



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA
DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MEDICINA ORAL
ÁREA DE OPERATORIA Y ÁREA DE RADIOLOGÍA**

**“RADIOPACIDAD DE MATERIALES RESTAURADORES APLICADOS EN
RESTAURACIONES SIMULADAS”**

Paulina Belén Vilches San Martín

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Juan Estay Larenas

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dra. Camila Corral Núñez

Prof. Dra. Sylvia Osorio Muñoz

ASESOR

Prof. Dr. Roque Arias Fredes

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 01/017 “EVALUACIÓN DE LA RADIOOPACIDAD
DE MATERIALES DENTALES RESTAURADORES”**

Santiago – Chile

2018



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA
DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MEDICINA ORAL
ÁREA DE OPERATORIA Y ÁREA DE RADIOLOGÍA**

**“RADIOPACIDAD DE MATERIALES RESTAURADORES APLICADOS EN
RESTAURACIONES SIMULADAS”**

Paulina Belén Vilches San Martín

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Juan Estay Larenas**

**TUTORES ASOCIADOS
Prof. Dra. Camila Corral Núñez
Prof. Dra. Sylvia Osorio Muñoz**

**ASESOR
Prof. Dr. Roque Arias Fredes**

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 01/017 “EVALUACIÓN DE LA RADIOOPACIDAD
DE MATERIALES DENTALES RESTAURADORES”**

**Santiago – Chile
2018**

“Todos tus sueños pueden hacerse realidad, si tienes el coraje de perseguirlos”

- Walt Disney

AGRADECIMIENTOS

El final de un largo y difícil camino llegó, quiero dar infinitas gracias a todos los que compartieron este camino conmigo, a los que estuvieron en cada alegría y en cada tropiezo.

A mis papás, porque si no fuera por ustedes hubiese sido imposible llegar hasta acá y ser quien soy ahora. Admiro su esfuerzo y dedicación, su apoyo y amor incondicional, porque sé que su camino para ser profesionales fue mucho más difícil que el mío y gracias a ustedes hoy tengo todo lo que podría tener y más.

Yuki, soportaste todas mis caídas, tropiezos y frustraciones, viviste este camino conmigo al 100%, siempre estuviste ahí para lo que fuera y sé que tu amor incondicional y tu paciencia infinita estarán siempre.

Papi chico, estuviste conmigo en todas, mil gracias por preocuparte de que nunca me faltara nada, fuiste lejos el mejor profesor cuando me ayudabas a estudiar. Gracias por enseñarme que en la vida hay que ser perseverante para lograr lo que uno quiere y que todo conlleva un gran esfuerzo.

Kuttschie, gracias por siempre ser mi amiga y partner, por la complicidad que nos caracteriza y que nadie más entiende y por siempre sacarme una sonrisa.

A mi Lumpen, Nati, Cata, Mery, Fran, Diego, Kencia, Da y Nicole por ser mi familia elegida tanto en la universidad como en la vida, lejos lo mejor de este camino, gracias por estar desde el principio de los tiempos y sé que van a estar siempre en las buenas y en las malas.

A mis amigos "V", por compartir todos los laboratorios, seminarios, preclínico, clínica y estar ahí hasta el final para pasar las penas y reírnos de nuestras desgracias.

A mis tutores, Dr. Juan Estay, Dra. Camila Corral y Dra. Sylvia Osorio, muchas gracias por el apoyo, la excelente disposición y compromiso por hacer posible este trabajo.

A laboratorio Beraudent, Dentsply, 3M y VOCO por su disposición a brindarme los materiales y ayuda para realizar este estudio.

ÍNDICE

I. RESUMEN	7
II. MARCO TEÓRICO	8
II.1. RESINAS COMPUESTAS	11
II.1.1 RESINAS COMPUESTAS DIRECTAS	13
II.1.2 RESINAS COMPUESTAS INDIRECTAS	16
III. HIPÓTESIS	21
IV. OBJETIVOS	21
IV.1. OBJETIVO GENERAL	21
IV.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
V.1. TIPO DE ESTUDIO	22
V.2. GRUPOS EXPERIMENTALES	22
V.3. PREPARACIÓN DE LOS CUERPOS DE PRUEBA	23
V.4. EXAMEN RADIOGRÁFICO	27
V.5. EVALUACIÓN DE LA RADIOPACIDAD	27
V.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
VI. RESULTADOS	32
VI.1 RADIOPACIDAD DE MATERIALES RESTAURADORES	32
VI.2. VALORES DE GRISES DE LOS MATERIALES RESTAURADORES	32
VI.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS GRUPOS ESTUDIADOS MEDIANTE PRUEBA DE MANN-WITHNEY	33
VI.4. ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA	34
VII. DISCUSIÓN	36
VIII. CONCLUSIÓN	43
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

I. RESUMEN

Introducción: Los materiales de restauración utilizados en odontología presentan una amplia gama de radiodensidades, los cuales deben ser diferentes a las del esmalte y dentina, para que sea posible su diferenciación en la imagen radiográfica. Existen materiales restauradores directos e indirectos, los que poseen diferentes radiopacidades, no obstante los estudios son escasos sobre este tema en la literatura. El objetivo de esta investigación fue comparar los niveles de radiopacidad de materiales de restauración directa (Sure Fil, Filtek Bulk-fil, X-tra Fil, X-tra Base) e indirecta (Signum, Vita VM, In:Joy) y su influencia en el rendimiento radiográfico para la evaluación de las condiciones de la restauración.

Materiales y Métodos: Este trabajo consistió en un estudio experimental *in vitro*. Se confeccionaron cavidades con medidas estandarizadas en dientes de marfilina y se restauraron con materiales directos e indirectos. Las muestras fueron radiografiadas junto a una cuña de Aluminio, escalonada de 1 a 10 mm. Posteriormente, las imágenes fueron analizadas mediante software computacional, determinando el valor en escala de grises de las muestras y su equivalencia en mm de Aluminio. Los datos fueron analizados para determinar la radiopacidad de los materiales y compararlos entre sí. Además se realizó un análisis cualitativo, en el cual se aplicó una encuesta a 10 odontólogos para determinar sus apreciaciones sobre la radiopacidad de las restauraciones observadas en las imágenes radiográficas. **Resultados:** La radiopacidad equivalente en mm de Aluminio fue de $16,05 \pm 2,1$ mm para Sure Fil; $12,04 \pm 2,2$ mm para Filtek Bulk-fil; $16,94 \pm 1,8$ mm para X-tra Fil; $14,78 \pm 1,7$ mm para X-tra Base; $45,11 \pm 10,6$ mm para Signum; $4 \pm 1,7$ mm para Vita VM; $3,26 \pm 0,9$ mm para In:Joy; $45,18 \pm 4,7$ mm para Amalgama (control positivo) y $3,48 \pm 1,1$ mm para el control negativo. Signum fue el que mostró mayor valor de radiopacidad e In:Joy el valor menor. En la encuesta, el material con mejor evaluación de los parámetros fue Sure Fil. **Conclusiones:** Existen diferencias en la radiopacidad entre los distintos materiales (directos e indirectos) y ésta afecta su rendimiento radiográfico.

II. MARCO TEÓRICO

El examen radiográfico representa una valiosa herramienta diagnóstica complementaria para la mayoría de las disciplinas odontológicas y especialidades médicas. En odontología, la imagen radiográfica tiene un valor integral en la pesquisa y seguimiento de patologías, el estudio de enfermedades periodontales, lesiones óseas, como también evaluación de restauraciones dentales. Las imágenes radiográficas logran obtener datos que son difíciles de identificar y valorar clínicamente (Dukic, W. y cols, 2012).

En Odontología Restauradora por ejemplo, la radiología dental convencional tiene una larga trayectoria como examen complementario, tanto en las etapas de diagnóstico y de planificación del tratamiento, como también en los controles posteriores. Sin embargo, a pesar del innegable valor del examen radiográfico convencional en la práctica odontológica, éste presenta importantes limitaciones, entre las cuales la principal y más importante corresponde a que la radiografía es una representación bidimensional de una estructura real que es tridimensional, lo cual disminuye el rendimiento diagnóstico de la exploración de un sector dentoalveolar determinado (Martínez, N. y cols, 2010).

Otras de las limitaciones de la radiografía plana corresponden a la sobreproyección de estructuras. Un ejemplo de esto se puede dar al evaluar la homogeneidad de una restauración con porosidades realizando la técnica bite wing, la cual pudiese dar como resultado una aparente homogeneidad en la imagen radiográfica sin posibilidades de identificar dichas porosidades debido a los fenómenos de sumación radiográfica (Herrera, A., 2013). Por otro lado, también como resultado de la sobreproyección de estructuras y dependiendo de la angulación del haz de Rayos X, podemos tener un menor rendimiento en la evaluación radiográfica de restauraciones, así como también de lesiones de caries, entre otros (Dukic, W. y cols, 2012; Saridag S. y cols, 2015).

