mejor que las resinas híbridas. (Bayne, 2000).

Según su viscosidad o fluidez

- **Resinas de baja viscosidad o fluidas**

Este tipo de resinas tienen la misma composición que las resinas convencionales: una matriz orgánica (BIS- GMA, DMU O TEGMA), una matriz inorgánica y una matriz de acoplamiento. Poseen una menor cantidad de relleno y sus partículas tienen un tamaño de 0,7 a 1,5 μ m. Adicional a esto, se agregan sustancias reológicas como el TEGMA para hacerlas más fluidas o menos viscosas, brindando ciertas ventajas como: mejor humectación de la superficie, fluir en espacios reducidos o fisuras pequeñas, disminuir el atrapamiento de burbujas de aire, un bajo módulo elástico que permite disminuir el estrés durante la polimerización para asegurar la eficacia del sistema adhesivo, además de ser radiopacas, fácil pulido. Su desventaja es, su alta capacidad de contracción debido a que posee poca cantidad de relleno y

propiedades mecánicas reducidas; pero su elasticidad es la que disminuye su esfuerzo interfacial. Están indicadas en restauraciones clase V, restauraciones pequeñas, abfracciones o como base cavitaria. (Hervás y otros. 2006).

Las resinas de baja viscosidad o fluidas también tienen su clasificación, debido a que su relleno está compuesto por partículas de diferentes tamaños. Por ejemplo: Las resinas de baja viscosidad con partículas pequeñas permiten realizar un mejor pulido y acabado se las indica para utilizar como: liners, cementación de carrillas, sellado de márgenes y de fosas y fisuras. En cambio, las resinas de baja viscosidad con mayor tamaño de particular presentan una mayor resistencia a la compresión y una mayor viscosidad, las cuales son indicadas para restauraciones clase IV, carillas, reconstrucción de bordes, reconstrucción de muñones, para cementación en ortodoncia y como forro cavitario, debido a que presentan una mayor cantidad de relleno tiene una mejor resistencia a la masticación y al desgaste, además de que su manipulación es mejor.

Otra consideración muy importante de las resinas fluidas es que volumen de contracción que es de 4,2%, siendo más alto al de las resinas convencionales las que presentan valores de 1,8%, esto se debe a que la cantidad de relleno inorgánico en este tipo de resinas va desde el 30% al 50% en volumen. En cambio, el módulo de elasticidad que presentan estas resinas es de 5.800 MPa. Siendo bajo en relación con las resinas convencionales (12.000 a 19.700 MPa), concluyendo que estas resinas son menos rígidas y más flexibles siendo utilizadas como base tipo liner para amortiguar la unión diente restauración. (Yazici, Baseren y Dayangaç, 2003).

- **Resinas de alta viscosidad, o condensables.**

Son resinas que están compuestas por una matriz orgánica (Bis-GMA o UDMA) y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio) denominado PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material) siendo el contenido de relleno el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en

volumen, además, presentan una malla polimérica rígida de fibras cerámicas porosas silanizadas que dan una alta viscosidad, permitiendo manipular de forma fácil la resina con el fin de realizar una imitación de las piezas dentales. Sus propiedades mecánicas, físicas, son mejores que las resinas híbridas. Se las utiliza para restauraciones CLASE I, CLASE II y CLASE VI. Dentro de sus desventajas es la unión entre sus capas, poca estética y un mayor grado de contracción; por eso se recomienda su utilización con resina fluida como liner brindando una mejor humectación y adaptación para aliviar estrés. (Hervás y otros 2006).

2.1.4 Propiedades

- **Contracción de polimerización**

Es la reducción del volumen de las resinas cuando las moléculas de monómeros se transforman en polímero durante la polimerización, siendo el problema principal que poseen las resinas, debido a que es un proceso donde se producen fuerzas internas sobre el material generando tensiones sobre el diente. (Manhart, García, y Hickel, 2002).

Este fenómeno se da porque los monómeros se encuentran separadas a una distancia de 4 nm aproximadamente, los cuales luego de la polimerización se reducen hasta 1.5 nm mediante uniones covalente. Entonces esa reducción provoca la contracción del volumen del material. (Braga y Ferracane, 2004).

Chen, Manhart, Hickel y Kunzelmann (2001), mencionan que la tensión en la etapa pregel, o de polimerización el material puede fluir, y estas tensiones se disipan. Una vez que se ha llegado al punto de gelación, no hay fluidez del material y la presión al momento de disiparse puede ocasionar:

1. Deformación del material sin afectar la fase adhesiva.
2. Espacios entre diente y restauración.
3. Fractura de las resinas.

La contracción del material depende del tamaño y de la cantidad de partículas de relleno, del módulo de elasticidad, de la deformación y de la unión adhesiva. Al más cantidad de monómero, el volumen del relleno será menor, aumentando la contracción del material. En cambio, si se aumenta el relleno inorgánico, menor será el volumen de monómero, disminuyendo la contracción del material. (Manhart, García, y Hickel, 2002)

- **Absorción de agua**

Esta propiedad se refiere a que los monómeros que se utilizan en las resinas son hidrofóbicos. Esta característica se observa en la matriz resinosa que provoca dos situaciones como la expulsión de monómeros y una expansión higroscópica para la disminución de las fisuras en el diente y la restauración. Además, que el agua dentro de la resina presenta efectos negativos como la degradación hidrolítica, ya que es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la absorción acuosa. La expansión de la absorción acuosa ayuda a disminuir la contracción de polimerización. (Rodríguez y Pereira 2007).

- **Radiopacidad**

Las resinas se encuentran compuestas por elementos radiopacos como bario, zinc, zirconio, iterbio y lantano; que son de vital importancia para diagnosticar caries, excesos de material, examinación del margen de la restauración, presencia de burbujas de aire y otras alteraciones durante el proceso de restauración mediante la utilización de radiografías, teniendo en cuenta que su análisis depende también de la calidad de la película de los líquidos, voltaje y técnica para la toma radiográfica (Rodríguez y Pereira 2007).

- **Combinación de color**

Todas las resinas que se distribuyen son en diferentes tipos de colores brindando diferentes alternativas para imitar el color del diente natural, hay que tener en cuenta que la polimerización de las resinas puede aumentar o disminuir la translucidez según el tamaño de las partículas.

- **Estabilidad de color**

La distorsión o cambio de coloración de las resinas se produce por la presencia o acción de algunos factores como la sorción acuosa, placa bacteriana, tamaño de partículas, rugosidad de la superficie por falta de acabado, hábitos como la utilización de tabaco y dieta. Mientras que la alteración de color interna ocurre debido a la foto oxidación de las resinas. Siendo las de polimerización por luz más estables que las de activación química. (Rodríguez y Pereira 2007).

Propiedades mecánicas

- **Resistencia a la compresión**

Las resinas presentan propiedades muy parecidas al esmalte y a la dentina, estas características se las relaciona con el tamaño y cantidad de partículas de relleno y al grado de polimerización, mientras mayor sea esta característica, brinda una mejor resistencia a la compresión y tracción del material como por ejemplo las resinas híbridas poseen mayor resistencia en comparación a las resinas de microrelleno, ya que estas poseen un bajo porcentaje de relleno. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad**

Esta propiedad hace referencia al grado de rigidez de un material, que puede generar tensiones durante la tracción, compresión y cizallamiento, teniendo en cuenta que si el material es rígido poseerá un mayor módulo de elasticidad, en cambio un material flexible tendrá un módulo de elasticidad bajo. Esta

propiedad depende del tamaño de las partículas de relleno mientras mayor sea la cantidad y tamaño de partículas de relleno mayor será el módulo de elasticidad. (Hu, Marquis y Shortall, 2003).

- **Resistencia al Desgaste**

Es una propiedad de las resinas para disminuir el desgaste de las resinas al momento de rozar entre dientes, durante la alimentación, el cepillado dental y algunos hábitos que generan desgaste, disminuyendo así su longevidad. Entonces Rodríguez y Pereira (2008) indican que esta propiedad de la resina depende del tamaño, forma y contenido del relleno, así como también de las fuerzas oclusales a las que son sometidas, y al lugar en la arcada donde se las realiza, además, de que debe existir una mayor cantidad de relleno y un menor tamaño de las partículas. De igual forma mencionan que las partículas que conforman al relleno son más resistentes al desgaste y cuando presionan a la matriz genera un desprendimiento de las partículas de relleno y del agente de unión provocando el fenómeno llamado plucking out.

- **Textura Superficial**

Se encuentra relacionada con el tipo, tamaño y cantidad de partículas de relleno además de la técnica de pulido y acabado. La rugosidad de las resinas permite la acumulación de placa bacteriana especialmente cerca de los tejidos gingivales mediante el pulido de la restauración se evita esta acumulación además de la eliminación de la capa inhibida provocando que la resina tenga un tiempo prolongado de vida. Las resinas con nano relleno proporcionan un pulido y brillo adecuado. (Braga, Ballester y Ferracane, 2005).

- **Coeficiente de Expansión Térmica**

Esta deformación se da debido a la exposición del material a distintas temperaturas, cuando esta se encuentra igual a la expansión térmica de los tejidos dentales, hay menos probabilidades de espacios entre diente y

restauración al ser sometido a diferentes temperaturas. Además, la expansión térmica de las resinas es 3 veces más alta que la expansión de estructuras dentales, siendo esta característica beneficiosa ya que las restauraciones se van a encontrar sometidas a temperaturas que van desde los 0° a los 60 °C. La expansión térmica en el esmalte es de 11.4 ppm/K y de la dentina es de 8.3 ppm/K. (Rodríguez y Pereira, 2007).

- **Resistencia a la Fractura**

Hu y otros. (2003), en esta propiedad hacen mención a la resistencia máxima a la fractura que posee una resina dependiendo de la cantidad de relleno, si las resinas que poseen mayor viscosidad poseen una resistencia óptima a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor las fuerzas de la masticación.

Propiedades Ópticas

- **El color**

Es la característica de las resinas para imitar la naturalidad de los dientes naturales. Aquellas resinas con más cantidad de partículas pequeñas dan una mejor translucidez que las resinas saturadas, siendo mejor para sector anterior, y las menos translucidas para el sector posterior (Reis y Loguercio, 2012).

- **Metamerismo**

Es un estímulo cromático que tiene unos valores idénticos en determinadas fuentes de luz, al exponer los dos tipos de resina del mismo color a diferentes fuentes de luz proporcionando diferentes visualizaciones del material, en cada tipo de luz a las que se las expone.

- **Fluorescencia**

Es cuando la energía lumínica de un material incide sobre el mismo. La dentina y esmalte poseen una fluorescencia natural especialmente la dentina, siendo

esta una característica del material de irradiar luz dentro de un campo, al absorber energía de la luz. Siendo dicha fluorescencia policromática. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Opalescencia y translucidez**

El color de las resinas no depende solo del tono o intensidad de la coloración, sino también de la translucidez y opacidad de este. Refiriéndonos así a que la opalescencia es una propiedad de las resinas que no permite el paso de la luz de forma normal, caracterizándose por captar parte de la luz, y reflejar el resto. En cambio, la translucidez sería lo contrario ya que esta permite el paso de la luz de forma dispersa o también denomina opalescencia parcial. Hay que tener en cuenta que el diente posee una estructura translúcida y sin color dentro de sí, a esto se denomina opalescencia dental. Esta tiene la capacidad de presentar diferentes coloraciones en relación con la interacción de la luz. (Reis y Loguercio, 2012)

2.2 Resinas Mono Bloque o Bulk Fill

2.2.1 Características generales

Las restauraciones con técnica incremental en sector posterior se realizan por medio de la aplicación de capas de un espesor de 2 mm las cuales se realizan para evitar el fenómeno de contracción. Dentro de las desventajas de esta técnica de restauración es que se pueden formar burbujas dentro de las restauraciones, mal sellado periférico, contaminación que se puede dar al momento de ir colocando las diferentes capas y el tiempo de trabajo es extenso. (Corral y otros. 2015).

Para disminuir o controlar las desventajas se ha creado un nuevo tipo de resina denominado Bulk-Fill en el 2010 con la característica principal de que se puede realizar una restauración de forma monoincremental con incrementos de 4 a 5 mm, sin embargo, existen dudas sobre la eficacia de este material debido al

gran campo de polimerización que se debe cubrir y si se puede mantener o controlar las propiedades físicas, mecánicas y químicas. (Kim, Son, Hwang, Lee y Seo 2015).

2.2.2 Composición

Su composición es igual a las resinas convencionales ya que su matriz principal se basa en monómeros como el Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA, aunque se han agregado o modificado diferentes monómeros como, por ejemplo; monómero de Bowen (Bis-GMA), por otros monómeros que poseen menor viscosidad como metacrilato de metilo (MMA), dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGMA) y etilenglicol dimetacrilato (EDMA). Dentro de los cuales el Bis-EMA o el UDMA son muy utilizadas, ya que aumentan su rigidez, fuerza a la compresión, disminución de absorción de agua, y disminución de contracción. (Ilie, y otros. 2013).

Además, algunas casas comerciales han añadido un monómero como él procrylat que da una mayor fluidez y un menor estrés a la hora de polimerizar. (3m ESPE, 2012).

El sistema de iniciación de polimerización que se ocupa en este tipo de materiales sigue siendo las canforoquinonas, aunque la Ivoclar Vivadent tiene un nuevo booster denominado Ivocerin como sistema de iniciación. (Moszner, Fischer, Ganster, Liska y Rheinberger, 2008).

El porcentaje de relleno es menor a las resinas convencionales comparadas con las resinas fluidas, pero de mayor peso. El porcentaje de relleno y el aumento de tamaño de las partículas hasta 20 μ m de las resinas bulk fill aumentan la profundidad de polimerización mejorando el paso de luz entre el relleno y la matriz. (Czasch y Ilie, 2013).

2.2.3 Clasificación de las resinas “Bulk Fill”

La clasificación de las resinas se da de acuerdo con su uso, técnica y viscosidad:

- Resina Bulk Fill de consistencia fluida que se la utiliza como base.
- Resina Bulk Fill de consistencia fluida activada de forma sónica que se utiliza para realizar restauraciones de forma directa la cual requiere de una pieza de mano que emite energía sónica, Para disminuir la viscosidad del material, y adaptar la resina a las paredes de la cavidad mediante la vibración. Y se pueden realizar aplicaciones de hasta 5mm.
- Resina Bulk Fill de consistencia normal que se la va a utilizar para ejecutar restauraciones de forma directa, aunque la literatura sugiere colocar o no una última capa de resina convencional para mejora su estética. (Roggendorf, y otros, 2011)

2.2.4 Propiedades

- **Profundidad de curado**

Dentro de las características que debemos tomar en cuenta, es la correcta profundidad de curado de las resinas bulk fill; conociendo previamente que las resinas convencionales poseen un deficiente grado de profundidad de polimerización, y que las propiedades mecánicas y físicas del material provocan una degradación de las resinas al momento de su polimerización. Por ende, se debe tomar en cuenta este antecedente para la efectividad de curado en los incrementos de 4 a 5 mm que se realizan con las resinas bulk fill. (Geurtsen, 2000).

La profundidad de curado debe ser mayor a 0.5 mm según lo establece la norma ISO 4049-2009. (ISO 2009). En un estudio de Tiba, Zeller, Estrich, y Hong (2013), el ADA (asociación dental americana) menciona que las resinas bulk fill cumplen con la norma establecida, llegando hasta una profundidad de curado que va desde los 3,46 mm hasta 5,01 mm.

El no cumplimiento de esta norma se debe a que: el paso de luz se ve interrumpido por los pigmentos de la resina, mayor cantidad de relleno, tiempo de exposición de la luz, y la distancia de la lámpara a la restauración.

Para obtener una eficiencia de curado las resinas bulk fill poseen un sistema de iniciación, una alta translucidez y la disminución de la interface matriz-relleno para permitir un mejor ingreso de la luz y por ende una mejor profundidad de curado. (Ilie y otros, 2013).

- **Contracción de polimerización**

Dentro de las desventajas que presentan las resinas es el estrés y la contracción, el cual depende de la rigidez y el tipo de fotocurado, este estrés por contracción genera ciertos problemas como la fractura la flexión cuspídea, filtración y disminución de las propiedades mecánicas. (Ferracane, 2008).

Para disminuir esta desventaja se emplea la técnica incremental, con la cual se trata de disminuir el factor C (factor de configuración cavitaria), que se refiere a la relación que existe entre las caras del diente adheridas y las caras de los dientes que no se adhiere las restauraciones, con la cual se pretende aumentar el número de superficies no adheridas de una preparación cavitaria. Para evitar que la contracción se realice hacia el material. (Anusavice, 2004)

Este criterio antes expuesto a entrado en controversia debido a que ya no es necesario realizar incrementos de 2mm debido a la aparición de las resinas bulk fill con la que se le realizan incrementos de 4 a 5 mm que permiten una normal profundidad de curado.