En relación a la formación de la imagen radiográfica y la obtención de las distintas densidades que representan las estructuras en estudio, intervienen

diversos factores, los cuales van a favorecer o a disminuir la probabilidad de absorción diferencial de los fotones de Rayos X y con ello el nivel de radiopacidad/radiolucidez de las estructuras. Los factores que determinan la mayor o menor absorción de Rayos X se pueden dividir en aquellos dependientes de la estructura a radiografiar y aquellos dependientes de la calidad del haz de Rayos X (Whaites, E., 2008).

Los factores dependientes de la estructura a radiografiar corresponden al grosor de ésta, su densidad de masa y número atómico. Cuanto más alto sea el número atómico (Z) del elemento añadido al material y mayor sea su concentración, mayor será el grado de radiopacidad del material (Kapila, R. y cols., 2015; Whaites, E., 2010). La calidad del haz de Rayos X está determinada exclusivamente por el Kilovoltaje (Zavaglia, D. & Palacios, M., 2000).

Además, cabe destacar que existen otros factores que pueden modificar la calidad de la imagen radiográfica, determinando un mayor o menor ennegrecimiento de ésta, influyendo por ende en su rendimiento diagnóstico en la evaluación de las condiciones de una restauración. Entre estos factores se encuentran el sistema de procesamiento de la radiografía análoga, el tipo de sensor en radiología digital, distancia del objeto al receptor de imagen y los parámetros de configuración del equipo, es decir, tiempo de exposición y mA (Yasa E. y cols., 2015).

Los materiales de restauración utilizados en odontología presentan una amplia gama de radiodensidades, especialmente aquellos aplicados en dientes posteriores (Espelid, I. y cols, 1991; Gul P. y cols, 2017), los cuales deber ser distintas a las del esmalte y dentina, para que sea posible su diferenciación en la imagen radiográfica. Los materiales restauradores no deben poseer una muy alta o muy baja radiodensidad, ya que puede reducir la capacidad de detectar lesiones de caries asociadas a restauración y otros defectos (Espelid, I. y cols. 1991; Hara, A. y cols. 2001; Saridag, S., 2015). Por esta razón, los materiales dentales restauradores deben tener una radiopacidad, que esté ligeramente por sobre la radiopacidad del tejido dental reemplazado (Pekkan, G. y cols. 2016).

Para establecer y comparar el grado de radiopacidad de los materiales dentales restauradores existen normas estandarizadas, otorgadas por la International Organization for Standardization (ISO), la cual establece requisitos que éstos deben cumplir, tal como ser equivalentes a un determinado espesor de Aluminio. Sin embargo estos requisitos varían de acuerdo a la aplicación clínica del material (ISO 4049: 2009). Para medir la radiopacidad de un material se utiliza una matriz escalonada de Aluminio puro ($\geq 98\%$ Al) como estándar de referencia, según la ISO y la American Standard Institute/American Dental Association. La radiopacidad de la dentina es aproximadamente equivalente a la del Aluminio del mismo grosor y el esmalte tiene el doble de radiopacidad del Aluminio del mismo grosor (Kapila, R. 2105; Tarcin, B. y cols 2106)

El nivel de radiopacidad se puede medir y objetivar mediante cuerpos de prueba, los cuales consisten en discos de $1 \pm 0,1$ mm de espesor del material a evaluar, los que posteriormente se radiografían y se comparan con la matriz escalonada de Aluminio (Raitz R., Moruzzi D., Vieira G., 2016). A pesar de que esta metodología permite evaluar si los materiales cumplen con los requisitos exigidos por las respectivas normativas, no representa la realidad en la práctica clínica, ya que la evaluación de un disco con medidas estándar de material homogéneo no es comparable con una restauración en un paciente, ya que ésta varía en tamaño y morfología, dependiendo de la extensión/profundidad de la lesión de caries y del tipo de material utilizado en la restauración.

En la atención odontológica es muy frecuente utilizar materiales restauradores para reemplazar tejido dentario perdido (por caries, trauma dentario, erosión, abrasión, entre otros). Actualmente, uno de los más utilizados para restaurar el sector posterior son las resinas compuestas, las que tienen variados valores de radiopacidad (Saldarriaga, O. y cols, 2003; Baratieri L. y cols, 2001).

II.1. RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas son materiales de restauración ampliamente utilizados por sus propiedades estéticas y mecánicas, ya que poseen propiedades ópticas similares a las de los dientes naturales y por su excelente adhesión a los tejidos dentales, tales como el esmalte (Yildirim, T. y cols., 2016).

Las primeras resinas que se utilizaron eran acrílicas, las cuales tenían propiedades deficientes en cuanto a color y manipulación, además de una baja resistencia al desgaste y una elevada contracción de polimerización, por lo tanto se producía una gran brecha marginal (Hervás-García, A. y cols, 2006).

Actualmente, las propiedades físicas, mecánicas y estéticas, y el comportamiento clínico de las resinas compuestas dependen de su estructura. Básicamente, éstas se componen de tres materiales químicamente diferentes: la matriz orgánica o fase orgánica; la matriz inorgánica, el relleno o la fase dispersa; y un agente de acoplamiento o silano para unir la resina orgánica y el relleno (Hervás-García, A. y cols, 2006). Las diferentes proporciones y variabilidad química de estos componentes permiten que existan variados tipos de resinas con distintas propiedades e indicaciones (Pereira, N., 2008).

La matriz orgánica está constituida por un sistema de monómeros mono, di o tri-funcionales, un sistema iniciador de la polimerización de los radicales libres, un sistema acelerador que actúa sobre el iniciador, un sistema de estabilizadores o inhibidores para maximizar la durabilidad del producto antes de la polimerización y su estabilidad química posterior y absorbentes de la luz ultravioleta para otorgar estabilidad de color (Hervás-García A. y cols., 2006; Rawls, HR. y Esquivel-Upshaw, J., 2004).

Dentro del sistema de monómeros, el más utilizado el Bis-GMA solo o asociado a dimetacrilato de uretato (UDMA), los que son de alto peso molecular y por lo tanto altamente viscosos, por lo que se diluyen con otro monómeros de baja viscosidad (bajo peso molecular) como el etilenglicol-dimetacrilato (EGDMA), el

trietilenglicoldimetacrilato (TEGDMA) o el dimetacrilato de uretano (UDMA) para facilitar la fabricación y manipulación clínica (Hervás-García A. y cols, 2006; Manhart, J. y cols, 2000).

La matriz o relleno inorgánico provee las propiedades físicas y mecánicas a la resina compuesta, dependiendo de la naturaleza y la cantidad incorporada del mismo. El relleno reduce el coeficiente de expansión térmica, disminuye la contracción final de polimerización, proporciona radiopacidad, mejora la manipulación e incrementa la estética. Las partículas de relleno más utilizadas son las derivadas del cuarzo como dióxido de silicio, borosilicatos y aluminosilicatos de litio. Muchas resinas reemplazan parcialmente el cuarzo por partículas de metales pesados, como el Bario, Estroncio, Zinc, Aluminio o Zirconio, que son radiopacos (Hervás-García A. y cols, 2006; Sánchez, C. y cols, 2009; Pereira, N. y cols, 2008).

En último lugar se encuentra el agente de acoplamiento, el cual establece la unión entre la matriz orgánica e inorgánica que son incompatibles entre sí. Este agente llamado silano posee moléculas con grupos silánicos en un extremo, las que generan una unión iónica con el dióxido de silicio y grupos metacrilatos en el otro extremo, generando una unión covalente con la matriz orgánica de la resina (Hervás-García A. y cols, 2006; Goldstein, R., 2002). Esta unión química entre ambas partes es de gran relevancia, ya que provee mejores propiedades físicas y mecánicas, como la transmisión de fuerzas de la matriz orgánica a la matriz inorgánica y también previene la penetración del agua a través de la interface entre el relleno y la resina (Rawls, HR.y Esquivel-Upshaw J., 2004).

Debido a las diferentes características y proporciones de cada componente de las resinas compuestas, éstas pueden ser utilizadas directamente sobre la cavidad a restaurar o bien, en el caso de cavidades más extensas se confecciona la restauración de forma indirecta en procedimientos de laboratorio para luego colocarla en boca (Conceição, E., 2008).

II.1.1 RESINAS COMPUESTAS DIRECTAS

Las resinas compuestas utilizadas en restauraciones directas poseen una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones, lo cual le otorga distintas características a cada tipo de resinas (Hervás-García A. y cols, 2006). Estos materiales se indican para restaurar lesiones de caries oclusales o proximales, cervicales, defectos de esmalte, entre otros, debido a sus propiedades mecánicas y estéticas, ya que las características ópticas de la restauración son muy similares a las de los dientes naturales (De la Macorra, J., 1995; Yildirim, T. y cols, 2017).

El procedimiento restaurador de las resinas compuestas convencionales se realiza en incrementos que se polimerizan en forma separada para reducir la contracción de polimerización volumétrica y garantizar una correcta profundidad de polimerización (Yildirim, T. y cols, 2017; Van Ende, A. y cols, 2017). Este método de restauración se conoce como “técnica incremental”, la cual consiste en aplicar incrementos de 2 mm en la cavidad a restaurar. La principal desventaja de esta técnica es que lleva mayor tiempo clínico en caso de preparaciones profundas o extensas, ya que se deben aplicar muchas capas de material (Corral, C. y cols., 2015), así como también hay mayor probabilidad de errores técnicos, como por ejemplo la incorporación de burbujas y la contaminación entre capas de material (Van Ende, A. y cols, 2017).

Frente a estas desventajas, se ha creado una nueva generación de resinas compuestas, llamadas resinas “Bulk-fill”. Las modificaciones en su composición le permiten ser aplicadas en incrementos mucho mayores, de hasta 4-5 mm de grosor, a través de una técnica monobloque o una capa (Corral, C. y cols., 2015), a diferencia de las resinas convencionales, alcanzando una polimerización adecuada y una mínima contracción de polimerización volumétrica (García, D. y cols, 2014).

Este tipo de resinas se pueden clasificar según su viscosidad, indicación de uso y técnica de aplicación en dos grandes grupos: las de base y de “full-body”.

Las “Resinas BulkFill de base” generalmente tienen baja viscosidad, permitiendo y facilitando su aplicación a través de una jeringa con una pequeña boquilla en cavidades de difícil acceso. Este tipo de resinas tienen un contenido de partículas de relleno inferior, lo cual provoca que la superficie sea menos resistente al desgaste, por lo tanto, deben ser cubiertas por una capa de resina convencional en el último incremento. Debido a esto, este material se conoce también como resina Bulk-fill fluida (Van Ende, A. y cols, 2017). En contraste, las resinas Bulk-fill full-body se pueden considerar como el único tipo de resinas Bulk-fill verdaderas, ya que se puede colocar el material en la cavidad sin requerir ninguna cobertura. Estas resinas generalmente tienen partículas de relleno de mayor tamaño, lo cual las hace altamente viscosas. Por esta razón este material tiene una superficie más resistente al desgaste y debido a su consistencia viscosa es más moldeable (Van Ende, A. y cols, 2017). (Figura 1).

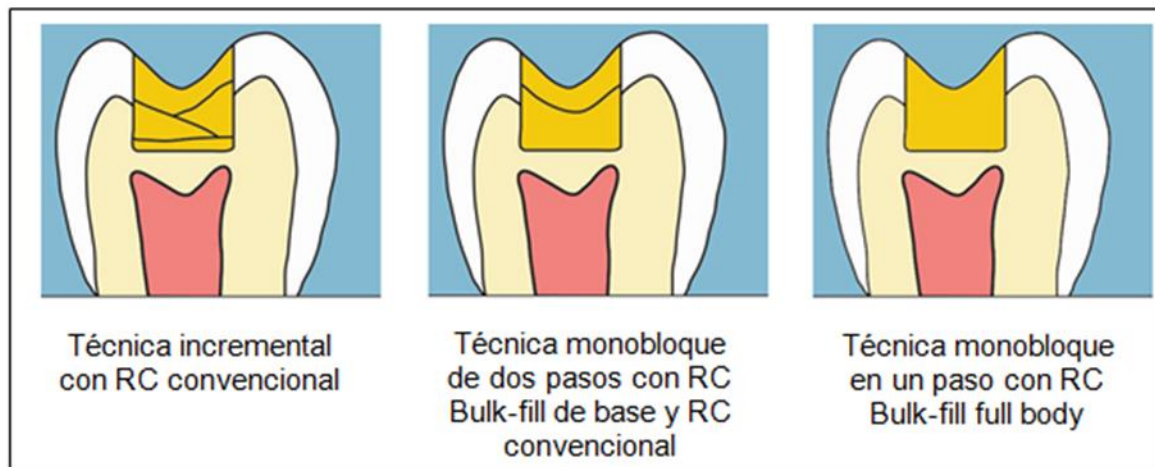


Figura 1. Ilustración de la técnica incremental oblicua de aplicación de RC convencionales, aplicación de RC Bulk-fill de base y de técnica monobloque con RC bulk-fill full-body. *Adaptación de Corral C. y cols, 2015.*

Dentro de este tipo de resinas compuestas se encuentran: Sure Fil, Filtek Bulk-fil, X-tra Base y X-tra Fil, las cuales serán utilizadas en este estudio y se describen a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de resinas compuestas Bulk-fil

Material	Relleno	% por peso/ por volumen
Sure Fil	Bario, Aluminio, Fluoruro, Silicato	68% / 45%
Filtek	Sílice, Zirconio, Trifloruro de iterbio	76,5% / 58,4%
X-tra Fil	Relleno inorgánico	86% / 70,1%
X-tra Base	Relleno inorgánico	75% / -

A pesar de que las resinas compuestas son una muy buena alternativa de material de restauración tanto en dientes anteriores como posteriores, existen numerosas causas de su fracaso. Una de las principales causas es la lesión de caries asociada a restauración, la cual podría estar relacionada a defectos marginales producto de la contracción de polimerización en restauraciones de gran tamaño (Nandini, S., 2010). Otras causas importantes son la fractura de las restauraciones o de los dientes restaurados, anatomía deficiente y una adaptación inadecuada de la restauración, debido a no realizar un sellado correcto entre ésta y el diente, ocasionando el desalajo del material (Valverde, T. y cols, 2013; Candray, R. y cols, 2012).

Otra área que se ha intentado mejorar en el ámbito de las resinas compuestas son los sistemas adhesivos. Se observa que el sistema adhesivo de estos materiales podría presentar algunas dificultades para resistir las tensiones de polimerización en los márgenes de la cavidad libre de esmalte, lo cual produce un sellado inadecuado, esto podría estar asociado a microfiltración, sensibilidad postoperatoria, cambios de coloración de los dientes e incluso daños pulpares severos, aunque en algunos casos el paciente puede presentar alguna obturación en mal estado sin que ésta cause sintomatología, dañando de manera silenciosa el diente. Si estas complicaciones de la restauración o del diente no se tratan a tiempo pueden generar complicaciones que requieran tratamientos endodónticos o quirúrgicos (Thonemann, B., 1999; Nandini, S., 2010; Candray, R. y cols, 2012).

Se han desarrollado diversas técnicas para mejorar algunas de las deficiencias de las resinas compuestas directas. Sin embargo, ningún método ha eliminado por completo el problema de microfiltración marginal. Este problema podría acrecentarse en restauraciones de mayor tamaño, ya que a mayor volumen de material, mayor sería la tensión generada, debido a la contracción de polimerización, adicionalmente este tipo de resinas no tienen la resistencia mecánica suficiente para el grosor que requiere una restauración así, lo cual podría provocar fractura de la misma. Por esta razón al momento de realizar una restauración de estas características se recomienda utilizar resinas compuestas indirectas (Hervás García, A. y cols, 2006; Candray, R. y cols, 2012).

El proceso para confeccionar este tipo de restauraciones se realiza en laboratorio, donde se puede ejecutar una polimerización más efectiva, manejando de mejor manera la contracción de polimerización, evitando someter al diente a tensiones, logrando un mejor ajuste marginal y mejores propiedades estéticas (Nadini, S., 2010).

II.1.2 RESINAS COMPUESTAS INDIRECTAS

Las resinas utilizadas en restauraciones indirectas son materiales mejorados, a las cuales se les incorporan partículas de cerámica y mayor cantidad de relleno inorgánico para otorgarle mayor resistencia y durabilidad estética (García, A., y cols, 2006). La característica principal de este tipo de restauraciones es que se realizan en laboratorio con distintos métodos de polimerización, utilizando lámparas de fotocurado o también tratamientos térmicos a través de hornos convencionales de uso de laboratorio, lo que le produce que el grado de conversión de monómero a polímero sea mayor; se le otorga una mejor anatomía y contactos proximales (Guevara, Q. y Marcela S., 2017; Weiner, R. y cols, 1997; Dietschi, D. y cols 1995).

Este tipo de resinas pueden ser utilizadas en rehabilitaciones dentarias como inlays, onlays, overlays, carillas o en casos de cavidades medianas y

amplias que demanden estética y dientes tratados endodónticamente con gran pérdida de estructura (Leinfelder, K., 2005; García A. y cols, 2006; Guevara, Q. y Marcela S., 2017)

Las resinas compuestas indirectas poseen una composición similar a las resinas directas, pero éstas poseen un alto contenido de relleno inorgánico (75-85% en peso) compuesto por macropartículas de cerámica, sílice, Zirconio y Bario; y con un relleno intersticial de matriz orgánica de polímeros tales como BIS-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA) y TEGMA. Al igual que las resinas directas poseen un agente de unión o acoplamiento (silano), agentes iniciadores y pigmentos. Esta estructura homogénea y tridimensional le confiere una elevada resistencia a la torsión y a un índice de abrasión muy similar al esmalte dental (Rosero, D. y cols, 2011; Borja, A., Carrillo, K., y Pelaez, A., 2015).

Existe una amplia variedad de materiales restauradores indirectos. Dentro de estos materiales se encuentran los cerómeros (Ceramic Optimiced Polymer), los cuales son polímeros optimizados con partículas o carga cerámica y fibras reforzadas, constituyendo un material híbrido entre una resina y una cerámica. Algunos materiales indirectos, ampliamente utilizados en nuestro país, poseen características y composiciones similares. Dentro de estos materiales encontramos: Signum, Vita VM e In:Joy.