En el estudio de Moorthy y otros (2012), hacen mención que el estrés de polimerización es menor en las resinas bulk fill que las convencionales, debido a la colocación del material forma monoincremental sin provocar alteraciones en las paredes como ocurre con la técnica incremental.

- **Integridad marginal**

La integridad marginal está relacionada con la contracción y el estrés de polimerización, ya que estos materiales son indicados para restauraciones

clase I y II ya que este tipo de cavidad presenta un elevado factor C. (Moorthy y otros, 2012).

Existen algunos estudios como el de Furness y otros (2014), que comparan los dos tipos de resina y concluyen que no hay diferencias significativas en la integridad de los márgenes de las restauraciones, además de que la resina bulk fill con técnica monoincremental no contribuyen a la no formación de espacios en las paredes de la cavidad.

Otro estudio como el de Moorthy y otros (2012) evalúa la microfiltración entre los tipos de resina donde no encontró diferencias significativas entre ellas.

Como conclusión se puede mencionar que las resinas bulk fill con técnica monoincremental pueden proveer una integridad marginal a las restauraciones igual a las resinas convencionales con técnica incremental bajo las mismas condiciones de carga, temperatura y fuerza.

- **Temperatura**

Los valores de temperatura de las resinas bulk fill son más altos que las resinas convencionales ya que la reacción exotérmica es igual a la cantidad de resina cuando se va a realizar la polimerización (Kim y otros, 2015).

- **Estabilidad de color**

Esta estabilidad depende de la concentración de aminas terciarias, además depende de que el material que haya sido polimerizado de manera correcta, hay q tener en cuenta que las resinas al hallarse en la cavidad oral sufren cambio de color debido a la presencia de factores intrínsecos y extrínsecos.

Este tipo de resinas bulk fill tienen una estabilidad de color deficiente debido las características y propiedades químicas del relleno las hacen más propensas al cambio de coloración. Ya que las resinas que tengan partículas muy grandes serán más propensas a pigmentaciones. (Shamszadeh, Seyedeh, Hasani, Ahmad y Panahandeh, 2016).

Propiedades mecánicas

Debido que la aplicación de las resinas bulk fill se da en sector posterior hay que tener en cuenta si las propiedades mecánicas son idóneas para soportar las fuerzas y cargas oclusales.

- **Grado de conversión.**

Se refiere a la conversión monómero a polímero, dentro de esta propiedad cabe recalcar que esta no es muy predominante debido a que dentro de la composición de las resinas bulk fill los monómeros ya se encuentran modificados lo significaría que las propiedades mecánicas no serían superiores. (Czasch y Ilie, 2013).

- **Resistencia a la flexión.**

La resistencia a la flexión es cuando un material resiste antes de fracturarse, donde los factores que influyen son el relleno, el tamaño de las partículas, la distribución y las interacciones entre relleno y la matriz, además de que las resinas se encuentran en boca sometidas a diferentes fuerzas como: oblicuas, compresivas, traccionales y flexurales que provocarían flexión y deflexión.

Según el ADA encontró que las resinas bulk fill presentan valores 80 MPa, comparables con los valores que presentan las resinas convencionales y mucho mayor a las resinas fluidas. (Ilie y Stark. 2014).

- **Dureza superficial**

Esta propiedad se caracteriza por la resistencia que tiene un material al momento que se le ejerce presión sobre él; además, esta propiedad de las resinas bulk fill es relevante ya que se las puede ocupar sin la necesidad de colocar la capa final de resina convencional. (Tiba y otros, 2013).

- **Resistencia**

Las restauraciones al momento de ser colocadas y que entre en función, están sometidas bajo fuerzas en diferentes direcciones y diferentes intensidades, generando deformación en el material. La tensión o presión se distribuyen sobre la superficie, así como la fuerza compresiva que se ejerce sobre el cuerpo estático. En si la resistencia es la capacidad para que los materiales soporten fuerzas hasta el punto de la fractura. Esta resistencia está directamente relacionada con el tamaño y las partículas de relleno: mientras más grandes y mayor sea la cantidad de relleno mayor será resistencia, por ende, las resinas bulk fill de consistencia normal presentan una cantidad mayor de relleno en comparación a las resinas de baja viscosidad o fluidas. Es decir que la resistencia del material depende de la carga oclusal y del tipo de material a utilizar (Corral y otros, 2015).

Propiedades de manipulación

Al igual que las resinas convencionales, las resinas bulk fill se las utiliza con el propósito de imitar la naturalidad de la anatomía de las estructuras dentales de los dientes posteriores; dentro de las ventajas de sus propiedades son su fácil manejo, su aplicación, su facilidad de modelar o manipular, mantiene la forma, adherencia al diente, facilidad para seleccionar el color, una consistencia óptima, buen pulido, y buena profundidad de curado siendo igual o similar a las resinas convencionales. (Corral y otros. 2015).

2.3 Técnicas restauradoras

La mejora de las propiedades de las resinas ha sido una de las principales ventajas de su evolución, pese a que en la actualidad se sigue observando uno de sus principales inconvenientes como es la contracción ya que estos materiales poseen del 1.35 al 7.1% de contracción dependiendo de la carga de relleno que posean, para lo cual se han desarrollado modificaciones en sus propiedades químicas y mecánicas, así como la aplicación de diversas técnicas

de restauración, con el fin de disminuir el factor C o fenómeno de contracción como la Técnica incremental y monoincremental.(Deliperi y Bardwell, 2002).

2.3.1 Técnica incremental

La principal característica de esta técnica es que las restauraciones se van realizando en pequeños incrementos de 2 mm de grosor hasta completar la restauración deseada, cada incremento se va ir polimerizando después de su aplicación, con el objetivo de obtener una profundidad de curado optima, disminuir la tensión, disminuir la contracción, mejorar la unión diente restauración. .(Deliperi y Bardwell, 2002)

Dentro de la técnica incremental existen algunas variaciones relacionadas con la estratificación: Horizontal, técnica three-site, Oblicua, por cúspide.

- **Técnica Horizontal:** se caracteriza por colocar incrementos en sentido ocluso/gingival, esta técnica aumenta el factor C aumentando la tensión de las restauraciones.
- **Técnica three-site:** Esta es una técnica está asociada con el uso de una matriz clara y cuñas reflectantes. Intenta guiar los vectores de polimerización hacia el margen gingival.
- **Técnica oblicua:** esta técnica es la más utilizada y su forma de aplicar es en pequeños incrementos triangulares de forma oblicua de 2 mm sobre las paredes de la restauración, a estas restauraciones se las polimeriza cada que se va colocando un incremento para direccionar el vector de contracción hacia las paredes con adhesivo. Con el objetivo de disminuir el factor C y el stress, aparte mejora la distribución del material, dentro de sus desventajas es que al momento de colocar cada incremento pueden quedar burbujas dentro de la restauración y mayor tiempo de trabajo, así como la dificultad para realizarla.
- **Técnica por Cúspides:** esta técnica es parecida a la oblicua con la diferencia que se van realizando la restauración de cada cúspide hasta terminar la restauración sin contactar con las paredes adyacentes. Con

el objetivo de disipar el stress y disminuir el factor C, con la desventaja de una deficiente profundidad de curado y déficit de polimerización del material. (Deliperi y Bardwell, 2002)

Debido a las desventajas que presentan el material y para poder disminuir el tiempo de trabajo, la evolución de los materiales ha permitido la aparición de las resinas monoincrementales o la técnica de colocación de material en solo incremento.

2.3.2 Técnica monoincremental o monobloque

Dentro de los nuevos materiales tenemos la aparición de las resinas bulk fill que son resinas que permiten realizar restauraciones de la resina en un solo incremento de 4 a 5 mm mediante una técnica monobloque o de un solo incremento. Dentro de sus características es que el material tiene un 1.6% de contracción, una mayor elasticidad, mayor translucidez, reduce el tiempo clínico, dentro de las desventajas que presenta es que no son estéticas por ende su utilización es solo para dientes posteriores. Pero al ser un material relativamente nuevo no existe mucha evidencia científica sobre la durabilidad y eficiencia del material a largo plazo, por eso se recomienda realizar más estudios sobre las propiedades del material. (Deliperi y Bardwell, 2002).

2.4 Polimerización

La combinación de diferentes monómeros, forman los polímeros mediante distintas conexiones. Los monómeros de las resinas están compuestos de un carbón que se transforman en polímeros y copolímeros mediante los sistemas de iniciación. (Carrillo y Monroy, 2009).

La polimerización es la transformación de los monómeros y oligómeros en polímeros, un copolímero es la fusión de 2 o más polímeros, hay que tener en cuenta que las propiedades físicas están interrelacionadas entre sí y sus moléculas circundantes.

Esta conversión entre los monómeros a polímeros atraviesa 4 fases: Activación, Iniciación, Propagación, Terminado. La activación separa las moléculas para formar un radical libre el cual posee una alta energía que al unirse con un carbón de unión doble crearán un par de radicales que se unirán a otro carbón y así se mantendrá la reacción. En el proceso de iniciación el agente iniciador que más se usa es el Peróxido de Benzoilo, este proceso de polimerización se puede dar de algunas formas: por calor, de forma química, por medio de luz UV, y de luz.

- Calor: el peróxido de benzoilo se separa cuando se aplica calor y así formar radicales libres.
- Química: el peróxido de benzoilo se separa para formar radicales libres mediante la acción de la amina terciaria que distribuye electrones.
- Luz UV: para la formación de radicales libres debe estar expuesto a una irradiación de 356 nm al compuesto eter metil benzoico.
- Luz: para la formación de los radicales libres se requiere la aplicación de una luz que oscila entre los 420 a 470 nm, mediante la interacción entre el activador como canforoquinona o diacetonas y una amina terciaria (N,N-dimethylaminoethyl methacrilate). (Carrillo y Monroy, 2009).

En las resinas autopolimerizables, el proceso de polimerización se da cuando los radicales libres se forma al momento de adicionar una amina acelerador (N,N-dihydroxyethyl-p-toluidina), al peróxido de benzoilo.

En las resinas de activación por luz se requiere que tenga una intensidad entre 420 y 470 nm (luz azul) que llegue al activador como la canforoquinona que genera un estadio para separar la molécula en una amina terciaria alifática formando dos radicales reactivos.

La finalización de la polimerización es al instante de la fusión de dos radicales y formando una unión intermolecular, dando como resultado a la formación de cadenas largas o dos individuales resultando con unión doble y otra saturada

siendo la primera la predilecta para una buena polimerización. (Carrillo y Monroy, 2009).

2.4.1 Nivel molecular

La formación de un polímero se da debido a la unión de los monómeros que se encuentran separados, en estado líquido y en constante movimiento; mediante la aplicación de luz, formando estas macromoléculas que contienen una sustancia de una alta masa molecular e igual composición química denominada polímeros, el proceso de polimerización crea un ordenamiento de las moléculas creando una distancia entre ella de 0.15 nm a 0.4 nm conociendo este fenómeno como contracción.

2.4.2 Mecanismos de polimerización

Estos mecanismos son la reacción de la conversión de los monómeros a polímeros y dentro del uso y fabricación tenemos: polimerización por condensación, polimerización por apertura de anillo, y polimerización por adición o vinílica. (Macchi, 2007)

- **Polimerización por condensación**

Esta es una reacción donde se combinan dos o más monómeros, generando la formación de subproductos, cada que se da esta reacción, este proceso se lo denomina polimerización por condensación, y los subproductos que genera son el agua, amoniaco, Los polímeros que se forman debido a esta reacción son el alquídico, fenol formaldehído o resinas fenólicas. Estos átomos presentes en el monómero se pierden y quedan fuera de los polímeros. (Macchi, 2007).

- **Polimerización por apertura de anillos**

Este mecanismo hace referencia a la formación de polímeros cuando de una molécula con dos radicales epóxicos, reaccionan con una diamina generando

un cierre de ligaduras con dos uniones de oxígeno, esta reacción forma los polímeros ya que las moléculas tienen dos grupos reactivos; parecido a la polimerización por condensación con la diferencia de que no se generan subproductos. (Macchi, 2007).

Además, este tipo de polimerización se refiere, a cuando un monómero cíclico es transformado en polímero que tiene menos o ningún anillo; estos anillos se abren y se extienden a lo largo de una cadena polimérica. El volumen de contracción en este tipo de polimerización está determinado por el tamaño y número de anillos, mientras más grande sea el anillo, más pequeña es la contracción. También, la contracción del material se puede disminuir al aumentar el número de anillos por cada monómero.

- **Polimerización por adición o vinílica**

La polimerización se produce en moléculas no saturadas con dobles ligaduras dentro de átomos de carbono. Para obtener polímeros con propiedades mecánicas mejoradas se debe generar más fuerzas como crear dipolos permanentes, utilizando monómeros derivados del etileno. Teniendo como resultado polímeros de estructura lineal. Al momento de utilizar monómeros con dobles ligaduras se obtienen polímeros de cadenas cruzadas, ya que la doble ligadura forma cadenas que están ligadas a través de uniones primarias para obtener el material sintético orgánico. (Macchi, 2007).

2.4.3 Fenómenos de polimerización

Al momento de convertir los monómeros a los polímeros se generan dos efectos o fenómenos como:

- El **primer fenómeno** se presenta cuando hay un cambio de alta energía a uno de baja energía, debido a que los monómeros presentan una alta energía en comparación a la de los polímeros, durante la polimerización esta energía no se pierde solo se transforma en energía térmica, esta

reacción presenta dificultades en algunos trabajos que se polimerizan en los materiales dentales. (Macchi, 2007).

- El **segundo fenómeno**: se da debido a la distancia que hay entre las moléculas del monómero que es diferente y más grande a la distancia de los polímeros, el volumen de los polímeros ocupa un menor espacio que los monómeros, explicado de otro modo es el nivel de contracción que sufre un material al momento de polimerizar y si el número de moléculas es mayor estas se unen para formar los polímeros, la contracción es más alta si su peso molecular es menor. (Macchi, 2007).

2.4.4 Proceso de polimerización

Una polimerización de tipo radical es la que activa a las resinas convencionales utilizando siempre el mismo mecanismo de curado, además las macromoléculas van a estar interrelacionadas con la contracción del material polimerizado, así que la distancia entre monómeros es de 0,3 a 0,4 nm., al inicio de este proceso se crean cadenas poliméricas lineales, que se van dispersando y forman cadenas cruzadas entre las lineales. Después estas van a aumentar su tamaño, peso molecular y dureza. Adicional a esto la polimerización de las resinas atraviesa por 3 fases: Fase Pre-gel, Punto Gel y Fase Post-gel. (Estrada y Lopez, 2017).

- **Fase Pre-gel**

Cuando inicia el proceso de polimerización, inicia esta fase, sus moléculas se deslizan y adquieren diferentes direcciones y posiciones para controlar la contracción. El estrés no se transfiere a la interfaz de unión debido al escurrimiento de las moléculas, aquí las resinas están en un estado viscoplástico y tienen la capacidad de fluir ya que los monómeros aún se movilizan en otra posición. (Estrada y Lopez, 2017).

- **Punto gel**

Este punto de la polimerización se caracteriza por la formación de macromoléculas y el material se convierte en un sólido, en esta fase la resina posee un alto módulo de elasticidad y transfiere la contracción a la superficie adherida en la interfaz diente/restauración. (Estrada y Lopez, 2017).

- **Fase Post-Gel**

La fase Post-gel se caracteriza principalmente por que el material se encuentra en un estado rígido, pero sigue contrayéndose por el aumento de cadenas cruzadas en la matriz y es limitada por los adhesivos. Este estrés se transfiere a la unión diente/restauración. (Estrada y Lopez, 2017).

2.4.5 Factores que afectan la profundidad de polimerización

Para obtener una efectiva polimerización hay que tener en cuenta otros factores aparte del material y la luz que se vaya a emplear: tiempo de fotoactivación, espesor del material, distancia entre la luz y el material, color-opacidad/traslucidez, tamaño de las partículas y temperatura. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Tiempo de fotoactivación**

Hace referencia al tiempo de exposición de la luz sobre el material, el cual determina la calidad de polimerización. Cuando el tiempo es corto no generan una correcta polimerización así la calidad de la lámpara sea la adecuada y en cambio si el tiempo de exposición es largo, este mejorara las propiedades de los materiales, pero si se provoca una sobreexposición de luz sobre la resina, generaran una contracción excesiva del material. Por eso debemos tener en cuenta lo que el fabricante indica para la polimerización del material, aparte del estado de la lampara ya que si la lampara no posee una adecuada intensidad de luz dará como resultado una deficiente polimerización. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Espesor del material**

En este factor se recomienda que el material sea colocado en la cavidad en capas de hasta 2 mm, ya que de la aplicación de la luz es absorbida por el material y dificulta la polimerización posterior en las partes profundas. Pero en la actualidad con advenimiento de nuevos materiales como las resinas bulk fill, ya se pueden realizar restauraciones en dientes posteriores con capas de 4mm. Siempre y cuando se siga las indicaciones del fabricante. (Swapna y otros, 2015).