II.1.2.1 SIGNUM

Signum (Heraeus/Kulzer, Ciudad de México, MX) es una resina compuesta de nanopartículas, lo que permite proveer una alta resistencia mecánica y un buen comportamiento a la abrasión, mejorando el pulido con alto brillo y durable. Es una resina nano-híbrida reforzada. Está compuesta de ésteres de ácido metacrílico, dióxido de silicio y rellenos inorgánicos de sílice (73% en peso). Es fotopolimerizable y para restauraciones fijas sin metal. Está indicada para carillas, onlays, overlay, coronas parciales y reparación de dientes protésicos (Heraeus Kulzer South America Ltda., 2018).

II.1.2.2 VITA VM

Vita VM (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, ALE) es una resina compuesta de micropartículas reforzada, fotopolimerizable, para su uso extraoral en restauraciones fijas y removibles. Su matriz está compuesta por dimetacrilatos copolímeros, un catalizador y pigmentos inorgánicos. Presenta una proporción de material de relleno (dióxido de silicio) de 41-52% de peso. Está indicada para recubrimiento total y parcial de estructuras metálicas, carillas e inlays (H. Rauter GmbH & Co. KG, 2017).

II.1.2.3 IN:JOY

In:Joy (Dentsply Sirona Co. USA) es una resina compuesta reforzada fotopolimerizable, su matriz está compuesta por una base de dimetacrilatos, monorrelleno inorgánico, pigmentos inorgánicos y un catalizador. Presenta una proporción de material de relleno de 55% de peso. Está indicada para onlays, carillas, recubrimiento de coronas libres de metal (Dentsply International, 2010).

A pesar de que los materiales son muy similares en su composición, existen autores que señalan ciertas diferencias, lo que podría influir, al momento de valorar las condiciones de la restauración en la imagen radiográfica: adaptación marginal, contorno, punto de contacto con dientes adyacentes, brechas existentes entre el diente y la restauración, control de cementación, además de la detección de lesiones de caries adyacentes y de algún otro material como bases cavitarias o liners, especialmente en zonas proximales donde no es posible observar una restauración directamente (Hara, A. y cols. 2001; Tarcin, B. y cols, 2016). Monteiro y cols (2012), realizaron un estudio sobre la influencia del grado de radiopacidad en la evaluación de una restauración en condiciones similares a una situación clínica real, donde fueron testeados distintos materiales restauradores en dientes humanos extraídos, usando la técnica radiográfica bite wing. Se encontró que efectivamente una baja radiopacidad puede dificultar la detección de brechas

marginales e inducir a error en la decisión de reemplazo de una restauración (Monteiro, G, y cols, 2012).

Según la norma ISO 4049, específica sobre materiales basados en polímeros de resina, se recomienda que la radiopacidad debe ser igual o mayor a la del espesor de Aluminio equivalente y no más de 0,5 mm bajo el valor de radiopacidad declarado por el fabricante. Los estudios realizados por Cruz y cols (2014), encontraron que la radiopacidad de un material puede tener una influencia subjetiva en el diagnóstico de lesiones similares a lesiones de caries, y un aumento en la radiopacidad puede interferir negativamente con la realización de este tipo de detección. Por lo tanto, los autores han indicado que una radiopacidad ideal para las resinas compuestas, es la más cercana al nivel de radiopacidad de la dentina (Cruz, A. y cols, 2014). Por otro lado, un estudio realizado por Raitz y cols (2016), establecen que la radiopacidad de las resinas compuestas evaluadas fueron significativamente mayor que la radiopacidad del esmalte, por lo que es posible visualizar adecuadamente el límite entre a restauración y la estructura dentaria. Según estos autores, la dificultad se produciría cuando la radiopacidad del material es igual o menor que la del esmalte (Raitz, R. y cols, 2016).

Una investigación realizada en la Universidad de Chile el año 2017, evaluó la radiopacidad de materiales dentales restauradores en discos de prueba a través de receptores digitales de lectura indirecta (placas de fósforo). Se encontró diferencias estadísticamente significativas en el valor de la radiopacidad de los materiales dentales estudiados. Se determinó que el cerómero Signum y la cerámica Suprinity PC presentaron valores de radiopacidad mayor que el mismo grosor de Aluminio y mostraron una radiopacidad igual o mayor a la dentina, según la Norma ISO 4049 (Meza, F., 2017).

Estos estudios fueron realizados a través del método propuesto por la ISO 4049 utilizando los discos con medidas estándar, lo que tal como se mencionó anteriormente, no es un procedimiento extrapolable en un 100% a la realidad clínica, donde el material es utilizado en distintos espesores, formas y tamaños para devolver la estructura y anatomía dentaria, en este sentido usar un modelo

de restauración simulada, análogo a lo que sería una cavidad y un diente real, sería una mejor opción para evaluar de forma más concreta y veraz la radiopacidad de los materiales restauradores. Por estas razones, el propósito de este estudio fue evaluar la radiopacidad de materiales restauradores directos e indirectos, aplicados en restauraciones *in vitro* y adicionalmente, determinar si la radiopacidad de cada material influye en la factibilidad de evaluación de las condiciones de la restauración.

III. HIPÓTESIS

Los materiales de restauración directa e indirecta utilizados en cavidades simuladas presentan diferencias en su radiopacidad y afectan el rendimiento radiográfico para la evaluación de las condiciones de la restauración.

IV. OBJETIVOS

IV.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar los niveles de radiopacidad de materiales de restauración directa e indirecta y su influencia en el rendimiento radiográfico para la evaluación de las condiciones de la restauración.

IV.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar radiopacidad de los materiales de restauración directa e indirecta.
- Comparar radiopacidad de los materiales de restauración directa e indirecta.
- Evaluar la influencia de la radiopacidad en el rendimiento radiográfico para la evaluación de los materiales de restauración directa e indirecta.
- Comparar la influencia de la radiopacidad en el rendimiento radiográfico para la evaluación de los materiales de restauración directa e indirecta.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. TIPO DE ESTUDIO

Esta investigación corresponde a un estudio experimental *in vitro*, en el cual se determinó y comparó la radiopacidad de resinas compuestas directas e indirectas. Este proyecto se realizó en los laboratorios y el Servicio de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

V.2. GRUPOS EXPERIMENTALES

Se utilizaron dientes de marfilina (molares) para tipodonto de simulación de endodoncia (Nissin 200, Kyoto, Japón) con una cavidad de acceso previamente confeccionada. Se realizaron 5 restauraciones de cada material mencionado a continuación.

V.2.1. MATERIALES DE RESTAURACIÓN DIRECTOS

- SureFil SDR flow (Dentsply) RC bulk-fill fluída
- Filtek® Bulk-fill (3M) RC bulk-fill full body
- X-tra fil (VOCO): RC Bulk-fill full-body
- X-tra base (VOCO): RC bulk-fill fluída

V.2.2. MATERIALES DE RESTAURACIÓN INDIRECTOS

- Signum A3 (Heraus/Kulzer, Hinaus, ALE)
- VITA VM A2 (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, ALE)
- In:Joy A2 (Dentsply Sirona Co. USA).

V.2.3. GRUPOS CONTROL

Este grupo se subdividió en dos subgrupos. Un grupo positivo, donde 5 dientes fueron obturados con amalgama (metal con alta radiopacidad) y un grupo negativo, en el cual sólo se realizó la preparación cavitaria (5 dientes).

V.3. PREPARACIÓN DE LOS CUERPOS DE PRUEBA

V.3.1. ESTANDARIZACIÓN DEL TALLADO DE LAS CAVIDADES

V.3.1.1. Cavidades para restauraciones indirectas: Se realizaron cavidades meso-ocluso-distales (MOD) tipo onlay en los dientes de marfilina para incrustaciones de cerómeros (Figura 2). Para estandarizar el procedimiento de confección de las cavidades MOD se confeccionaron dos llaves de silicona pesada por condensación (Speedex putty- Coltene, Madrid, España) del molar de marfilina a trabajar. Se utilizó una máquina recortadora de yeso (Mestra, Bilbao, España), desgastando 2 mm de la superficie oclusal, dejándola plana. Esto fue evaluado con una de las llaves de silicona cortada en sentido mesio-distal y medido con una sonda periodontal Carolina del Norte (Hu-Fridey, Chicago, USA).

Cajones proximales: Se tallaron las caras proximales con una piedra troncocónica de extremo redondeado grano azul N°012 de alta velocidad confeccionando un cajón de 4 mm de profundidad (desde el desgaste ya realizado) y de 2 mm hacia el centro del diente en sentido mesio-distal, con las paredes ligeramente divergentes hacia las caras libres. El ancho vestibulo-lingual de los cajones proximales fue tal, para lograr la total separación del diente vecino (4 mm).

Cajón oclusal: Se realizó un tallado de la cara oclusal del diente conformando un cajón de 2 mm de profundidad y 4 mm en sentido vestibulo-palatino. Estos tallados se evaluaron con una de las llaves de silicona cortada en sentido vestibulo-lingual y se midió con una sonda periodontal Carolina del Norte (Hu-

Friley, Chicago, USA). Las terminaciones de la cavidad son definidas, con márgenes alisados.