- **Distancia entre la luz y el material**

La distancia que se requiere mínimo para la aplicación de la luz debe ser menor a 2 mm entre el material y la punta de la lampara, si supera esta distancia generara una mayor dispersión de la luz y con ello una disminución en la potencia de polimerización y profundidad de curado del material generando una mala polimerización. (Swapna y otros, 2015)

- **Color-opacidad/traslucidez**

Si las resinas son más oscuras u opacas la profundidad y velocidad de curado disminuyen, la absorción y el pase de la luz a través de las partículas no será igual y se verá disminuido. Las resinas bulk fill presentan una translucidez para una mejor profundidad de curado, por ende, su recomendación es para uso en dientes posteriores. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Tamaño de las partículas**

Este factor también es muy importante ya que si las partículas son pequeñas permitirá que exista una mejor distribución de la luz dentro del material como por ejemplo de las resinas microparticuladas poseen un tamaño de 0.01-1 μ m. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Temperatura**

Para mantener unas propiedades optimas de las resinas deben tener una temperatura normal o deben conservarse en temperaturas que no sean muy altas o muy baja ya que al estar en ese ambiente sus propiedades disminuyen. (Reis y Loguercio, 2012).

2.4.6 Fenómenos relacionados a la polimerización

- **Generación de Calor**

Debido a la reacción exotérmica al momento de la polimerización que se genera por la aplicación de la luz, se debe realizar controles constantes de las lámparas o unidades de luz controlando su funcionamiento y potencia de emisión de luz. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Volumen de contracción**

Se produce durante la conversión de los monómeros a polímeros ya que los monómeros están unidos por fuerzas Van Der Waals y luego se acercan y forman enlaces covalentes pasando el material de un estado gel a un estado sólido, al momento de esta transición se provoca este fenómeno de contracción entre el 1-3% del material. (Reis y Loguercio, 2012).

- **Tensión de contracción / Estrés de polimerización**

Se da por la disminución del volumen del material y provoca tensiones entre diente y restauración, al ser la contracción más fuerte que la unión adhesiva puede generar una rotura entre la unión del diente y la restauración; provocando filtración marginal la cual es un determinante para la duración y mantenimiento de las restauraciones, y a su vez el cambio de color, sensibilidad, fracturas, caries recidivante. (Swapna y otros, 2015).

- **Vectores de contracción**

La contracción que sufren las resinas es direccionada hacia las paredes de la restauración debido a la unión adhesiva que existe, para controlar la contracción se aumentó el peso molecular de monómeros, se aumentaron las partículas inorgánicas para disminuir la matriz orgánica, y disminuir el factor de configuración cavitaria (Factor C) mediante la aplicación de la técnica incremental y la polimerización. (Swapna y otros, 2015)

2.4.7 Factor C

El factor de configuración cavitaria se lo define como el número de superficies adheridas y no adheridas en una cavidad preparada, como resultado de dividir la cantidad de paredes, donde se va a adherir la restauración, por la cantidad de paredes libres donde no se da la adhesión. Para saber cuándo el factor C está disminuido se utiliza una fórmula: $\text{Factor C} = \frac{\text{superficie adherida}}{\text{superficie libre}}$, tratando de obtener un Factor C mínimo de 0.5. Teniendo en cuenta que, si hay mayor la cantidad de caras libres no adheridas, será mejor para que se disminuya el stress al momento de la contracción. (Cedillo, 2010).

Hay que mencionar que la clase 1 es el peor escenario donde el Factor C se encuentra aumentado y el stress de contracción aumenta debido a que el material solo fluye a través de una pared libre durante la fase pre-gel y nos indica que en la fase post-gel generara mayor stress, para poder disminuir el factor C en clase I se colocan ionómero de vidrio en la base para sellar el tejido dentario.

Además, se sugiere la utilización de algunos materiales para disminuir este fenómeno como la utilización de resinas fluidas, adhesivos con carga y elásticos. (Cedillo, 2010). Se lo puede comparar con un dado donde existen 6 caras, siendo 1 cara adherida y 5 caras libres. Entonces se entiende que si es mayor la cantidad de paredes cavitarias, tendrá un Factor C elevado, y por ende aumento de la tensiones.

Los valores del factor de configuración según el tipo de cavidad son:

- Clase I: 5
- Clase II: 1.5 - 2
- Clase III: 1 - 1.5
- Clase IV: 0.5
- Clase V: 2 – 4

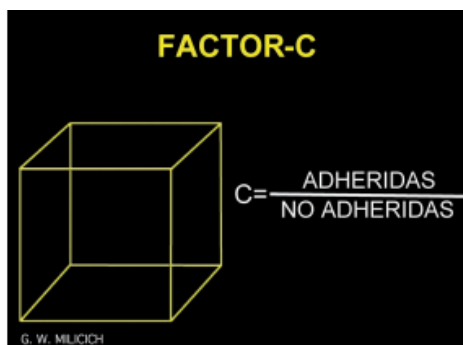


Figura 1: Imagen de la fórmula para calcular el Factor C

Tomado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od102g.pdf>

2.4.8 Consecuencias de la contracción de polimerización

El proceso de polimerización de los monómeros para convertirlos en polímeros va a generar que el volumen de contracción aumente. Mientras mayor es la polimerización o aplicación de la luz sobre el material mejorara sus propiedades físicas, pero como consecuencia lleva que el volumen de contracción aumente. (Macorra, 1999).

Y esta contracción de polimerización traerá consigo algunas consecuencias como:

- Aparición de brechas marginales.
- Presencia de filtración marginal.
- Estructura dental frágil.
- Presencia de microfracturas.
- Caries recidivante.
- Pigmentación.
- Sensibilidad post operatoria.

2.5 Lámparas de fotocurado

A los inicios de los años 70 se desarrolló el sistema de fotocurado el cual creaba una luz ultravioleta que permitía que el fotoiniciador metil éter benzoína se active y por ende se dio el inicio a la aparición de las primeras resinas fotopolimerizable. (Chaple, Montenegro y Alvarez, 2016).

Debido a que la Luz UV fue la primera que se utilizó en el campo de la Odontología, luego fueron apareciendo otros tipos de sistemas de fotopolimerización ya que la luz UV tiene escasa profundidad de curado, demora en el tiempo de activación, posibles lesiones oculares y presencia de dermatosis debido a las altas exposiciones de luz, así que debido a estos inconvenientes se empezaron crear otros tipos de formas de activación: luz halógena, láser argón, arco plasma y luz *LED* (Luz emitida por diodos). (Chaple, Montenegro y Alvarez, 2016).

2.5.1 Tipos de lámparas

Luz halógena

Este tipo de sistema de activación se empezó a utilizar en los 80 y su evolución fue encaminada a mejorar la polimerización. La luz halógena se basa en una profundidad de curado entre los 400 y los 500nm para la activación de las canforoquinonas, mediante la luz azul e iniciar la polimerización, por medio de un filtro de luz blanca y una punta óptica.

Como resultado, gran parte de esta radiación se desperdicia. Este fue el problema principal de estos dispositivos, dentro de las desventajas que libera energía no producida, y para poderla disipar y controlar la temperatura se utiliza ventilación. Otro inconveniente es que el reflector, filtro y productor de luz de dañan en un corto tiempo. (Chaple, Montenegro y Alvarez, 2016).

Ventajas

- Bajo costo del equipo
- Experiencia favorable en odontología
- Fueron los primeros en utilizar el sistema soft-start.

Desventajas

- Eficiencia baja
- Los bulbos lumínicos poseen una vida corta
- Generan altas temperaturas
- Requieren ventilación
- Generaban alta contracción del material

Laser de argón

Este sistema de polimerización se implanta a inicios del siglo XXI. La activación por láser permite polimerizar el material de forma más rápida, pero presentaban diferentes desventajas como la alta contracción del material y el alto costo para ser adquirido. Debido a que posee una alta profundidad de curado de 450 -514 nm y un tiempo de polimerización disminuido, en el cual su punto alto de polimerización se sitúa en 488 nm, permitiendo la activación de las canforoquinonas. Y debido a esto los fotoiniciadores se absorben, y, disminuye la temperatura, pero la velocidad con la que se efectúa la polimerización aumenta la contracción del material, el estrés de polimerización entre diente restauración y microfiltraciones. (Chaple, Montenegro y Alvarez, 2016).

Arco de plasma

En 1995 se empezaron a fabricar las lámparas de plasma, la intensidad de curado llega hasta los 2400mW/cm², lo cual se utiliza para disminuir el tiempo de exposición y tener una profundidad de curado adecuado. El arco de plasma tiene una longitud de onda entre 460 y 480nm para la activación de las canforoquinonas, y la mayor adaptación se debe a la profundidad de curado, aunque para que esta ventaja sea optima se debe considerar diferentes

factores como la composición de la resina, el tamaño de la capa de resina y las paredes que forman la cavidad. Aunque la polimerización se realiza de forma más rápida, la contracción por polimerización es mayor y su costo de adquisición es elevado. (Chaple, Montenegro y Alvarez, 2016).

Ventajas

- Disminución del tiempo de fotopolimerización y de trabajo de los composites.

Desventajas

- Alto costo de adquisición
- Eficiencia disminuida
- Generan altas temperaturas
- Requieren ventilación
- Aumenta la contracción de las resinas
- Aplicación para uso exclusivo solo de las canforoquinonas

Lámparas de luz LED

Este sistema de fotocurado se implantó a inicios del siglo XXI, las siglas LED significan Light Emitting Diode (luz emitida por diodos), que generan luz por medio de situaciones mecánico-cuánticos, mediante semiconductores tipo n-estimulado que posee electrones y p-estimulado que no poseen y requieren electrones. Cuando se combinan entre sí los electrones de los semiconductores n-estimulados se conectan con los espacios libres creados por los semiconductores p-estimulados, formando un haz de luz, el color de la luz estaba determinada por la mezcla de semiconductores que están condicionados por el ancho de su banda. Una de las principales diferencias de este tipo de lámparas es la distribución estrecha del espectro de luz. Generando una longitud de onda para crear la energía en luz en un nivel de 450 y 490nm. Los fotones generados por la luz LED interactúan con la canforoquinona, generando una mayor profundidad de curado llegando a generar una intensidad de 100mW/cm para disminuir el tiempo de exposición

se utilizó un semiconductor cristalino más largo, incrementando la intensidad y el área de curado. (Chaple, Montenegro y Alvarez, 2016).

Ventajas

- Dispositivos más pequeños.
- No se necesita filtros.
- Disminución de las temperaturas si su uso es prolongado.
- Ahorro de energía.
- Fácil de desinfectar.
- Tiempo de vida prolongado.
- Silencioso.
- Transforma la energía en luz hasta en un 90%.
- Disminución del tiempo de fotopolimerización.
- Disminución de tiempo de trabajo.

Desventajas

- Alto costo de adquisición.

Polimeriza materiales con absorción de 440 a 490 nm como las canforoquinonas.

2.5.2 Técnicas de polimerización

- **Técnica convencional**

Hace mención a la aplicación de luz durante un tiempo establecido generando la misma intensidad de luz en un rango de tiempo que va desde los 20 a 40 segundos. (Busato y otros, 2007).

- **Técnica Gradual o Soft-Star**

Esta técnica como su nombre lo dice es gradual conforme va aumentando el tiempo va aumentando su potencia, es decir que cuando inicia su aplicación la luz es de baja intensidad y va aumentando conforme pasa el tiempo hasta

llegar a su potencia máxima manteniéndose ahí hasta cuando termina el proceso de polimerización. (Busato y otros, 2007).

- **Técnica de Pulso Tardío o Pulse-Delay**

Esta técnica de polimerización de los materiales se da cuando se aplica la luz sobre el material empezando con una energía baja, por ejemplo se aplica de 150 a 200 mW/cm² alrededor de 3 a 5seg, luego de esto se la deja en espera de 1 minuto extendiendo la fase pre-gel para lograr disipar la fuerza de contracción, en este momento la resina puede ser pulida, después de este tiempo se procede a polimerizar la resina con una alta intensidad de luz de 500 mW/cm² durante 35 segundos adicionales. (Busato y otros, 2007).

- **Técnica en Rampa**

El principio de esa técnica es lograr que la resina se polimerice mediante la aplicación de una baja intensidad de luz, la que aumenta conforme va pasando el tiempo hasta llegar al punto más alto logrando dispersar las tensiones. (Orozco, Alvarez, Guerrero, 2015).

2.5.3 Profundidad de curado

Las diferentes modificaciones que han sufrido los composites en el relleno y la matriz orgánica, así como la modificación de los fotoiniciadores como las canforoquinonas, óxido de trimetilbenzoil-difenilfosfina (TPO) y el Ivocerin los cuales han mejorado su profundidad de curado como las canforoquinonas de 430-480nm, el TPO 350-435nm y el Ivocerin 370-460nm, siendo la translucidez el principal factor para una excelente profundidad de curado. (Ilie y Stark, 2014).

Utilización de resinas de monómero de alto peso molecular

La menor contracción del material por polimerización se da primero en menores enlaces covalentes para armar una cadena polimérica, por otro lado, presenta una mayor cantidad de partículas inorgánicas que reducen la matriz como las

resinas híbridas y de partículas con alta viscosidad. (Reis y Loguercio, 2012).

Uso de resinas con módulo de elasticidad baja

La aplicación de una capa de resina fluida se utiliza para disminuir las tensiones que suceden en la contracción por polimerización, la menor dureza de la resina permite una alta flexibilidad y por ende una mejor adaptación marginal. (Reis y Loguercio, 2012).

2.6 Tomografía

Para entender el significado de las tomografías y su uso se debe conocer la definición ya que esta palabra proviene del griego “tomos” y “graphos” que significa, partes y registro, entendiéndose como el registro de partes. Considerando su definición se asume que la tomografía es la toma de imágenes de un sector o parte del cuerpo a ser analizado.

Las tomografías se clasifican en: Tomografía convencional y tomografía computarizada, a su vez la tomografía computarizada se subdivide en: tradicional de haz en rango o fan beam y volumétrica de haz volumétrico o cone beam.

En el campo de la odontología se utiliza la tomografía computarizada de haz volumétrico ya que posee un haz cónico de rayos-x que brinda imágenes en volumen que permite un análisis de las imágenes en forma adecuada, con una mínima distorsión y una menor radiación.

En el campo de la odontología se conoce que en Mozzo en 1998 presentaron el primer tomógrafo computarizado volumétrico con haz en forma de cono (cone-beam) y tuvo el nombre de New Tom-900. El cual brinda imágenes de alta precisión, baja distorsión, así como una dosis de radiación reducida. A partir de este punto; la fabricación y adquisición de estos equipos han

aumentado a nivel mundial y en futuro se direccionan a imágenes tridimensionales que permitirá su utilización en las diferentes especialidades de la odontología. (Santos y otros, 2010).

El equipo de tomografía computarizado de haz volumétrico es cómodo para la utilización en el paciente. Se compone de: la fuente o tubo de rayos-x, y un detector de rayos-x. Este sistema tubo/detector realiza un giro alrededor de la cabeza de 360°, y cuando va rotando va capturando una imagen base de todas las direcciones. Una vez finalizada la captura de la imagen esta se almacena en un software propio del tomógrafo en formatos de imagen formato RAW – DICOM.

Otra ventaja de este tipo de tomografías es que el software puede ser instalado en computadoras convencionales para su manipulación, análisis e interpretación, hasta la impresión de estas. Así como también de la revisión de las imágenes en diferentes lugares o posiciones: de forma axial, coronal, sagital y oblicua, adicionalmente a esto la reconstrucción de las imágenes en 3D, imágenes bidimensionales, así como de imágenes panorámicas o periapicales. (Santos y otros, 2010).

Gracias a que se puede realizar análisis y cortes axiales en este tipo de tomografía también se puede realizar mediciones de las estructuras en sentido lineal o angular, así como permite seleccionar mediante la aplicación de color a las estructuras que se pretende analizar.

La unidad de medida dentro de la tomografía computarizada es el voxel el cual es una unidad isométrica que presenta el alto, el ancho, y la profundidad las mismas dimensiones. Cada voxel presenta medidas submilimétricas entre 0,119 a 0.4 milímetros por lo cual este tipo de tomografías tienen una excelente resolución.