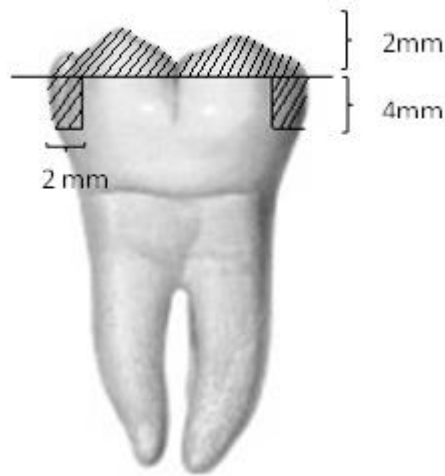


Figura 2. Esquema de desgastes para confección de la cavidad para la restauración tipo onlay.

Adaptación de Mario Eduardo Figún (1997). Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. Buenos Aires: El Ateneo.

V.3.1.2. Cavidades para restauraciones directas: Se realizaron cavidades ocluso-mesiales (OM) en los dientes de marfilina 1.6 y 4.6 para restauraciones de resinas compuestas (Figura 3). Para estandarizar el procedimiento de confección de las cavidades OM se confeccionó una llave de silicona pesada por condensación (Speedex putty- Coltene, Madrid, España) del molar de marfilina a trabajar.

Cajón oclusal: Se realizó un tallado de la cara oclusal del diente con una piedra troncocónica de extremo redondeado grano azul N°012 de alta velocidad, conformando un cajón de 2 mm de profundidad y 4 mm en sentido vestibulo-palatino, desde la cavidad de acceso previamente hecha hacia mesial.

Cajón proximal: Se talló la cara proximal (mesial) confeccionando un cajón de 4 mm de profundidad y de 2 mm hacia el centro del diente en sentido mesio-distal, con las paredes ligeramente divergentes hacia las caras libres. El ancho vestibulo-lingual de los cajones proximales fue tal, para lograr la total separación del diente vecino (4 mm).

Ambos tallados se evaluaron con la llave de silicona cortada en sentido vestibulo-lingual y se midió con una sonda periodontal Carolina del Norte (Hu-Friedey, Chicago, USA).

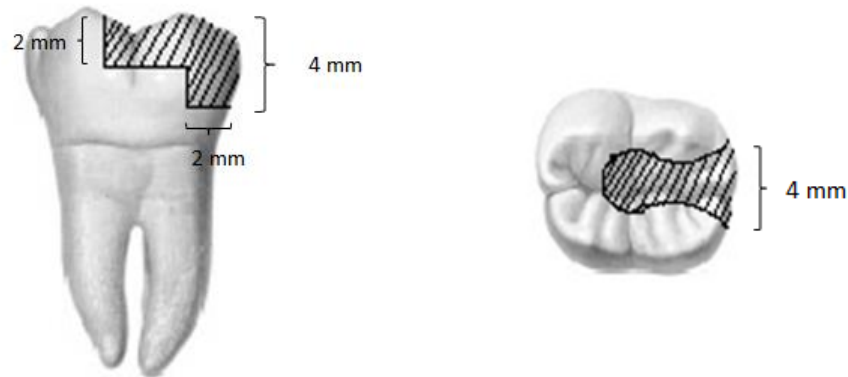


Figura 3. Esquema de desgastes para confección de la cavidad para la restauración con materiales directos.

Adaptación de Mario Eduardo Figún (1997). Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. Buenos Aires: El Ateneo.

V.3.2. RESTAURACIÓN DE LAS CAVIDADES

V.3.2.1. Materiales restauradores directos: Se restauraron 5 dientes de marfilina con las resinas compuestas de cada tipo. Se utilizó un porta matriz Tofflemire (Medicaline, Madrid, España) con una banda metálica de 7 mm para dar contorno al diente y poder hacer una restauración ajustada a los márgenes y con una forma óptima para dejar un adecuado punto de contacto. Se aplicó ácido fosfórico (GELACID 37% Etchant, California, USA) en la cavidad durante 20 segundos, se lavó con abundante agua, por el doble de tiempo. Se aplicó adhesivo (Adper Single Bond 2 ESPE, USA) con un microbrush en la cavidad y se fotopolimerizó por 20 segundos con una lámpara de fotopolimerización (3M ESPE ELIPAR 2500, USA). Luego se colocaron incrementos de 4 mm con una Espátula para Resina (XTS Goldstein Flex Thin - Hu-Friedey, Chicago, USA) partiendo por los cajones proximales. Se fotopolimerizó 20 segundos cada incremento y finalmente 20

segundos por cara, una vez terminada la restauración.

V.3.2.2. Materiales restauradores indirectos: Se obturaron 5 dientes de marfilina con los cerómeros de cada tipo. Se realizó un estampado de uno de los dientes originales, sin cavidad, para obtener la anatomía con la Termoformadora (Vacuum Former, EGEO, Buenos Aires, Argentina). Se utilizó un porta matriz Tofflemire (Medicaline, Madrid, España) con una banda metálica de 7 mm para dar contorno al diente y poder hacer una restauración ajustada a los márgenes y con una forma óptima para dejar un adecuado punto de contacto y se restauró hasta el desgaste oclusal. Se fotopolimerizó ese incremento durante 40 segundos, con una lámpara de fotopolimerización (3M ESPE ELIPAR 2500, USA). Luego se aplicó cerómero en el estampado, para darle anatomía, uniéndose ambos incrementos de cerómero. Se fotopolimerizó durante 40 segundos cada cara. Se procedió a colocar los dientes ya restaurados en un horno Lumamat 100 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) durante 11 minutos.

V.3.2.3. Restauración control positivo: Se obturaron 5 dientes con un material conocido por su alta radiopacidad, la Amalgama (gs-80, Madrid, España). Se utilizó un porta matriz Tofflemire (Medicaline, Madrid, España) con una banda metálica de 7 mm para darle el contorno al diente y poder hacer una restauración ajustada a los márgenes y con una forma óptima para dejar un adecuado punto de contacto. Se utilizó un amalgamador (Ultrammat 2 SDI, Victoria, Australia), un portamalgama plástico (Spintech, Concepción, Chile) para llevar los incrementos de amalgama a la cavidad. El incremento de condensó con un condensador de Hollenback (Dochem, Shanghai, China). Se colocó incrementos hasta tener la cavidad levemente sobreobturada. Se bruñó el material con un bruñidor perasfera (Dochem, Shanghai, China). Finalmente se talló la restauración con talladores de amalgama de Frahm y Ward (Hu-Fridey, Chicago, USA).

V.3.2.4. Control negativo: Sólo se realizó la preparación cavitaria.

V.4. EXAMEN RADIOGRÁFICO

V.4.1. Selección de los cuerpos de prueba

Los cuerpos de prueba fueron radiografiados de manera preliminar con un Equipo de Rayos X (Myray RXAC, Imolia, Italia), con películas de fósforo fotoestimulable (PSP) oclusal, tamaño 48x54 mm FireCR Dental (3DISC Corp., Daejeon, Korea). Las radiografías fueron validadas por un especialista en Radiología Dento Maxilofacial, cerciorándose de que la cavidad confeccionada haya estado restaurada adecuadamente. Este procedimiento se realizó hasta obtener 5 muestras por cada material.

V.5. EVALUACIÓN DE LA RADIOPACIDAD

V.5.1. Obtención de la imagen radiográfica

La imagen radiográfica se obtuvo posicionando 4 dientes en una base de silicona pesada por condensación (Speedex putty- Coltene, Madrid, España), simulando una radiografía bite wing. En esta base se colocaron 3 dientes sin restauraciones y un diente restaurado con una de las muestras, simulando el antagonismo de dos dientes (superiores e inferiores) (Figura 4). Esto se repitió con cada una de las muestras. Se utilizó una película de fósforo fotoestimulable (PSP) oclusal, tamaño 48x54 mm FireCR Dental (3DISC Corp., Daejeon, Korea).

La distancia focal se fijó en 400 mm y el tiempo de exposición en 0,63 segundos. Se utilizó el equipo radiográfico Myray RXAC (Imolia, Italia), 70 Kv y 8 mA. La toma radiográfica se realizó por un solo operador, odontólogo especialista en Radiología Dento Maxilofacial.



Figura 4. Esquema de dientes colocados en la base de silicona para simular punto de contacto y antagonistas.

Adaptación de Mario Eduardo Figún (1997). Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. Buenos Aires: El Ateneo

V.5.2. Análisis de la escala de grises

La película PSP se procesó en el dispositivo FireCR Dental Reader (3DISC Imaging, Virginia, USA) e importó al software Planmeca Romexis 4.4.0.R (Planmeca Helsinki, Finland). Posteriormente, la imagen se exportó en formato tiff, sin compresión ni filtros de mejoramiento.