Debido a estas ventajas es que la tomografía computarizada volumétrica (cone

beam) es empleada en todas las especialidades de la odontología como, por ejemplo:

- En Implantología: para realizar un análisis de la morfología, cantidad calidad de hueso y así como para analizar o crear las planificaciones de colocación de implantes mediante medidas, posiciones y distribuciones de los implantes en las áreas destinadas a recibir el implante.
- En Periodoncia: sirven para observar la presencia de fenestraciones óseas, analizar la pérdida de hueso, lesiones de las raíces o furcas.
- En endodoncia. Se utiliza para poder localizar la presencia de canales accesorio, fracturas radiculares, presencia de cuerpos extraños dentro de los conductos, disposición de los conductos y raíces.

En Cirugía Buco-Maxilo-Facial: la utilizamos para analizar las fracturas presencia de dientes incluidos o impactados, presencia de estructuras anatómicas y conductos como alveolar inferior, y de patologías como quistes o presencia de cuerpos extraños como tumores.

2.7 Software Amira 3D

Este es un Software creado por Thermo Fisher Scientific denominado™ Amira™ versión 2019.2, el cual es una plataforma 3D / 4D potente y multifacética para visualizar, manipular y comprender los datos de investigación en ciencias de la vida que van desde biología estructural y celular, hasta imágenes de tejidos, neurociencia, imágenes preclínicas y bioingeniería de muchas modalidades de imagen, incluidas CT, MRI, microscopía 3D, y otras técnicas. (Software Thermo Scientific, 2019).

3. CAPITULO III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Comparar la contracción de polimerización entre una resina incremental y una Bulk Fill, utilizando el sistema adhesivo universal. Estudio In-vitro

3.2 Objetivos específicos

- Identificar el volumen de contracción de resinas convencionales con y sin sistema adhesivo.
- Identificar el volumen de contracción de resinas bulk fill con y sin sistema adhesivo.
- Comparar el volumen de contracción entre las resinas con y sin sistema adhesivo.

4. CAPITULO IV. HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis nula

El volumen de contracción de las resinas convencionales es menor a las resinas bulk fill con y sin la aplicación del sistema adhesivo universal.

4.2 Hipótesis alternativa

El volumen de contracción de las resinas convencionales es mayor a las resinas bulk fill con y sin la aplicación del sistema adhesivo universal.

5. CAPITULO V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Tipo de estudio

Cuantitativo, transversal, experimental, comparativo

5.2 Universo y muestra

Terceros molares extraídos terapéuticamente por motivos ortodónticos donados por los consultorios odontológicos del cantón Paltas. De los cuales se utilizaron 40 piezas dentales como muestra, que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

5.3 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Terceros molares extraídos sanos

Criterios de exclusión

- Terceros molares fracturados
- Terceros molares con alteraciones en la estructura adamantina

5.4 Descripción del método

Los dientes seleccionados se colocaron en suero fisiológico hasta el momento de la ejecución del proyecto.

Luego de realizar la eliminación completa de los restos periodontales con curetas, se inició con el proceso de sellado del ápice dentario con ionomero de vidrio 3M Ketac™ Molar Easymix, después se colocó cada diente en un troquel de yeso en forma de arcada, que recubrió desde la unión amelo-cementaria hasta el ápice de $2.5 \text{ cm}^2 \times 1.5 \text{ cm}^2$, de ahí se confeccionaron las preparaciones cavitarias clase I en la cara oclusal, de las cuales se obtuvieron las siguientes medidas: 4mm de profundidad en sentido pulpar, en sentido

mesio-distal 4mm, y en dirección vestíbulo-palatino 3mm. Se inició con una fresa redonda en la fosa mesial de la cara oclusal, para profundizar hasta el límite amelo-dentinario, en dirección al eje longitudinal del diente, continuando con una fresa cilíndrica de extremo redondeado (previamente calibrada con un calibrador de metales) se crearon las paredes verticales, por último, se comprobó las medidas con el pie de rey y la sonda periodontal.

Una vez realizadas las preparaciones cavitarias se las subdividió de forma aleatoriamente en 4 grupos:

1. Grupo 1: con resina monoincremental o bulk fill sin protocolo de adhesión. (RBS)
2. Grupo 2: con resina convencional sin protocolo de adhesión. (RCS)
3. Grupo 3: con resina monoincremental o bulk fill con protocolo de adhesión. (RBC)
4. Grupo 4: con resina convencional con protocolo de adhesión. (RCC)

Realizada la división de los grupos, se realizó la limpieza con agua destilada y desinfección con clorhexidina al 0.12% durante 20 segundos sobre las preparaciones cavitarias, y se secó con papel absorbente.

En el **grupo 1** se procedió a restaurar con la resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill 3M) utilizando la técnica monoincremental, sin la aplicación del protocolo de adhesión, para esto, se restauró la cavidad en un solo incremento de 4mm.

Una vez realizadas las restauraciones de las piezas dentales sin polimerizar, se procedió a realizar la tomografía computarizada (TAC).

Y por último se fotocuró las muestras del grupo 1 durante 10 segundos, con una lámpara de luz led S.P.E.C. 3 con intensidad de 1600 mw/cm², a una

distancia de 1mm de la restauración. Una vez terminado de fotocurar las restauraciones se realizó el TAC.

En el **grupo 2** se realizaron las restauraciones de las piezas dentales con resina convencional (Filtek™ Z350 XT), utilizando la técnica incremental sin la aplicación de un protocolo de adhesión, colocando la resina con 2 incrementos de 2mm. Al primer incremento colocado se le realizó el TAC, luego de esto se procedió a fotocurar la primera capa durante 5 segundos, después se colocó el segundo incremento de 2mm al cual se le realizó el TAC. Y por último se fotocuró la segunda capa durante 5 segundos adicionales, dando un total de 10 segundos de exposición esto se realizó con una lámpara de luz led S.P.E.C. 3 con intensidad de 1600 mw/cm², a una distancia de 1mm de la restauración. Y luego de esto se procedió a ejecutar el TAC.

Al **grupo 3** se le realizó la restauración con la resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill 3m), utilizando la técnica monoincremental con la aplicación del protocolo de adhesión con grabado selectivo sobre esmalte, para lo cual se colocó una esponja absorbente en el fondo de la cavidad, luego de esto se aplicó el ácido ortofosfórico al 37% (Scotchbond™ Universal Etchant 3M ESPE) sobre el esmalte por 15 segundos, de inmediato se realizó un lavado profuso con agua por 30 segundos como lo indica el fabricante, después se retiró la esponja, se volvió a secar con papel absorbente, y con un microbrush se colocó el adhesivo universal (Adhesivo Universal Scotchbond™), en toda la preparación cavitaria, frotándolo durante 20 segundos, seguido a esto se aplicó aire por 5 segundos y se polimerizó con una lámpara S.P.E.C 3 (Coltene) en el modo estándar por 5 segundos, inmediatamente se procedió a restaurar con la resina bulk fill utilizando la técnica monoincremental, colocando la resina en la cavidad en un solo incremento de 4mm. A continuación, se procedió a realizar el TAC sin fotocurar las restauraciones. Y, por último, se fotocuró todas las restauraciones durante 10 segundos, con una lámpara de luz led S.P.E.C. 3 con intensidad de 1600 mw/cm², a una distancia de 1mm de la restauración. Después de haber fotocurado todas las restauraciones se ejecutó el TAC.

En el **grupo 4** se realizó la restauración de las piezas dentales con resina convencional (Filtek™ Z350 XT), utilizando la técnica incremental con la aplicación de un protocolo de adhesión con grabado selectivo sobre el esmalte, para lo cual se colocó una esponja absorbente en el fondo de la cavidad; luego se aplicó ácido ortofosfórico al 37% (Scotchbond™ Universal Etchant 3M ESPE) sobre el esmalte por 15 segundos, de inmediato se realizó un lavado profuso con agua por 30 segundos como lo indica el fabricante, después se retiró la esponja y se volvió a secar con papel absorbente; con la ayuda de un microbrush se colocó el adhesivo universal (Adhesivo Universal Scotchbond™), en toda la preparación cavitaria, frotándolo durante 20 segundos en toda la cavidad, e inmediatamente airear por 5 segundos más y para finalizar, al adhesivo se lo polimerizo con una lámpara S.P.E.C 3 (coltene) en el modo estándar por 5 segundo. Por último, se realizó la restauración con resina convencional utilizando técnica incremental, colocando la resina en 2 incrementos de 2 mm. Al primer incremento colocado se le realiza el TAC; después se procedió a fotocurar la primera capa durante 5 segundos, de ahí se colocó el segundo incremento de 2 mm al que también se le realizo el TAC. Y por último se fotocuró la segunda capa durante 5 segundos adicionales; estos procesos de polimerización se realizaron con una lampara de luz led S.P.E.C. 3 con intensidad de 1600 mw/cm², a una distancia de 1mm de la restauración. Y luego de la polimerización de todas las restauraciones se ejecutó la tomografía computarizada.

En este punto luego de haber realizado todas las Tomografías computarizadas de las muestras, se procedió a realizar el análisis de cada una mediante utilización del software AMIRA 3D.

El análisis de los datos se inició con abrir un nuevo proyecto donde la tomografía se muestra en 3D, ahí se empezó a seccionar o cortar cada una de las muestras (dientes) en sus diferentes estados, (Cavidad, con adhesivo y sin adhesivo), con la herramienta cortar del programa, una vez que se obtuvo las muestras de forma individual se procedió a realizar una superposición de

imágenes, que consiste en unir la muestra en sus diferentes estados formando un solo cuerpo, seguido de esto se procedió a utilizar la herramienta del programa denominada **segmentation**, donde se pudo diferenciar el material antes y después de la polimerización, una vez realizada la diferenciación, se realizó la selección del material a analizar o medir en su primer estado sin polimerizar, después mediante la utilización de la herramienta **material statics** se realizó la medida del volumen del material antes de polimerizar, luego se repite el procedimiento con el material polimerizado, donde se obtuvo las medidas del volumen del material en sus diferentes estados, después se procedió a calcular la diferencia que existe entre los dos resultados de la muestra analizada, obteniendo así la cantidad de contracción que el material sufrió; toda esta información se la analizo de forma estadística con el programa MINITAB.

Tabla 1.

Características de los materiales a utilizar.

NOMBRE COMERCIAL	MARCA, PROCEDENCIA (ciudad, país)	COMPOSICIÓN	FORMA DE APLICACIÓN DEL FABRICANTE
Filtek™ Bulk Fill de 3M ESPE	3M ESPE. 2510 Conway Avenue St. Paul, MN 55144-1000 USA	Compuesto de sílice no aglomerado, zirconia aglomerada, además de trifloruro de iterbio. El relleno inorgánico es de aproximadamente 76.5% por peso. AUDMA, UDMA, AFM	Colocar el material dentro de la cavidad en un solo incremento de 4 a 5 mm, y luego dar morfología, fotocurar y pulir.
Filtek™ Z350 XT 3M ESPE	3M ESPE. 2510 Conway Avenue St. Paul, MN 55144-1000 USA	Contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA Para controlar la contracción, PEGDMA, En cuanto a los rellenos, sílice no aglomerado/no agregado; relleno de zirconia no aglomerado/no agregado; y un relleno cluster agregado	Colocar el material dentro de la cavidad en varios incrementos de hasta 2 mm dependiendo del tamaño de la cavidad luego se fotocura y pule.

		de zirconia/sílice. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso.	
Scotchbond™ Universal Etchant 3M ESPE	3M Deustschland GmbH, 41453, Neuss Germany-	Ácido ortofosfórico 35%, Sílice como espesante y un surfactante soluble.	Se puede colocar como grabado total, cubriendo toda el área de la cavidad, o también se puede colocar de forma selectiva sobre el esmalte o el área a grabar.
Single Bond® Universal 3M ESPE®	3M Cuidado Oral 2510 Conway Avenue St. Paul, MN 55144-1000 EUA	Monómero de fosfato MDP, resinas de dimetacrilato, HEMA, Copolímero de Vitrebond™, obturador, etanol, agua, iniciadores, silano.	Se coloca una sola capa después de lavado y secado de la cavidad, se polimeriza durante 5 segundos se vuelve a colocar otra capa y se frota durante 35 segundos. NOTA: NO se necesita grabar para su aplicación debido a sus componentes.

6. CAPITULO IV. RESULTADOS

Los resultados encontrados sobre el análisis del volumen de contracción se detallan a continuación:

Tabla 2.

Promedio de contracción de los 4 grupos.

PROMEDIO DE CONTRACCION DE LOS 4 GRUPOS				
UNIDAD MUESTRAL	GRUPO 1 RBFSA	GRUPO 2 RCSA	GRUPO 3 RBFCA	GRUPO 4 RCCA
1	3,93041%	10,65565%	0,76390%	0,84337%
2	8,16454%	5,83683%	1,74161%	2,63845%
3	4,60566%	2,19636%	0,26825%	1,82912%
4	2,95565%	6,83340%	4,57054%	2,67266%
5	2,52904%	3,73024%	2,13087%	0,91920%
6	12,42407%	11,45185%	0,63660%	5,31236%
7	10,80089%	0,95125%	0,16901%	0,65169%
8	8,53889%	4,60556%	4,29987%	5,69554%
9	4,11349%	14,70954%	3,99332%	4,24727%
10	7,89683%	12,98780%	3,21702%	1,15186%
PROMEDIO	6,68765%	7,54654%	2,14049%	2,64784%

Los resultados obtenidos del porcentaje de contracción fueron, que la resina convencional sin adhesivo presentó el mayor porcentaje de contracción 7,54 %, seguida de las resinas bulk fill sin adhesivo 6,68 %, las resinas convencionales con adhesivo 2,64% y las resinas Bulk fill con adhesivo de 2,14 %, dando como resultado que las resinas sin adhesivo presentan mayor porcentaje de contracción que las resinas con adhesivo.

6.1 Análisis estadístico

El proceso de contraste de hipótesis de investigación consistió en la elaboración de un diseño por bloques con interacción, basado en un modelo de regresión lineal general. De esta manera, se plantea un diseño con la siguiente especificación:

$$c = f(r, a, x), \quad x = r * a$$

Es decir, la contracción está en función del tipo de resina, r , del tipo de adhesivo, a , y de su interacción, x .

Ahora, bajo la hipótesis de igualdad de los tratamientos y el análisis de varianza se tiene que:

Tabla 3.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
RESINA	1	1,225	1,03%	1,2250	1,2250	0,59	0,447
ADHESIVO	1	43,389	36,35%	43,3889	43,3889	20,96	0,000
RESINA*ADHESIVO	1	0,219	0,18%	0,2190	0,2190	0,11	0,747
Error	36	74,523	62,44%	74,5234	2,0701		
Total	39	119,356	100,00%				

A un nivel de significación del 0.05 (5%) existe evidencia estadística para afirmar que tanto los tipos de resina como la interacción entre resina y adhesivo, generan la misma contracción entre la resina y el diente. Caso contrario sucede con la utilización o no del sistema adhesivo.

Tabla 4.

La comparación de rangos múltiples a partir de la prueba de Tukey. Las medias que no comparten la misma letra (A) son significativamente diferentes.

RESINA	N	Media	Agrupación
CONVENCIONAL	20	2,2275	A
BULK FILL	20	1,8775	A

En esta tabla se analiza que hay una relación entre los dos tipos de resinas convencional y bulk fill ya que ellas comparten la letra A, indicando de forma estadística que no existe una diferencia significativa entre los dos tipos de resina.

Tabla 5.

Diferencia de medias de los tipos de resina con un nivel de significancia de 95 %.

Diferencia de RESINA niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
CONVENCIONAL - BULK FILL	0,350	0,455	(-0,573; 1,273)	0,77	0,447

Utilizando el nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0.05$) se demuestra que existe evidencia estadística para afirmar que la contracción de las resinas no tiene una diferencia significativa ya que el $P > 0,05$, aceptando la hipótesis nula, debido a que el P-valor 0,447, es mayor que α .

H_0 : P-valor $> \alpha$ aceptar. H_0 : No existe una diferencia significativa entre las resinas

H_a : P-valor $< \alpha$ aceptar H_a : existe una diferencia significativa entre las resinas.

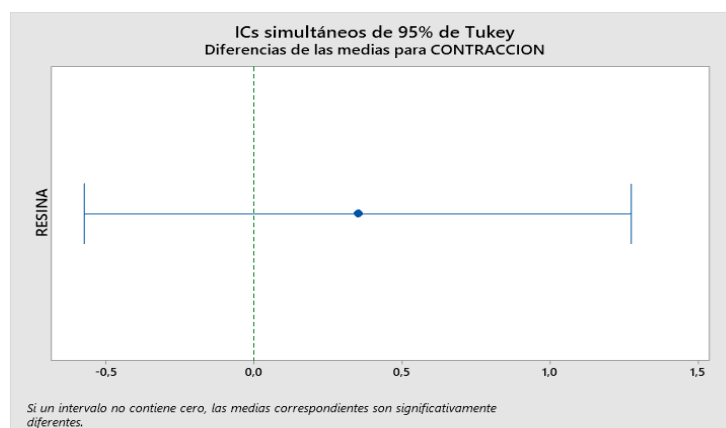


Figura 2: Diferencia de medias para contracción, si las medias no contienen 0, estas son significativamente diferentes.