Los archivos tiff se analizaron mediante el programa Adobe Photoshop CS6 para Windows 10 (Adobe, California, USA). En cada imagen se determinó el valor, en escala de grises, de cada segmento de la matriz escalonada de Aluminio (área de 30 x 250 píxeles), así como de cada una de las muestras (área de 25 x 25 píxeles). Esto se realizó seleccionando 12 mediciones en distintos puntos representativos en el objeto de análisis y utilizando la herramienta Histograma (Figura 5), la cual determinó de manera automática el promedio de valor de gris de todos los píxeles incluidos en el área previamente seleccionada. Este valor puede variar desde 0, que corresponde a negro puro, hasta 255 que representa blanco puro.

Con los datos obtenidos se construyó un gráfico “Milímetros de Aluminio/Valor en Escala de Grises” para obtener el valor de radiopacidad de cada material.

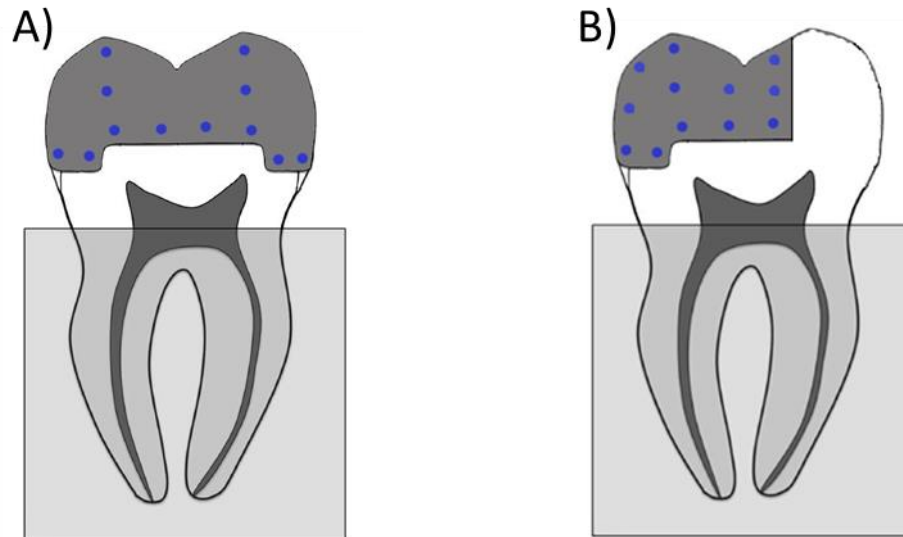


Figura 5. En azul las 12 mediciones en distintos puntos representativos en el objeto de análisis. A) Corresponde a las cavidades MOD para los cerómeros y B) corresponde a las cavidades MO para las resinas compuestas directas.
Adaptación de Soares et al., 2017

V.5.3. Análisis radiográfico cualitativo

Para este análisis, se ocupó la imagen radiográfica con los dientes montados en la base de silicona pesada.

Se solicitó a 10 odontólogos del Departamento de Odontología Restauradora que observaran las radiografías tomadas de cada una de las muestras de los distintos materiales (45 muestras). Las imágenes radiográficas fueron mostradas en un mismo dispositivo (Notebook HP 240G6 14" Intel Core i5, 4GB RAM, 1TB DD con resolución de 1366 x 768) para todos los evaluadores, en condiciones estándar y sin límite de tiempo.

Se codificaron los grupos y fue una evaluación ciega de los materiales. A cada encuestado se le mostró un orden distinto de las muestras. Se les entregó una encuesta autoaplicada con preguntas cerradas de tipo Lickert (Tabla 2), la cual respondieron según sus apreciaciones observadas en las imágenes radiográficas. Esta encuesta analizó la posibilidad de evaluación de las siguientes condiciones de la restauración para cada material, según el criterio de cada uno de los odontólogos:

- **Contorno:** El perfil axial que se extiende desde el límite gingival de la restauración hasta el contorno máximo, siguiendo la curvatura del diente (Gómez, F. y Medina A., 2009).
- **Homogeneidad:** Uniformidad en la composición y la estructura de la restauración.
- **Adaptación marginal:** Ajuste del límite cervical de la restauración (Carvalho, C. y cols, 2008).
- **Relación interdental proximal:** Porción de las caras proximales en la que se tocan dos dientes adyacentes (Gómez, F. y Medina, A., 2009).

Tabla 2. Evaluación radiográfica de una restauración

Según su opinión, califique desde óptimo a malo la posibilidad (factibilidad) de estudiar los siguientes parámetros de una restauración.

N° de radiografía: X

Parámetro	Óptimo	Bueno	Regular	Malo
Contorno				
Homogeneidad				
Ajuste marginal				
Relación interdental proximal				

V.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos obtenidos en este estudio se tabularon en tablas especialmente diseñadas para cada uno de ellos.

Los datos de valor de gris obtenidos de los objetos de análisis se tabularon en el software SPSS Statistics 21.0 (IBM, New York, USA). Luego se graficó la curva “Milímetros de Aluminio/Valor en Escala de Grises” y a través de ésta, se determinó la radiopacidad equivalente, en milímetros de Aluminio, del valor de gris de cada una de las muestras.

Se realizó estadística descriptiva de cada grupo, presentando los resultados como medias y desviación estándar.

Se utilizó el test de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la distribución de los datos de cada material. En el caso de una distribución normal de las muestras, los datos tanto de las resinas compuestas directas e indirectas se analizaron con ANOVA de un factor y post-test HSD Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. En el caso de una distribución no normal de las muestras los datos se analizaron con el Test de Mann-Whitney.

Para el análisis cualitativo, se evaluaron los datos obtenidos con estadística descriptiva tomando en cuenta la distribución de las respuestas obtenidas en la encuesta. Esto fue representado mediante una tabla “Porcentaje de Respuesta/Respuesta” para cada parámetro a evaluar.

VI. RESULTADOS

En este estudio se analizó la radiopacidad de materiales restauradores tanto directos como indirecto, además de dos grupos controles a través de restauraciones *in vitro*. En la Figura 6 se observan las imágenes de las radiografías obtenidas con las muestras de los materiales restauradores junto a la cuña escalonada de Aluminio.

VI.1 RADIOPACIDAD DE MATERIALES RESTAURADORES

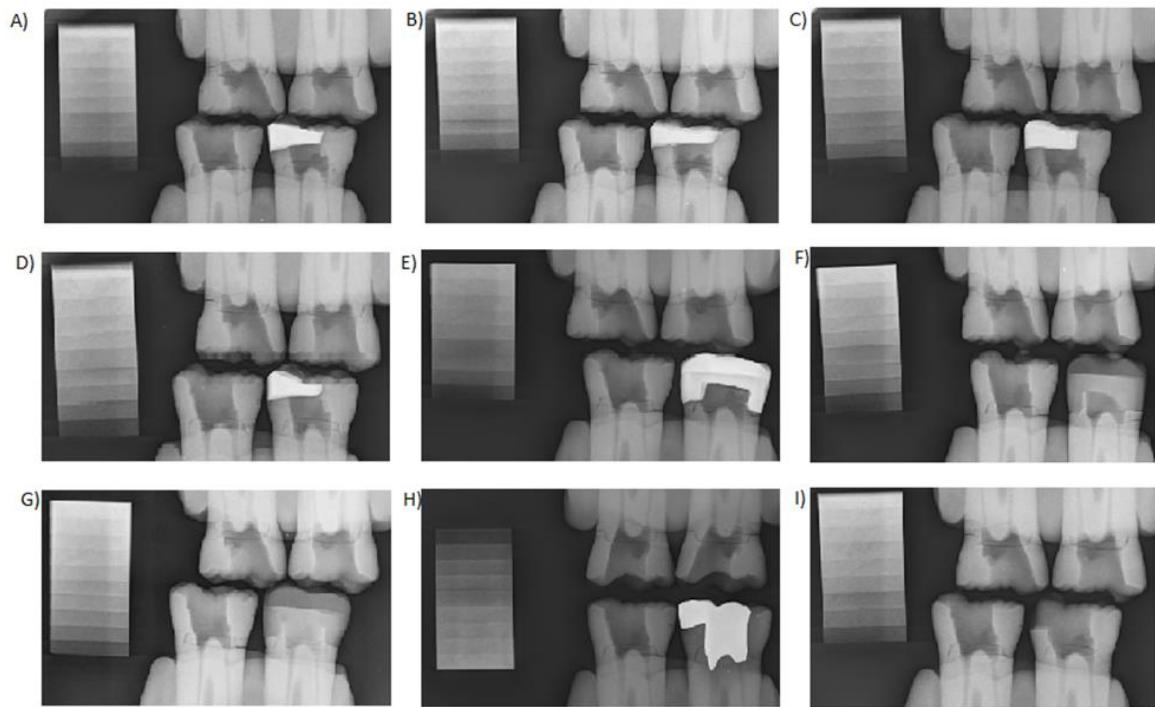


Figura 6. En todas las imágenes radiográficas la restauración *in vitro* se encuentra en el diente inferior derecho. A) Sure Fil B) Filtek Bulk-fil C) X-tra Fil D) X-tra Base E) Signum F) VITA VM G) In:Joy H) Amalgama I) Control negativo.

VI.2. VALORES DE GRISES DE LOS MATERIALES RESTAURADORES

En la siguiente tabla se muestra el promedio (\pm desviación estándar) del valor de escala de grises de las muestras de los materiales restauradores directos,

indirectos y controles, además de los milímetros de Aluminio equivalente a cada uno de los valores (Tabla 3).

Tabla 3. Valores en escala de grises de cada material y su respectiva equivalencia en milímetros de Aluminio.

Material	N° de gris	mm eq	
DIRECTOS	Sure Fil	224,13 ± 15,8	16,05 ± 2,1
	Filtek	220,38 ± 13,7	12,04 ± 2,2
	X-tra Fil	223,21 ± 6,8	16,94 ± 1,8
	X-tra Base	223,91 ± 8,8	14,78 ± 1,7
INDIRECTOS	Signum	218,66 ± 12,02	45,11 ± 10,6
	Vita VM	120,86 ± 26,6	4 ± 1,7
	In:Joy	122,65 ± 19,6	3,26 ± 0,9
CONTROL	Amalgama	222,15 ± 11,06	45,18 ± 4,7
	Conyrol neg	121,21 ± 23,12	3,48 ± 1,1

VI.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS GRUPOS ESTUDIADOS MEDIANTE PRUEBA DE MANN-WITHNEY

En la siguiente tabla se observa la comparación estadística de todos los materiales, tanto directos como indirectos y los grupos controles a través del valor p (Tabla 4).

Tabla 4. Estadística comparativa del nivel de gris de materiales restauradores.

Material	Sure Fil	Filtek	X-tra Fil	X-tra Base	Signum	Vita VM	In:Joy	Amalgama	Control neg
Sure Fil		0,000	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Filtek	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
X-tra Fil	0,028	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
X-tra Base	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Signum	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	*0,9	0,000
Vita VM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		*0,115	0,000	*0,47
In:Joy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	*0,115		0,000	*0,182
Amalgama	0,000	0,000	0,000	0,000	*0,9	0,000	0,000		0,000
Control neg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	*0,47	*0,182	0,000	

(*) No indica diferencias significativas.

Entre los grupos Signum y Amalgama no existen diferencias significativas,

al igual que entre los grupos Vita VM e In:Joy; entre Vita VM y el control negativo y entre In:Joy y el control negativo, lo cual quiere decir que entre los grupos mencionados anteriormente existe una radiopacidad similar. Sin embargo, existe diferencia significativa entre los grupos Sure Fil, Filtek, X-tra Fil, X-tra Base.

VI.4. ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA

VI.4.1. Tablas de porcentajes

En la siguiente tabla se observan los porcentajes de respuesta obtenido para cada parámetro de cada material estudiado (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentajes (%) de respuesta de los parámetros de la restauración para cada material estudiado.

CONDICIÓN	ESTADO	Sure Fil	Filtek	X-tra Fil	X-tra Base	Signum	Vita VM	In:Joy	Amalgama	Control neg
CONTORNO	Malo	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	82%
	Regular	6%	8%	6%	2%	4%	22%	28%	4%	18%
	Bueno	10%	14%	18%	20%	20%	48%	48%	12%	0%
	Óptimo	84%	78%	76%	78%	76%	28%	22%	84%	0%
HOMOGENEIDAD	Malo	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	10%	84%
	Regular	8%	12%	10%	6%	10%	26%	36%	8%	16%
	Bueno	18%	28%	22%	24%	24%	48%	50%	12%	0%
	Óptimo	74%	60%	68%	70%	66%	24%	12%	70%	0%
ADAPTACIÓN MARGINAL	Malo	6%	4%	4%	2%	6%	4%	2%	0%	92%
	Regular	4%	4%	6%	8%	4%	32%	32%	8%	8%
	Bueno	4%	10%	14%	4%	6%	36%	40%	12%	0%
	Óptimo	86%	82%	76%	86%	84%	28%	26%	80%	0%
RELACIÓN INTERPROXIMAL	Malo	10%	10%	8%	8%	8%	8%	10%	6%	98%
	Regular	0%	0%	2%	6%	2%	30%	32%	4%	0%
	Bueno	6%	10%	12%	6%	14%	34%	38%	0%	2%
	Óptimo	84%	80%	78%	80%	76%	28%	20%	90%	0%

VI.6.2 Estadística comparativa de resultados de la encuesta

En las siguientes tablas (Tabla 6-9) se comparan los distintos parámetros de los distintos materiales restauradores directos e indirectos con la Prueba de Mann-Withney.

VII. DISCUSIÓN

En la práctica clínica rehabilitadora se utilizan un sin número de materiales restauradores tanto directos como indirectos, los cuales tienen diferentes composiciones químicas, por lo que su imagen radiográfica variará debido a esto (Kapila, R. y cols., 2015; Whaites, E., 2010).

El diagnóstico se dificulta cuando en la imagen radiográfica no se identifica correctamente la diferencia de radiopacidad entre los tejidos dentarios con la radiopacidad del material restaurador utilizado, cayendo en falsos positivos o negativos (Akerboom, HB. y cols., 1993). Por otro lado, un aumento excesivo de la radiopacidad obstaculiza la detección de caries pudiendo subdiagnosticar lesiones donde realmente existen, por lo tanto una radiopacidad adecuada de los materiales restauradores ayudan al odontólogo a detectar correctamente lesiones de caries asociadas a restauración, sobrecontornos, puntos de contacto, hombros, brechas marginales, entre otros (Pekkan, G. y cols, 2016).

La norma ISO 4049 sugiere que la radiopacidad mínima de los materiales de restauración debe ser igual o mayor que la de un grosor de Aluminio equivalente, ya que este valor es semejante a la radiopacidad de la dentina. Varios autores han propuesto adicionar el uso de muestras de dentina y esmalte, como un estándar secundario de radiopacidad además de la cuña de Aluminio (Tarcin, B. y cols, 2016). Sin embargo, la norma ISO:4049 establece las bases para comparar la radiopacidad de los materiales de restauración, valores determinados en condiciones y protocolos no específicos (ISO: 4049, 2009),

En esta investigación al determinar la radiopacidad de los materiales de restauración directos, se observó que todos presentaron diferencias estadísticamente significativas con el control negativo y con la amalgama. Dentro de este grupo, Filtek Bulk-fill presentó la menor radiopacidad equivalente, debido a su bajo porcentaje de peso y volumen de relleno, resultado similar encontrado por Soares y cols (2017), quienes a su vez utilizaron dientes humanos reales con restauraciones mesio ocluso distales estandarizadas, método muy similar a lo que

se realizó en este estudio, la única diferencia fue la utilización de dientes de marfilina, los que no presentan diferencia de radiopacidad entre esmalte y dentina, lo que no es relevante, ya que la comparación de radiopacidades fue realizada con una cuña de Aluminio estandarizada a la radiopacidad de la dentina. Si bien Soares y cols (2017), restauraron con una técnica diferente, ya que al fondo de la cavidad se aplicó resina Filtek Bulk-fil flow y sólo en la última capa (de esmalte) se restauró con Filtek Bulk-fill convencional, esto no afectó el resultado de radiopacidad que nos permite comparar ambos estudios, debido al grosor de la restauración en la capa de esmalte en sentido vestíbulo palatino/lingual. A pesar de lo anterior, este material presenta una radiopacidad adecuada para poder evaluar radiográficamente las condiciones de la restauración, ya que no excesivamente radiopaco, ni tampoco radiolúcido.

Tarcin y cols (2016) reportaron que la radiopacidad equivalente en milímetros de Aluminio resultantes para Sure Fil, Filtek Bulk-fil y X-tra Base se encuentran muy cerca de los valores de radiopacidad disponibles declarados por el fabricante. De acuerdo con la norma ISO 4049, si el fabricante afirma que un producto es radiopaco, la radiopacidad de éste debe ser igual o superior a la del mismo espesor de Aluminio y no debe ser inferior a 0,5 mm por debajo de cualquier valor declarado por el fabricante (Tarcin, B. y cols, 2016; Raitz, R. y cols, 2016), por lo que la evaluación de estos materiales en la imagen radiográfica de las condiciones de la restauración, resulta ser óptima, semejante a lo encontrado en este estudio.

En una investigación realizada en la Universidad de Chile por Paredes y cols (2017), se encontró que la radiopacidad equivalente de las resinas compuestas de Filtek Bulk-fill y Sure Fil cumplen con el requisito de la norma ISO, ya que ambas presentan una radiopacidad entre 1 y 2 mm de Aluminio. Por otra parte, las resinas X-tra Base y X-tra Fil presentaron una radiopacidad equivalente a 2,47 mm de Aluminio para ambas, lo que representa un incumplimiento de la norma ISO. El fabricante de estas dos últimas resinas compuestas, declara que ambos materiales tienen radiopacidades de 3,5 y 3,3 mm de Aluminio respectivamente, por lo tanto, el valor resultante en ese estudio fue menor de 0,5

mm del valor constatado por el fabricante, debido a que desconocemos si éste estandarizó los cuerpos de prueba para compararlos, a diferencia del estudio de la Universidad de Chile (Paredes, P. y cols, 2017).