En esta figura hace mención de que, no hay diferencia significativa entre las variables debido a que las medias poseen 0.

Comparaciones por parejas de Tukey: Sin Adhesivo Y Con Sistema Adhesivo

Tabla 6.

La comparación de rangos múltiples a partir de la prueba de Tukey. Las medias que no comparten la misma letra (A) son significativamente diferentes.

ADHESIVO	N	Media	Agrupación	
SIN ADHESIVO	20	3,094	A	
CON ADHESIVO	20	1,011		B

En relación con el uso utilización del adhesivo, en esta tabla se aprecia que no relación entre los grupos de resinas sin adhesivo y con adhesivo, debido a que los dos grupos no comparten la misma letra, indicando que existe una diferencia significativa entre los dos grupos de resina.

Tabla 7

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, entre la utilización de adhesivo y la no utilización del sistema adhesivo con un nivel de significancia de 95 %.

Diferencia de ADHESIVO niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
SIN ADHESIVO - CON ADHESIVO	2,083	0,455	(1,160; 3,006)	4,58	0,000

Tomando el nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0.05$) se demuestra que existe evidencia estadística para afirmar que la contracción de las resinas tiene una diferencia significativa ya que el $P < 0,05$, aceptando la hipótesis afirmativa,

debido a que el P-valor 0,000, es menor que α .

H_0 : P-valor $> \alpha$ aceptar. H_0 : No existe una diferencia significativa entre las resinas

H_a : P-valor $< \alpha$ aceptar H_a : existe una diferencia significativa entre las resinas

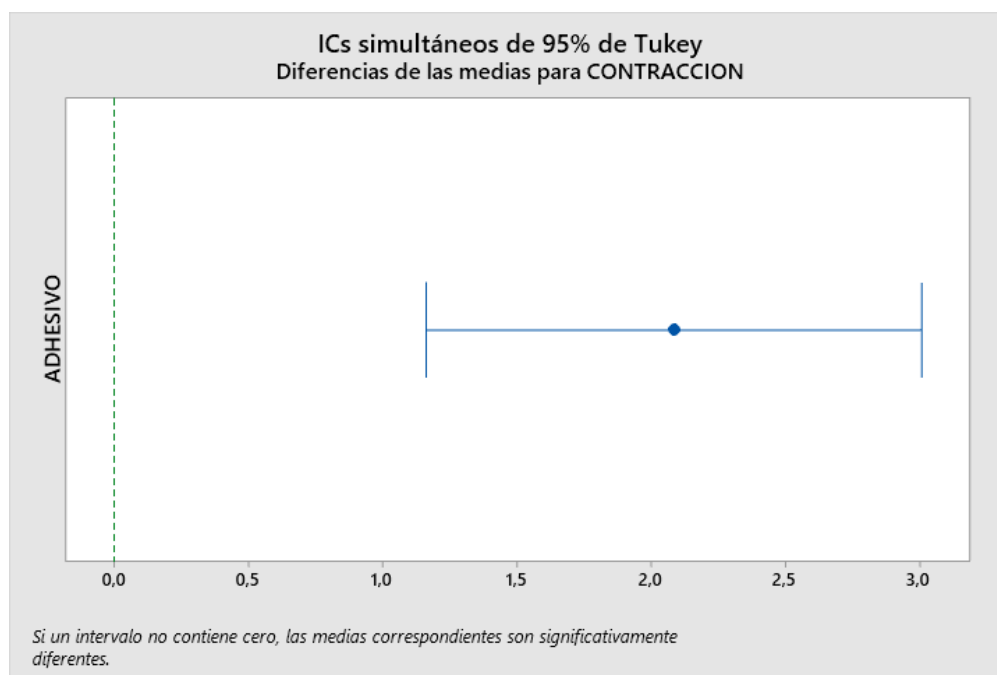


Figura 3. Diferencia de medias para contracción, si las medias no contienen 0, estas son significativamente diferentes.

En esta figura hace mención de que hay diferencia significativa entre las variables debido a que las medias no poseen 0.

Gráficas factoriales para CONTRACCION

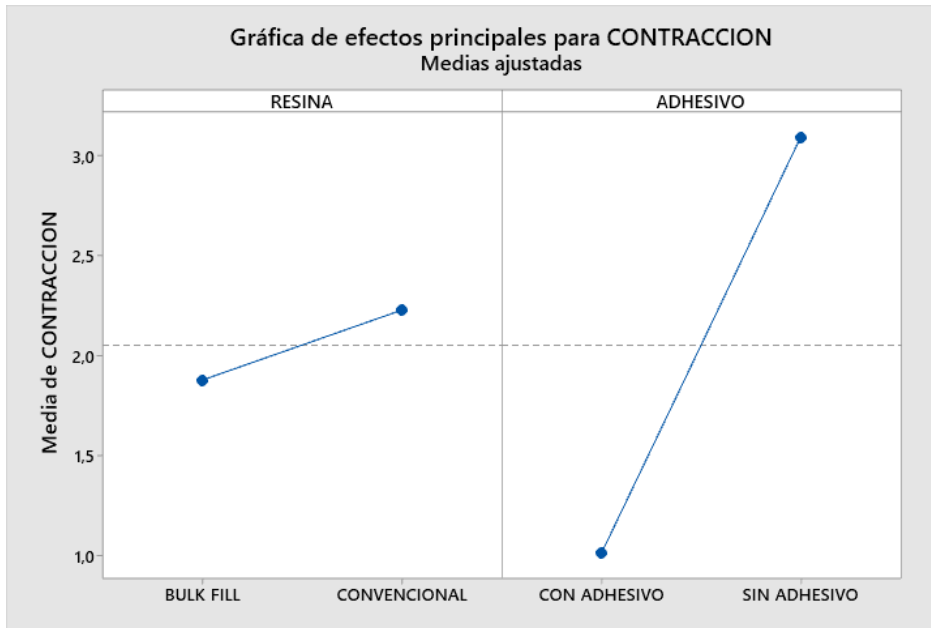


Figura 4. Grafico de las las medias analizadas, donde se observa la distancia entre las variables, resina y utilizacion del sistema adhesivo.

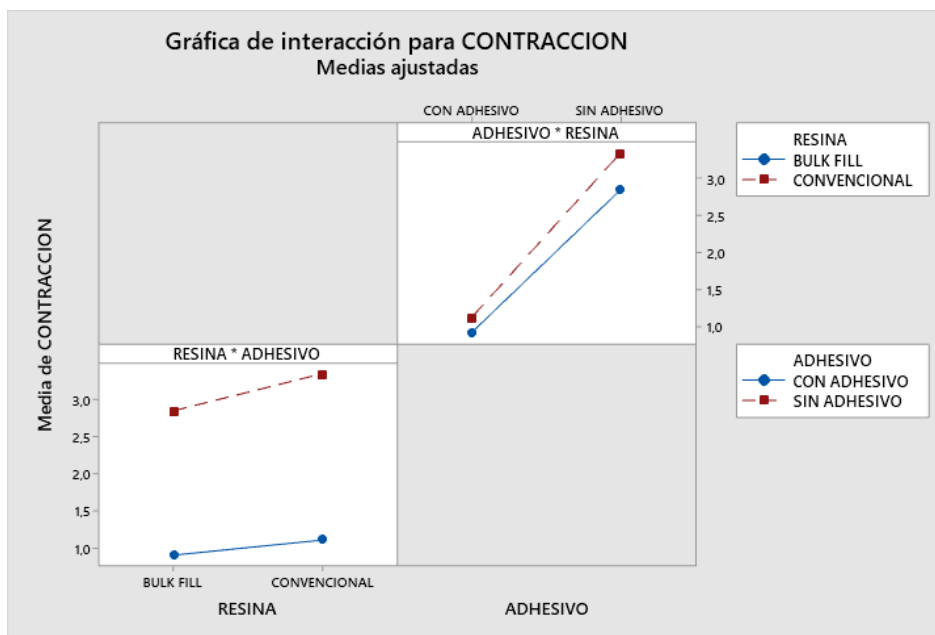


Figura 5. Grafico de interaccion de las variables, para analizar la distancia entre las diferentes variables.

7. CAPITULO VII. DISCUSIÓN

En la actualidad con el avance tecnológico se ha evidenciado la evolución de los materiales dentales, como por ejemplo las resinas o composites, a las que se les ha mejorado y modificado sus características y propiedades con el objetivo de disminuir sus desventajas; es así, como hoy en día existen resinas que presenta diferentes consistencias, colores y propiedades, indicadas para realizar restauraciones en lugares específicos, ya sea en dientes anteriores o posteriores. Adicional a esto, las mejoras de los materiales también se han encaminado a disminuir el tiempo operatorio y de trabajo del profesional, para lo cual se han creado las resinas Bulk fill que presentan modificaciones en su estructura y composición química, permitiendo que se realicen restauraciones con un solo incremento de 4 mm, además que estas poseen una profundidad de curado adecuada, y una menor contracción.

Debido a esto en nuestra investigación se eligió realizar cavidades Clase I de Black, ya que estas preparaciones cavitarias presentan un escenario favorable para que exista mayor grado de contracción, y el stress aumente debido a que el material solo fluye a través de una pared libre durante la fase pre-gel, y que en la fase post-gel generara mayor stress para lo que se recomienda la colocación de ionómero de vidrio y de un protocolo adhesivo para una disminución de la contracción del material. Por ende, también se utilizó un sistema adhesivo para comprobar si ayuda a disminuir la contracción del material. (Cedillo, 2010).

Además, Zeiger, Sun, Schumacher, y Lin-Gibson, (2009), menciona los beneficios de utilizar tomografías para el estudio y análisis de restauraciones mediante la reconstrucción de la imagen en 3D que permiten una cuantificación de las imágenes de forma real y así poder observar cambios en la contracción de la resina en las restauraciones.

Entonces a partir de los hallazgos o resultados encontrados en nuestro estudio se puede decir que no existe una diferencia significativa en el volumen de

contracción entre las resinas convencionales y bulk fill o dicho de otro modo que se acepta la hipótesis nula la cual menciona que; que no hay una diferencia significativa en el volumen de contracción entre resinas bulk fill y resinas convencionales con y sin la aplicación del sistema adhesivo universal. En cambio, hay que tener en cuenta que en nuestro estudio se analizó la utilización o no del sistema adhesivo dando como resultado que este contribuye a disminuir la contracción del material. Teniendo en cuenta que el diseño de la cavidad, la utilización o no del adhesivo, la aplicación de luz, el tiempo de polimerización, la distancia entre restauración y lámpara son factores que contribuyen a disminuir o aumentar el volumen de contracción.

El resultado de nuestra investigación presenta un 1,8775 % de contracción en las resinas bulk fill y en las convencionales del 2,2275 %, y difiere con lo observado en el estudio realizado por Hirata y otros (2014), que menciona que las resinas Bulk fill presentaron una menor contracción de 2,0% en comparación con las resinas regulares que posee el 3.5 %, debido a que las resinas bulk fill presentan modificaciones en su composición como por ejemplo la resina Filtek Bulk Fill 3m modifico o remplazo al monómero Bis-GMA, por dos monómeros que ayudan a disminuir el volumen de contracción, como son el AUDMA que es un monómero que disminuye los grupos reactivos de la resina y el otro monómero el AFM o denominado monómero de adición o fragmentación que produce una relajación y disminución del estrés debido a que se relaciona con otras zonas reactivas de los polímeros y su correlación con otros metacrilatos debido a la fragmentación que sufre. (3M ESPE, 2012).

Teniendo en cuenta que las resinas bulk fill son un material nuevo El-Damhoury H. (2014) menciona que poseen un 1,6% de contracción en relación a las convencionales (2,36%), además indica que la polimerización del material se da hasta un 80%, influyendo directamente en la disminución del material, haciendo que estas resinas sean indicadas para restauraciones en dientes posteriores.

Además, Hirata y otros (2014) menciona que la presencia de un sistema adhesivo es muy importante para disminuir el fenómeno de contracción disminuyéndolo hasta un 20 %, lo que se asemeja a nuestro estudio en el que obtuvimos 20.83 % de contracción en los materiales con la utilización del sistema adhesivo universal, ya que la contracción depende de la conformación de la cavidad, de la disposición o colocación del material, además de la unión marginal como lo menciona Versluis, Tantbirojn, y Douglas, (1998), además Chiang y otros (2010) confirman esta teoría asegurando que el volumen de contracción es atribuido a la conformación de la cavidad el tipo de unión y el tamaño de la misma.

Otro autor como Correira y otros, (2017) mencionan que las resinas bulk fill (3.43 %), poseen una menor contracción que las resinas convencionales (5.98%), ellos le atribuyen al igual que Hirata y otros (2014) que la diferencia se debe a la modificación que sufren en su composición.

Así como observamos estudios que concuerdan con esta investigación hay autores como Abbasi y otros (2018), que mencionan que no existen diferencias significativas entre los dos tipos de resina ya que su grado de contracción oscila entre 0.19 y 3.03 %, hacen referencia al aumento de la cantidad, el tipo y el tamaño de las cargas en la matriz que generan una disminución de la contracción del material. Al igual que Santos (2018) quien también menciona que no hay diferencia significativa entre las dos resinas Bulk Fill y convencional. ($p= 0.03$ y $p= 0.012$).

En cambio García, Yaman, Dennison, y Neiva, (2014), difieren de nuestros resultados, ya que el mayor grado de contracción lo poseen las resinas bulk fill con un 4,40% y las resinas convencionales 1,76 %, ellos atribuyen que, además, del tamaño de las partículas o de cantidad de la relleno; la forma y la viscosidad de la resina son factores que pueden determinar la contracción de material teniendo en cuenta que las resinas bulk fill presentan una alta viscosidad y mayor cantidad de relleno.

Al igual que García y otros. (2014), y Jang y otros (2015), difieren con nuestro resultado, debido a que ellos atribuyen que la deficiente profundidad de curado de las resinas bulk fill, provocan una mayor contracción en relación con las resinas convencionales ya que estas al ser polimerizada por capas generan menos estrés y la contracción se va a dirigir hacia las paredes.

Dentro de nuestro estudio debemos recalcar que la utilización de tomografías y software que existen en la actualidad para el análisis de las tomografías, mediante la reconstrucción de imágenes en 3D, fueron muy importantes para la ejecución de esta investigación. Cabe señalar que dentro de los benéficos que da la utilización de estas herramientas, es que permiten un mejor análisis de las muestras donde no únicamente se puede comparar el volumen de un material, sino que también permite diferenciar las diferentes estructuras o partes que se vaya a estudiar, en nuestro caso la diferenciación de los materiales en sus diferentes estados, además permite observar de mejor manera otras alteraciones o cambios internos de las restauraciones como la presencia de Gaps o falencias en el sellado marginal, presencia de burbujas, déficit de compactación del material, presencia e cuerpos extraños y realizar mediciones lineales, angulares, y volumétricas como fue en nuestro caso el análisis del volumen de contracción del material, por último, la tomografía es un método no destructivo que permite evaluar una muestra completa, permitiendo que se realicen más pruebas como parte de un "conjunto de pruebas" que mejorará en gran medida la predicción del rendimiento clínico de los materiales de restauración dental.

Debido a estas ventajas que ofrece esta herramienta de estudio; en la actualidad algunos autores han optado por utilizar este sistema; tal es el caso de Zeiger y otros (2009), quienes realizaron un estudio sobre volumen de contracción de los composites con la utilización de tomografía dental, donde se obtuvo como resultados que las resinas poseían $2.66 \pm 0,59\%$ de contracción del material, ellos al realizar la reconstrucción de las imágenes en 3D mencionaron que el aumento del volumen de contracción; se debe a la

presencia de espacios o deficiencias del sellado marginal el cual pudo ser observado al seccionar las muestras, concluyendo que el uso de estas herramientas son eficaces para este tipo de investigaciones.

La eficacia de utilizar tomografías también se comprueba en el estudio realizado por Sun y Lin-Gibson (2008), quienes realizaron un análisis de resinas con diferentes compuestos como el Bis-GMA y TEGMA los cuales comprobaron que el primer compuesto posee menor contracción debido a su alto peso molecular por medio de la medición del tamaño y forma de las muestras, adicional a esto Zeiger y otros. (2009) también realizaron su investigación con imágenes tomográficas para realizar el análisis de la contracción del material encontrando que el aumento de la contracción se da por a la presencia de espacios o de burbujas dentro del material debido a su compactación, los cuales se pueden observar en las imágenes de las tomografías. Concluyendo que la utilización de imágenes tomográficas es útil para realizar investigaciones sobre el estado y propiedades del material.

Como se ha señalado para realizar nuestro estudio se realizaron tomografías con cada grupo, estas imágenes fueron obtenidas mediante un tomógrafo convencional diferendo de los estudios realizados por Hirata y otros. (2014), Sun y Lin-Gibson (2007), Zeiger y otros (2009), que indicaron que utilizaron microtomografías computarizadas (μ CT) brindan imágenes con una resolución óptima. Siendo esta una limitante de nuestro estudio, la cual se pudo sobrellevar mediante la utilización del software AMIRA 3D con el que se pudo realizar una reconstrucción de la imagen en 3D y por ende una analizar y realizar las medidas necesarias.

Este tipo estudios o de análisis es importante en la actualidad ya que permiten la utilización de la tecnología para ampliar el campo de la investigación en odontología, además los resultados encontrados permiten tener un mayor conocimiento sobre las resinas Bulk Fill ya que es un material relativamente nuevo y no posee muchas investigaciones o análisis de su comportamiento.

Para lo cual es necesario que se siga realizando investigaciones sobre el material no solo en el campo de la contracción sino en otras propiedades que posee este tipo de resina. Y además la implementación de tomografías en nuestros estudios sería muy importante para realizar estudios in-vivo o hacer seguimientos de este material a pacientes en boca.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones.

No existe una diferencia significativa del volumen de la resina incremental y la resina bulk fill utilizando independientemente del uso o no de un sistema adhesivo universal.

El volumen de contracción de las resinas convencionales con y sin sistema adhesivo es de 2.2275%.

Las resinas bulk fill con y sin sistema adhesivo presentan un volumen de contracción 1.8775 %.

Se concluye que el volumen de contracción entre los dos tipos de resina no es significativo existiendo una paridad estadística. En cambio, la utilización del adhesivo en la disminución del volumen de contracción es evidente ya que estadísticamente las muestras sin adhesivo 3,094% y las muestras con adhesivo 1,011%, presentaron una diferencia significativa. Dando como resultado que la utilización del adhesivo para disminuir la contracción es primordial.

8.2. Recomendaciones

Ejecutar más estudios sobre las resinas bulk fill y sus diferentes propiedades ya que es un material de reciente creación.

Incentivar a los estudiantes a realizar un correcto uso de los sistemas adhesivos

Utilizar tomografías para ejecutar diversos estudios o análisis in vivo.

Que la universidad adquiera un equipo para la realización de microtomografías

y licencia de Software de los programas que permitan realizar estos análisis como por ejemplo el programa AMIRA 3D que fue utilizado en este estudio.

REFERENCIAS

- Abbasi M., Moradi Z., Mansoureh M., Javad M., Rezaei S. (2018). "Polymerization Shrinkage of Five Bulk-Fill Composite Resins in Comparison with a Conventional Composite Resin". *J Dent (Tehran)*; Vol.15, No.6. Recuperado el 27 de agosto del 2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6399456/pdf/JOD-15-365.pdf>
- Anseth K., Goodnerl M., Reill M., Kannurpattil A., Newman S., Bowmanl C. (1996). "The Influence of Comonomer Composition on Dimethacrylate Resin Properties for Dental Composites". *J Dent Res August*; 75(8): 1607-1612. DOI: 10.1177/00220345960750081301
- Anusavice K. (2004). "Phillips Ciencia de los Materiales Dentales". *Undécima edición. Elsevier*, Madrid, pag. 402. Recuperado el 24 de junio del 2019 https://www.academia.edu/36411713/Ciencia_de_Los_Materiales_Dentales_Phillips?auto=download
- Benetti AR., Havndrup-Pedersen C., Honoré D., Pedersen MK., Pallesen U. (2015). "Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation". *Operative Dentistry*.40(2): 190-200. DOI:10.2341/13-324-L
- Bayne C. (2000). "Perspective: Our future in restorative dental materials". *J. Esthetic Dent.* (2000); 12:175-183. Recuperado el 12 de junio del 2019, <https://search.proquest.com/openview/f0f0eddec2a81b7a6b8c0b9b9041642c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=26445>
- Braga R., Ballester R., Ferracane J. (2005). "Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review". *Dent Mater*;21: 962-970. DOI: 10.1016/j.dental.2005.04.018
- Braga R, Ferracane J. (2004) "Alternatives in Polymerization Contraction Stress Management". *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.* 15(3): 176-184 DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572004000500002>

- Busato A., Valin R., Arossi G., Reichert L., Sonza Q., Melo G. (2007). "Métodos de fotopolimerização". *Stomatos*, 13, 24, pp. 45-52. Recuperado el 11 de junio del 2019, https://www.researchgate.net/publication/26508294_Metodos_de_fotopolimerizacao/link/572e6c9408ae3736095b1737/download
- Carrillo C., Monroy M. (2009). "Materiales de resinas compuestas y su polimerización" *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 65(4):10-17. Recuperado el 23 de junio del 2019. <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>
- Cedillo J. (2010). "Factor C en operatoria dental". *Revista ADM*; 67(2): 83-87. Recuperado el 11 de junio del 2019 <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od102g.pdf>
- Correia T., Da Silva R., Vieira M., De Souza H., Morais L., de Sousa D. (2017) "Linear polymerization shrinkage of Bulk Fill resins". *RFO, Passo Fundo*, v. 22, n. 3, p. 326-33. Recuperado el 23 de junio del 2019, <http://seer.upf.br/index.php/rfo/article/view/7733/114114137>
- Chaple A., Montenegro Y., Alvarez J. (2016). "Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización". *Revista Habanera de Ciencias Médicas*; 15(1):8-16 Recuperado el 11 de junio del 2019. <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v15n1/rhcm03116.pdf>
- Chen H., Manhart J., Hickel R., Kunzelmann K. (2001). "Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins". *Dent Mater*, 17: 253-259. DOI: 10.1016/s0109-5641(00)00079-8
- Chiang Y., Rosch P., Dabanoglu A., Lin C., Hickel R., Kunzelmann K. (2010) "Polymerization composite shrinkage evaluation with 3D deformation analysis from micro μ CT images". *Dent Mater*, 26: 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.09.013>
- Corral C., Vildósola P., Bersezio C., Alves Dos Campos E., Fernández E. (2015). "State of the art of bulk-fill resin-based composites: a review".

- Revista *Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 27(1): 177-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9>
- Czasch P., Ilie N. (2013). "In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites". *Clin Oral Investig*; 17(1): 227-235. DOI: 10.1007/s00784-012-0702-8
- Deliperi S., Bardwell D. (2000). "An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations". *JADA*. 133: 1387-1398. Recuperado el 21 de noviembre del 2019, <https://www.simonedeliperi.com/wp-content/uploads/2016/04/Otturazioni-bianche-post.pdf>
- El-Damanhoury HM., Platt JA. (2014). "Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites". *Operative Dentistry*. 39(4): 374-382. DOI: 10.2341/13-017-L
- Estrada M., Lopez B. (2017). "Dynamics of polymerization focused on reducing or preventing the stress of contraction of the current composite resins. Bibliographic review". *Revisión bibliográfica. Av. Odontoestomatología*; 33 (6): 261-272 recuperado el 12 de junio del 2019, https://www.researchgate.net/publication/328214321_Dynamics_of_polymerization_focused_on_reducing_or_preventing_the_stress_of_contraction_of_the_current_composite_resins_Bibliographic_review
- Fahl N. (2010). "Mastering Composite Artistry to create anterior masterpieces. Part 1". *Journal of Cosmetic Dentistry*: 26 (4): 56-68. Recuperado el 03 de Agosto del 2018, <http://www.fahl.com.br/images/drnewtonfahl/publicacoes/Mastering-Composite-Artistry-to-Create-Anterior-Masterpieces---Part-1.pdf>
- Ferracane J. (2008). "Placing dental composites-a stressful experience". *Oper Dent*, 33 (3): 247-257. Recuperado el 19 de noviembre del 2019. <https://www.jopdentonline.org/doi/pdf/10.2341/07-BL2>
- Fong H., Dickens S., Flaim G. (2005). "Evaluation of dental restorative composites containing polyhedral oligomeric silsesquioxane

- methacrylate". *Dent Mater*, 21; 520-9. DOI: 10.1016/j.dental.2004.08.003
- Fortin D., Vargas M. (2000), "The spectrum of composites: New techniques and materials". *J AM Dent Assoc.* 131(1): 26-37. DOI:10.14219/jada.archive.2000.0399
- Furness A., Yousef M., Looney S., Rueggeberg F. (2014) "Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites". *Journal of Dentistry.* 42(4): 439-449. DOI: 10.1016/j.jdent.2014.01.005
- García D., Yaman P., Dennison J., Neiva G. (2014). "Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins". *Operative Dentistry*: Vol. 39, No. 4, pp. 441-448. DOI: 10.2341/12-484-L
- Geurtsen W. (2000). "Biocompatibility of resin-modified filling materials". *Crit Rev Oral Biol Med*; 11(3): 333-355. DOI: 10.1177/10454411000110030401
- Hervás A., Martínez M., Cabanes J., Barjau A., Fos P. (2006). "Composite resins. A review of the materials and clinical indications". *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 11(2): E215-220. Recuperado el 11 de febrero del 2019 http://www.medicinaoral.com/pubmed/medoralv11_i2_p215.pdf.
- Hernández M. (2004). "Aspectos prácticos de la adhesión dentina". *Av. Odontoestomatol*, 20-1: 19-32. Recuperado el 14 de noviembre del 2019 de: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n1/original2.pdf>
- Hirata R., Clozza E., Giannini M., Farrokhmanesh E., Janal M., Tovar N., Bonfante A., Coelho P. (2014) "Shrinkage assessment of low shrinkage composites using micro-computed tomography", *Journal of biomedical materials research Part B, Applied biomaterials.* 103(4): 798-806. DOI: 10.1002/jbm.b.33258
- Hu X., Marquis M., Shortall C. (2003). "Influence of filler loading on the two-body wear of a dental composite". *J. Oral Rehabil*; 30:729-737. DOI: 10.1046/j.1365-2842.2003.01068.x

- Ilie N., Bucuta S., Draenert M. (2013), "Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance". *Operative Dentistry*. 38(6): 618-625. DOI: 10.2341/12-395-L
- Ilie N., Stark K. (2014). "Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites". *Journal of Dentistry*; 42(8), 977-985. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.012>
- International Organization for Standardization. (2009) "ISO 4049:2009 Dentistry-Polymer-based restorative materials". Ginebra: ISO. Recuperado el 17 de mayo del 2019, <https://www.sis.se/api/document/preview/911521/>
- Jang J., Park S., Hwang I. (2015). "Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin". *Operative Dentistry*. 40(2): 172-180. DOI: 10.2341/13-307-L
- Kim R., Son S., Hwang J., Lee I., Seo D. (2015). "Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill composite". *Journal of Dentistry*; 43(9), 1093-1098. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2015.07.003>
- Kleverlaan C., Feilzer A. (2005). "Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites". *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*. 21(12): 1150-1157. DOI: 10.1016/j.dental.2005.02.004
- Macorra J. (1999). "La contracción de polimerización de los materiales restauradores a base de resinas compuestas". *Odontología Conservadora*. 2(1): 24-35. Recuperado el 29 de septiembre del 2018, https://eprints.ucm.es/5045/1/La_contraccion_de_polimerizacion_de_los_materiales_restaura.pdf
- Macchi R. (2007). "Materiales dentales" 4º Edición, Editorial Medica Panamericana, Cap. 5, pp. 91-98. Recuperado el 25 de marzo del

2013,

<https://www.academia.edu/36807813/Macchi.Materiales.Dentales.4ta.Ed>

- Manhart J., Garcia, F., Hickel., R. (2002) "Direct posterior restoration: Clinical result and new developments". *Am J. Dent.*; 46:303-339. DOI: 10.1016/s00118532(01)00010-6
- Malaga J. (2016). "Additional curing techniques in evaluating microhardness in a composite resin of nanoparticles". *KIRU*; 13(1) 51-59. Recuperado el 17 de mayo del 2019, <https://docplayer.es/83942423-Tecnicas-de-fotopolimerizacion-complementaria-en-la-evaluacion-de-la-microdureza-en-una-resina-compuesta-de-nanoparticulas.html>
- Moorthy A., Hogg C., Dowling A., Grufferty B., Benetti A., Fleming G. (2012). "Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials". *J Dent*, 40(6): 500-505. DOI: 10.1016/j.jdent.2012.02.015
- Moszner N., Fischer U., Ganster B., Liska R., Rheinberger V. (2008). "Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials". *Dent Mater*, 24(7): 901-907. DOI: 10.1016/j.dental.2007.11.004
- Orozco R., Álvarez C., Guerrero J. (2015). "Light-polymerization of composite resins through different thicknesses of dental tissue". *Revista Odontológica Mexicana*; vol. 19, Num. 4, pp. 222-227. Recuperado el 31 de enero del 2019. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rom/v19n4/1870-199X-rom-19-04-00222-en.pdf>
- Pacheco F., Gehrke L., Ruiz P., Gainza P. (2015). "Evaluación de la adaptación interna de resinas compuestas: Técnica incremental versus bulk-fill con activación sónica". *Avances En Odontoestomatología*, 31(5): 313-321. DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S0213-2852015000500004>
- Park J., Chang J., Ferracane J., Bog Lee I. (2008). "How should composite be

- layered to reduce shrinkage stress: Incremental or bulk filling". *Dental Materials*. 24(11): 1501-1505. DOI: 10.1016/j.dental.2008.03.013
- Petrovic L., Drobac M., Stojanac I., Atanackovic T. (2010). "A method of improving marginal adaptation by elimination of singular stress point in composite restorations during resin photo-polymerization". *Dental Materials*. 26(5): 449-455. DOI: 10.1016/j.dental.2009.11.160
- Reis A., Loguercio A., (2012). "Materiales dentales directos de los fundamentos a la aplicación clínica". Sao Paulo, Brasil: *Livraria Santos*. cap. 5, pag 137-179.
- Rueggeberg F., Caughman W., Curtis J., Davis H. (1993). "Factors affecting cure at depths within light activated resin composites". *Am J. Dent.*; 6:91-95. Recuperado el 18 de noviembre del 2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8397991>
- Roggendorf M., Krämer N., Naumann M., Frankenberg R. (2011). "Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite". *Journal of Dental Research*; 39(10): p. 643-647. DOI: 10.1016/j.jdent.2011.07.004
- Rodríguez D., Pereira N., (2007). "Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas" *Acta Odontológica Venezolana*, .46 (3), 1-18 Recuperado el 17 de mayo del 2019 http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aov/article/view/4345/4160
- Shamszadeh S., Seyede M., Hasani E., Ahmad A., Panahandeh N. (2016). "Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to Coffee/Water immersion". *International Journal of Dentistry*, Vol. 2016, Article ID 7186140, 5 pag. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7186140>
- Sarrett D., (2005). "Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations". *Dent Mater*. 21(1): 9-20. DOI: 10.1016/j.dental.2004.10.001
- Santos T., Raimundo R., Arias A., Oliveira E., Frazão M., Amorim A. (2010).

“The use of cone beam computed tomography in dentistry”. *Odontol. Clín.-Cient.*, Recife, 9 (4) 303-306, Recuperado el 19, de noviembre del 2019, <http://revodontobvsalud.org/pdf/occ/v9n4/a05v9n4.pdf>

Software Thermo Scientific, (2019). “Amira for Life Sciences 3D/4D+ visualization and analysis software” Berlin; Thermo Fisher Scientific Recuperado el 14 de mayo del 2019: <https://www.fei.com/software/amira/>

Swapna M., Koshy S., Kumar A., Nanjappa N., Benjamin S., Nainan M. (2015). “Comparing marginal microleakage of three bulk fill composites in class II cavities using confocal microscope: An in vitro study”. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(5), 409-413. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.164058>

Sun J., Lin-Gibson S. (2008). “X-ray microcomputed tomography for measuring polymerization shrinkage of polymeric dental composites”. *Dent Mater.* 24 (2): 228-234, DOI: 10.1016/j.dental.2007.05.001

Tiba A., Zeller G., Estrich C., Hong A. (2013). “A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment fill resin-based-composites”. *American Dental Association. The Journal of the American Dental Association*; 8(3): 13-26. DOI: 10.14219/jada.archive.2013.0040

Versluis A., Tantbirojn D., Douglas W. (1998). “Do Dental Composites Always Shrink Toward the Light?”. *J Dent Res* 77(6): 1435-1445. DOI: 10.1177/00220345980770060801

Yazici AR, Baseren M, Dayangaç B. (2003). “The effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities”. *Oper Dent.*, 28(1):42–6. Recuperado el 16 de agosto del 2019, <https://www.jopdentonline.org/doi/pdf/10.2341/1559-2863-28-1-1#page=44>

Zeiger D., Sun J., Schumacher G., Lin-Gibson S. (2009). “Evaluation of dental composite shrinkage and leakage in extracted teeth using X-ray microcomputed tomography”. *Dent Mater*, 25:1213–1220. DOI:

10.1016/j.dental.2009.04.007

Zimmerli B., Strub M., Jeger F., Stadler O., Lussi A. (2010), "Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review". *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*. 120 (11): 972-986. Recuperado el 03 de agosto del 2018, https://www.sso.ch/fileadmin/upload_sso/2_Zahnaerzte/2_SDJ/SMfZ_2010/SMfZ_11_2010/smfz_11_2010_research1.pdf

Zorzin J., Maier E., Harre S., Fey T., Belli R., Lohbauer U., Petschelt A., Taschner M. (2015). "Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing". *Dental Materials* 31(3): 293-301. DOI: 10.1016/j.dental.2014.12.010

3M ESPE. (2012) "Filtek Bulk Fill Flowable Restorative, Technical Product Profile". Recuperado el 03 de febrero del 2019, <http://multimedia.3m.com/mws/media/792321O/filtek-bulk-fill-flowable-restorative-technical-product-profile.pdf/>

ANEXOS

Fotografías

Figura 6: Terceros molares extraídos



Colocación de ionomero de vidrio Ketac™ Molar Easymix

Figura 7: Materiales para obturación del ápice radicular.



Figura 8: Mezcla del ionómero de vidrio



Figura 9: Obturación de ápice.



Fabricación de sócalo

Figura 10: Yeso para fabricación de sócalos.



Figura 11: Terceros molares en sócalos.



Confección de cavidad Clase I

Figura 12: Materiales para confección de las cavidades clase I.



Figura 13: Confección de las cavidades clase I.



Figura 14: Cavidades clase I.



Restauración con resina convencional y Bulk fill

Figura 15: Material e instrumental para restauración.



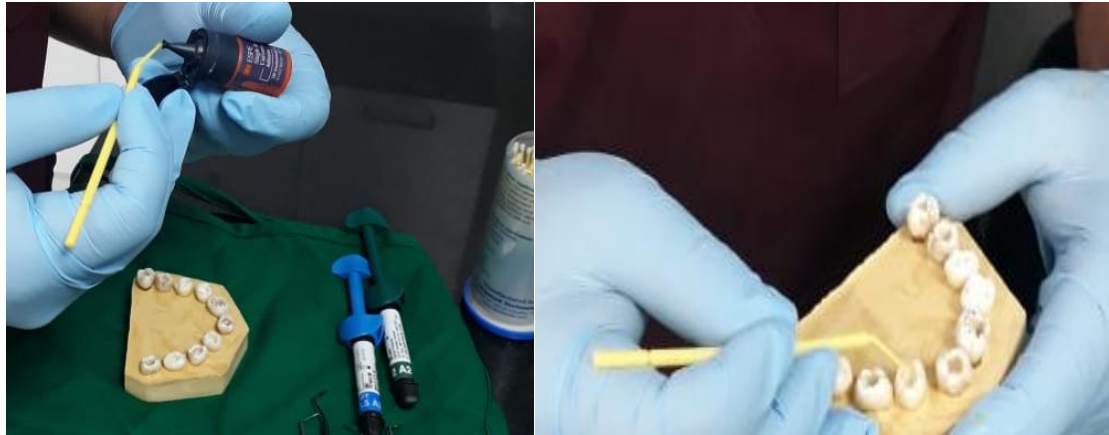
Acondicionamiento

Figura 16: Aplicación de ácido ortofosfórico 3M.



Colocación de sistema adhesivo universal 3M

Figura 17: Aplicación de adhesivo.



Restauración con resinas

Figura 18: Restauración de las cavidades.

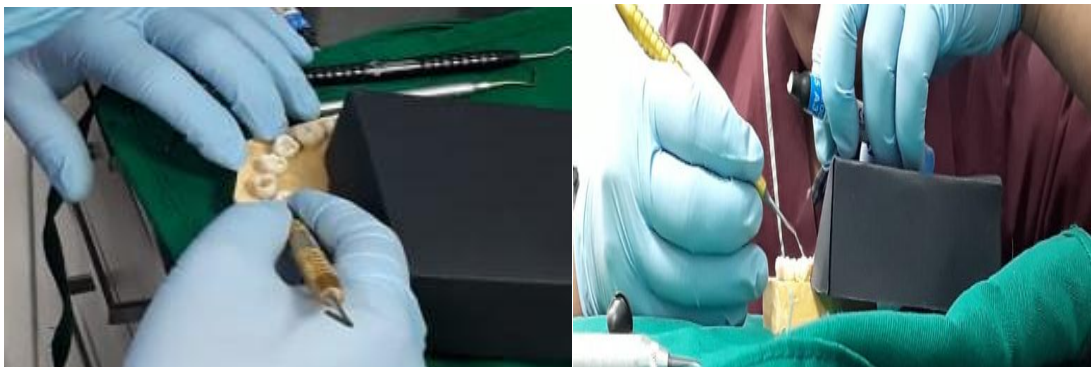


Figura 19: Fotocurado de las restauraciones.



Figura 20: Restauraciones finales.



Colocación en tomógrafo

Figura 21: Ubicación de los modelos en tomógrafo.

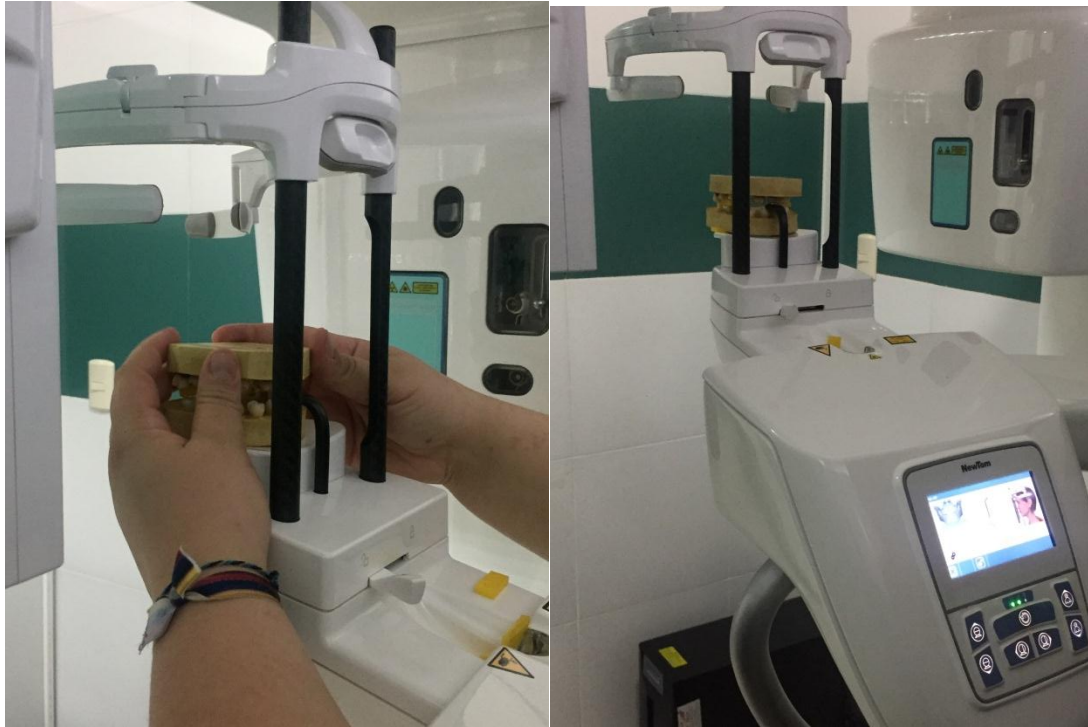
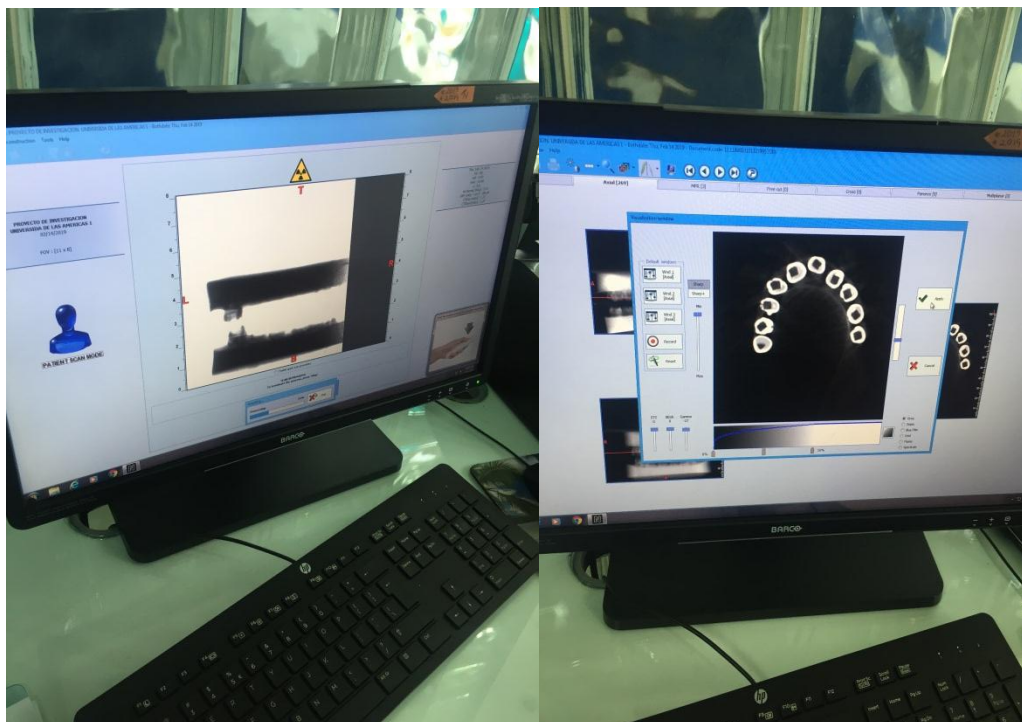


Figura 22: Ejecución de toma tomográfica.



Figura 23: Tomografía de las muestras.



ANÁLISIS DE LA TOMOGRAFÍA EN PROGRAMA AMIRA 3D

Figura 24: Tomografía en Amira 3D.

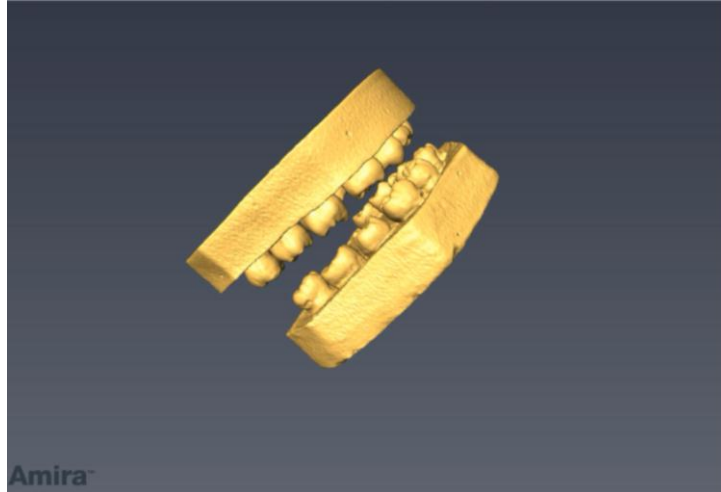


Figura 25: División de las arcadas en Amira 3D.

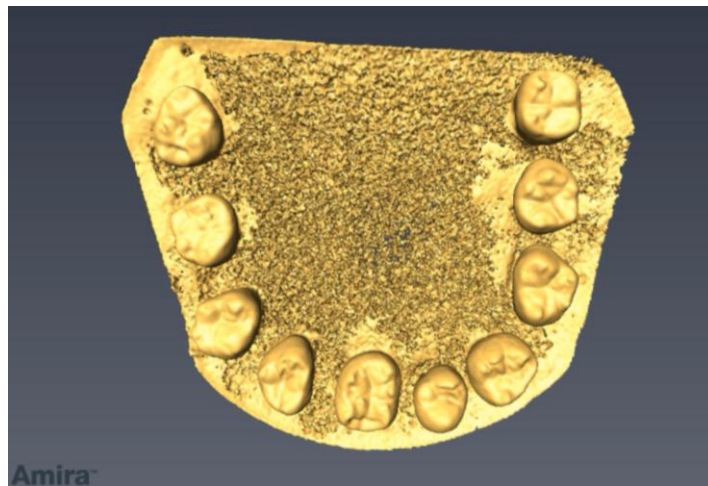


Figura 26: Muestras de las resinas por arcada.



Figura 27: Recorte de la muestra en Amira 3D.

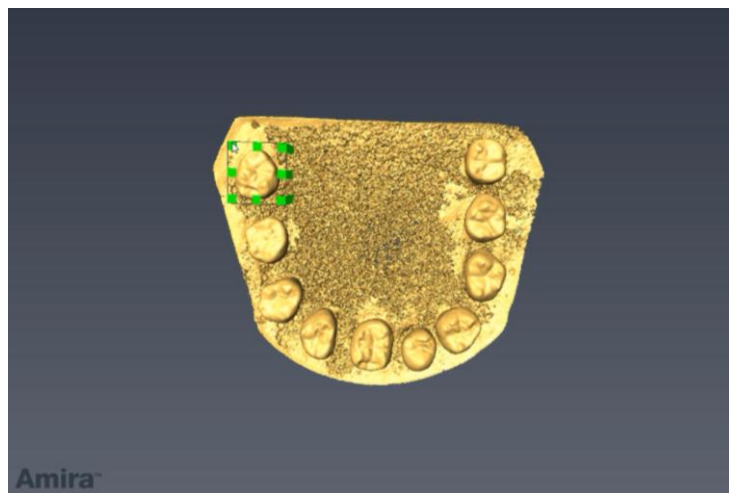


Figura 28: Muestra individual

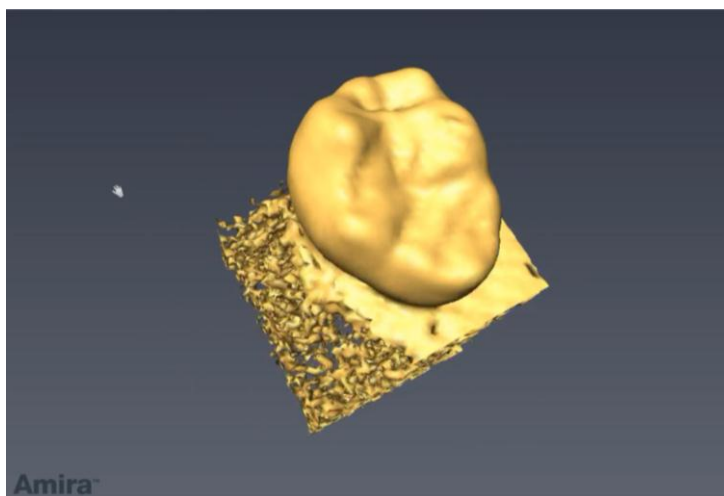


Figura 29: Resina para análisis de volumen

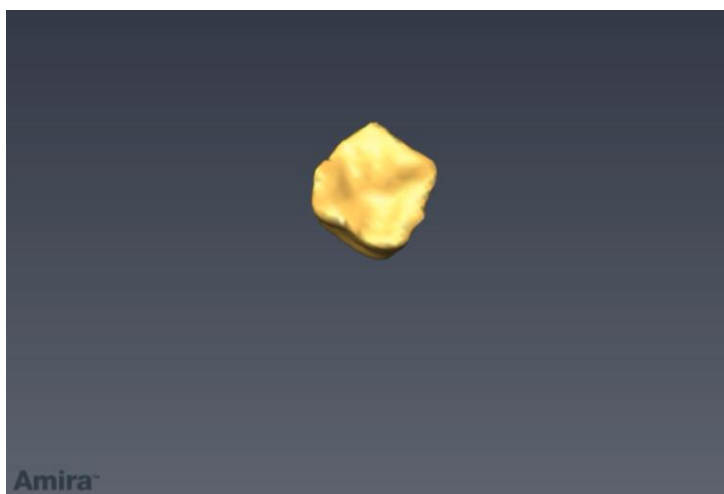


Figura 30: Superposición de imágenes

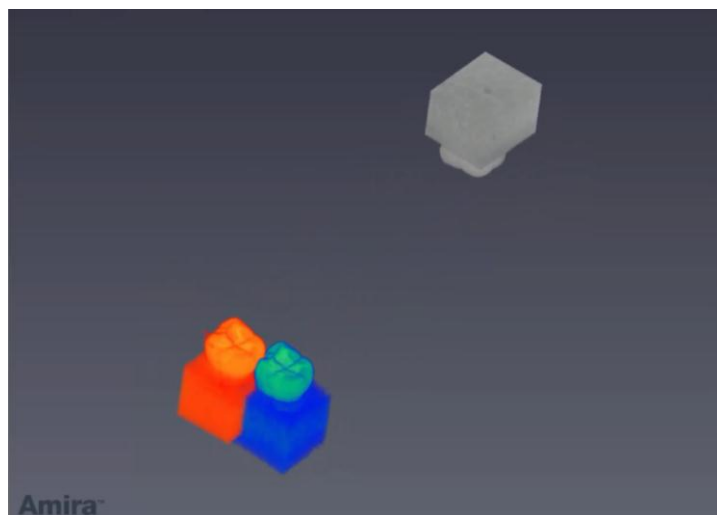


Figura 31: Superposición de imágenes 2

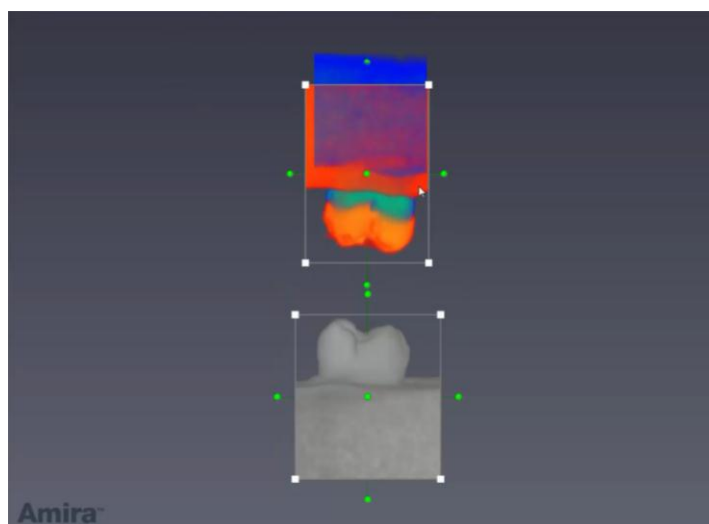


Figura 32: Superposición de imágenes 3.

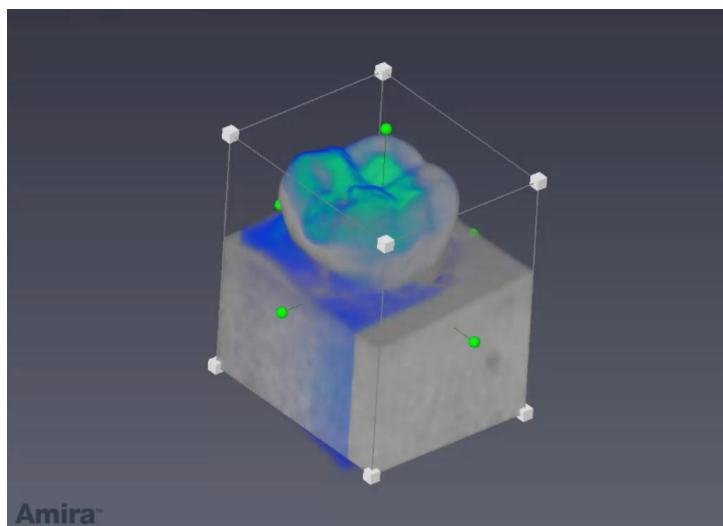
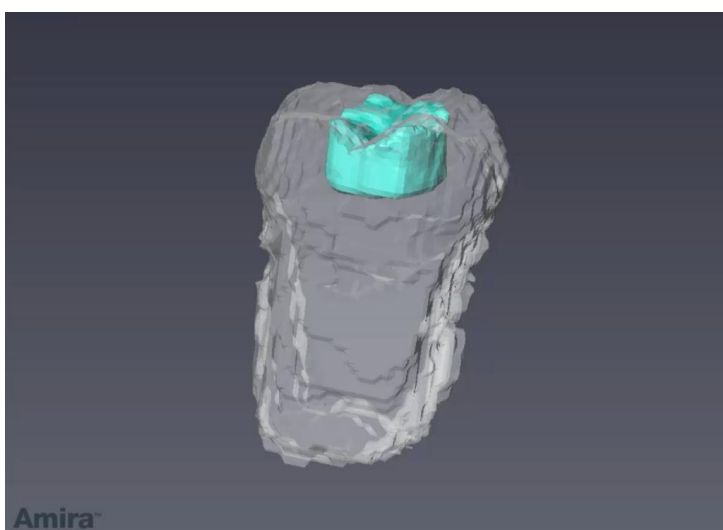


Figura 33: Imagen superpuesta



ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE LAS MUESTRAS EN AMIRA 3D

Figura 34: Selección del material Amira 3D

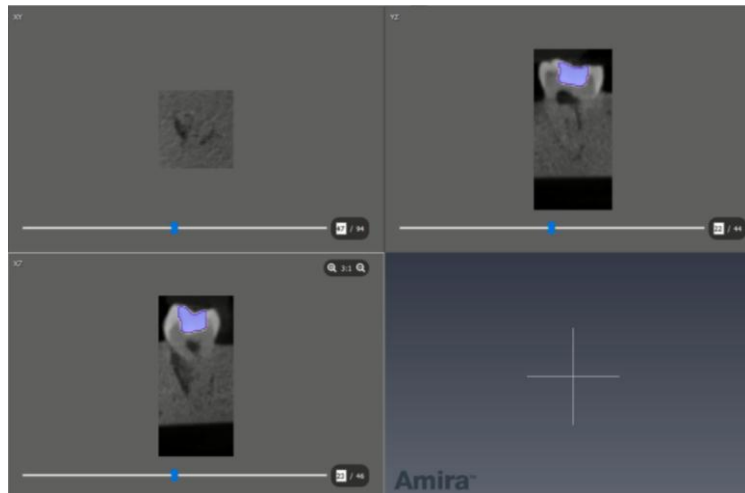


Figura 35: Análisis en 3D del material.

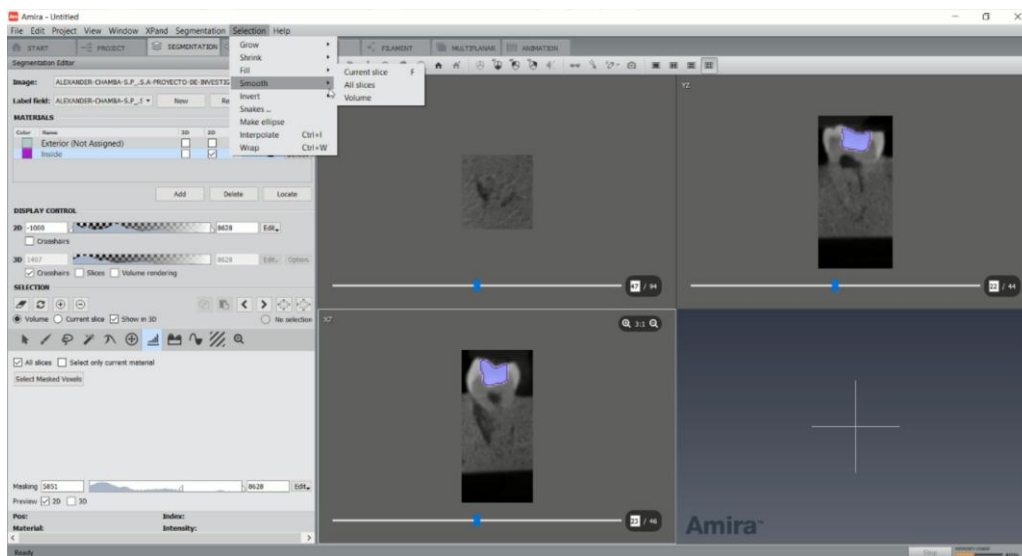


Figura 36: Análisis en 3D del material 2.

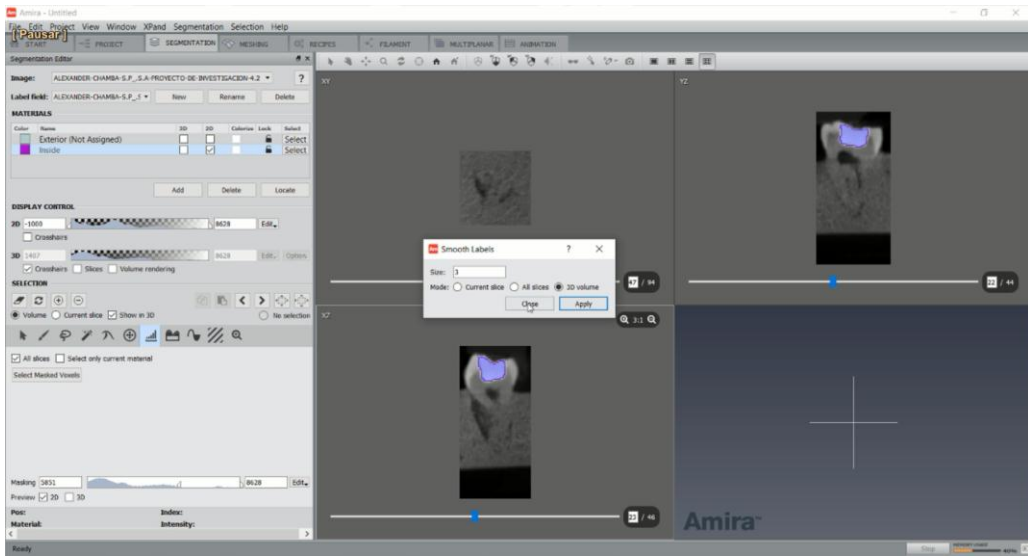


Figura 37: Análisis en 3D del material 3.

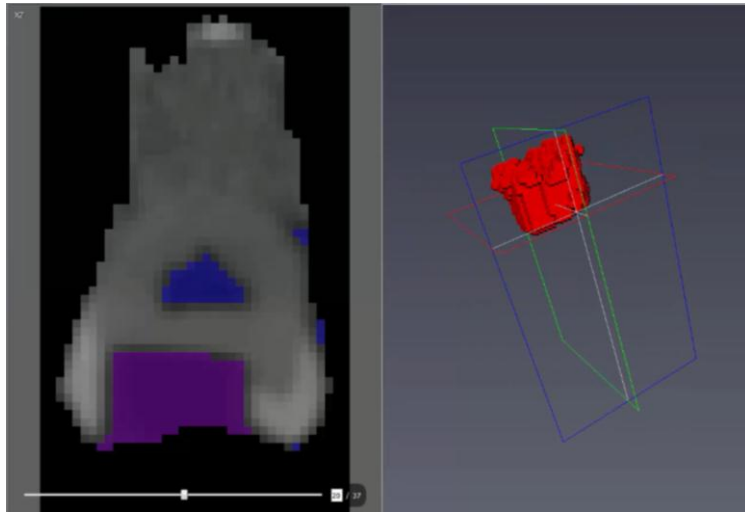


Figura 38: Segmentación del material 2.

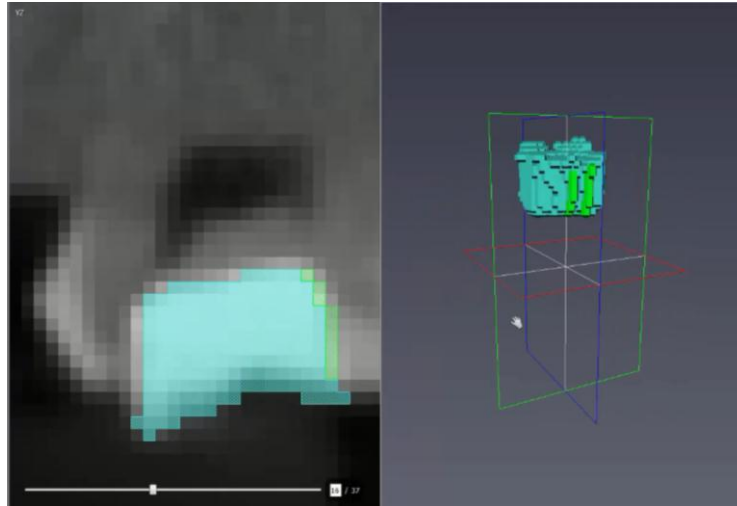


Figura 39: Resultados del análisis del material con la herramienta material statistics.

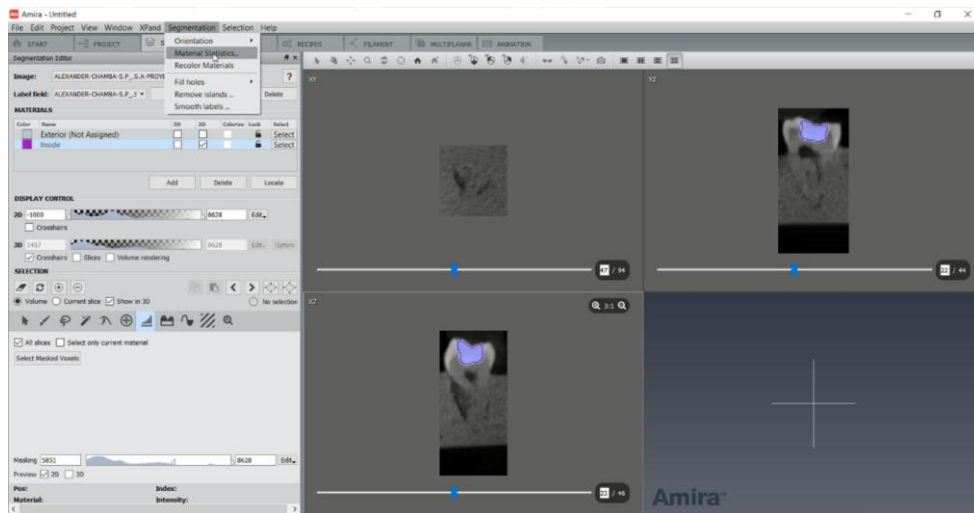


Figura 40: Resultado del volumen del material.

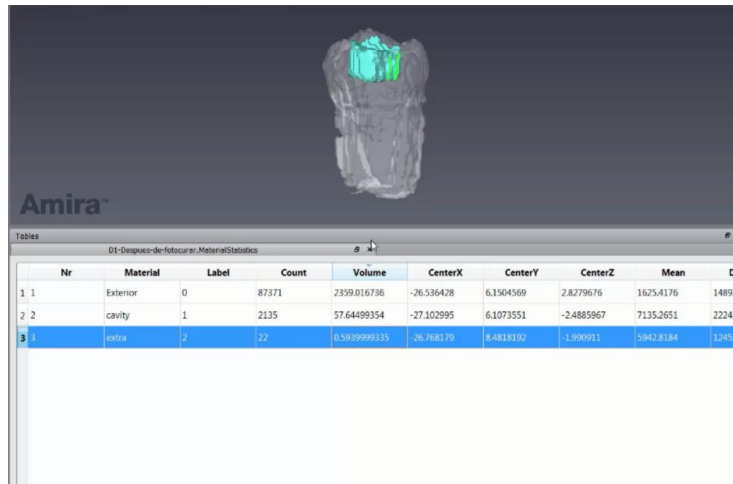


Figura 41: Resultado del volumen del material.

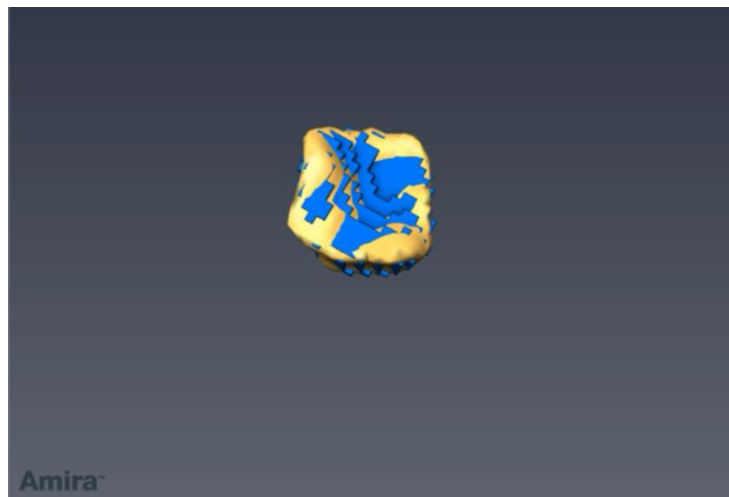


Figura 42: Grafico de normalidad de datos

Gráficas de residuos para CONTRACCION