Por otro lado, cuando se determinó la radiopacidad de los materiales de restauración indirectos, mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en la radiopacidad entre los grupos Signum y Amalgama, debido al alto porcentaje de relleno inorgánico de Signum (73% de peso), lo cual lo hace ser muy radiopaco. Y en los grupos Vita VM e In:Joy, comparados con el control negativo, no mostraron diferencias estadísticamente significativas, siendo estos últimos no adecuados para rehabilitar en forma indirecta, debido a que no permitirían visualizar las condiciones de la restauración. La radiopacidad de los materiales al depender del porcentaje y tipo de relleno que tengan podría explicar las diferencias de radiopacidad de Signum y Vita VM-In:Joy, ya que materiales compuestos de relleno con un bajo número atómico, se observan radiolúcidos, mientras que los que contienen un relleno con alto número atómico se observan radiopacos (Saridag, S. y cols. 2015, Kapila, R. y cols., 2015). Lo anteriormente mencionado se puede deber a que Vita VM-In:Joy tienen un bajo porcentaje de relleno inorgánico, siendo 52% y 55% de peso respectivamente (Atala, M. y cols, 2018), desconociendo el volumen y tipo de material de relleno que le otorga la radiopacidad a Signum.

Signum presentó una radiopacidad equivalente a $45,11 \pm 10,16$ mm de Aluminio en esta investigación a diferencia de lo encontrado por Saridag y cols (2015), donde la radiopacidad de este material fue equivalente a 3,25 mm de Aluminio, obtenido a partir de la imagen radiográfica de un disco de 1 mm de grosor y una radiopacidad equivalente a 6,09 mm de Aluminio, obtenido a partir de un disco de 2 mm de grosor (Saridag, S. y cols. 2015), a diferencia del presente trabajo, que se confeccionaron cavidades con medidas específicas en dientes de marfilina simulando una restauración real, con un grosor vestíbulo palatino/lingual completo, el que es mayor a 2 mm, lo que explica los altos valores obtenidos. Además en el estudio de Saridag (2015) se encuentran variados factores que influyen en el resultado de la imagen radiográfica, los cuales fueron distintos al

presente estudio, tal como el tiempo de exposición al tomar la radiografía, el programa para procesar las imágenes, entre otros. Por esta razón los resultados de ambos trabajos no se asemejan entre sí.

En una investigación realizada en la Universidad de Chile por Meza y cols (2017), Signum fue uno de los materiales que mostró los valores más altos de radiopacidad, equivalente de $2,33 \pm 0,44$ mm de Aluminio (Meza, F. y cols, 2017), a diferencia de lo encontrado, al mismo grosor de material por Saridag el año 2015, lo que podría explicarse con una modificación de la composición del material por parte del fabricante a través de los años.

Por otra parte, los cerómeros VITA VM e In:Joy presentaron los valores más bajos de radiopacidad, como se mencionó anteriormente. Atala y cols (2018) reportaron una radiopacidad equivalente de 0,68 mm de Aluminio para VITA Block (Atala, M. y cols, 2018), lo cual es menor que la radiopacidad equivalente de la dentina según la norma ISO 4940-2009. En el estudio de Atala (2018) se radiografiaron muestras de 1 mm de bloques de CAD/CAM, con un tiempo de exposición de 0,3 segundos y una distancia focal de 300 mm, parámetros diferentes a los utilizados en este estudio, esto sumado al grosor distinto del material entre ambos y que el material, utilizado por Atala (2018) presenta un 80% de peso de matriz de vidrio, lo que le otorga una menor radiopacidad, a diferencia del VITA VM quien tiene un porcentaje de relleno del 52% de peso (Atala, M. y cols, 2018)

Adicionalmente, se ejecutó una encuesta autoaplicada con preguntas cerradas de tipo Lickert a 10 odontólogos del Departamento de Odontología Restauradora, la cual respondieron según sus apreciaciones observadas en las imágenes radiográficas, donde se valoró la posibilidad de evaluar ciertas condiciones de la restauración (contorno, homogeneidad, adaptación marginal, relación interproximal) según el nivel de radiopacidad de los materiales. Cabe destacar que no existe en la literatura una apreciación cualitativa de las condiciones radiográficas de una restauración, dependientes del tipo de material utilizado.

Según los encuestados, los materiales que mejor se pudieron evaluar fueron los que presentaban alta radiopacidad, pero no excesiva, concordando con los materiales que presentaron mayor valor de radiopacidad en el análisis objetivo, lo cual era esperado dentro de los resultados, debido a que éstos se pueden observar mejor en la imagen radiográfica.

Con respecto a la valoración del contorno, el material mejor evaluado fue Sure Fil y la Amalgama (control positivo), debido a que Sure Fil presenta Bario y Aluminio en su composición, lo que le da mayor radiopacidad. Mientras que el material peor evaluado en este parámetro fueron VITA VM e In:Joy, ya que estos materiales tienen muy baja radiopacidad, debido a que tienen bajo porcentaje de relleno inorgánico como se menciona anteriormente, por lo tanto no se logra distinguir de manera adecuada el límite de la restauración.

En la evaluación de la homogeneidad, el material con mayor porcentaje de respuestas óptimas fue Sure Fil, debido a su alta radiopacidad no siendo radiopaco, en cambio el material con peor evaluación fueron VITA VM e In:Joy, ya que tuvieron el menor porcentaje de óptimo. Esto es debido a la baja radiopacidad de estos materiales, lo que no permite visualizar adecuadamente su homogeneidad, ya que se observan similares al control negativo.

En cuanto a la evaluación de la adaptación marginal, los materiales mejores evaluados fueron Sure Fil y X-tra Base (86% óptimo), ya que debido a su adecuada radiopacidad es posible visualizar en la radiografía si existe o no brecha entre el diente y la restauración, y su vez los materiales peor evaluados fueron VITA VM y In:Joy (28% y 26% óptimo respectivamente). Esto se debe a que por el bajo relleno inorgánico que poseen estos materiales y por lo tanto su baja radiopacidad no se observa claramente el límite de la restauración a nivel cervical.

Por último, en la evaluación de la relación interproximal, la mejor fue para Sure Fil y la peor fue para VITA VM e In:Joy. Sure Fil presenta una mayor radiopacidad debido a que en su matriz monomérica presenta Aluminio, Silicio, Bario y Flúor, elementos con alto número atómico (Fronza, B. y cols., 2017),

mientras que la baja radiopacidad de VITA VM e In:Joy se puede deber a su más bajo porcentaje de relleno inorgánico (52% y 55% de peso respectivamente), como se mencionó anteriormente, lo que impide observar adecuadamente el punto de contacto en la imagen radiográfica.

Dentro de las limitantes de este estudio se puede mencionar que el diente de marfilina utilizado no representa 100% la realidad clínica, aunque se asemeja bastante por las características de la restauración, tales como el grosor y la forma que se le proporciona al material en cada caso. Por otra parte, en la toma radiográfica se intentó simular una radiografía bite wing, sin embargo al ser un estudio *in vitro*, no se encuentra el resto de las estructuras presentes en la cavidad oral, las cuales se pueden sobreproyectar y modificar de esta manera la imagen radiográfica, por lo tanto se aleja de una situación clínica real.

En estudios próximos a este trabajo, se podrían realizar restauraciones *in vitro* en dientes humanos sanos, para que sea posible comparar y relacionar la radiopacidad de las estructuras que componen el diente, esmalte, dentina y pulpa con el material restaurador utilizado, que es lo propuesto por Tarcin, B. y cols, 2016, además de la cuña escalonada de Aluminio bajo las mismas condiciones. Adicionalmente, en la evaluación cualitativa, se puede realizar una encuesta con preguntas dicotómicas, para que la respuesta sea más clara y precisa, además, al momento de confeccionar los cuerpos de prueba, éstos se pueden dejar con defectos para facilitar la evaluación de las condiciones de la restauración, como por ejemplo, dejar la restauración con una brecha marginal visible.

En la odontología tanto general como de especialidades, la imagen radiográfica tiene un valor integral en el estudio de evaluación de restauraciones dentales. Las imágenes radiográficas logran obtener datos que son difíciles de identificar y valorar clínicamente. Por lo que la radiopacidad de los materiales dentales es una herramienta esencial para complementar el diagnóstico, controlar tratamientos y hacer seguimiento de éstos, siempre que sus valores sean óptimos para poder diferenciarlos con los tejidos remanentes del diente (Pekkan, G. y cols, 2016).

En este estudio se comprobó que los materiales restauradores tanto directos como indirectos tienen diferentes valores de radiopacidad, lo que afecta la evaluación de las condiciones de la restauración en la imagen radiográfica, a pesar de que cumplan con la norma ISO (2009), la evaluación y el rendimiento radiográfico pueden verse afectados. Por esta razón, es necesario seguir con esta línea de investigación, ya que los materiales restauradores continúan con su desarrollo y actualización, además de que existe poca literatura relacionada con este tema.

VIII. CONCLUSIÓN

- Existen diferencias en el valor de radiopacidad de los materiales de restauración directos e indirectos utilizados en aplicaciones simuladas.
- El nivel de radiopacidad de los materiales de restauración utilizados en este estudio afectan en el rendimiento radiográfico para la evaluación de las condiciones de la restauración.
- Se determinó que el cerómero Signum presentó el valor estadísticamente más alto de radiopacidad, mientras que Vita VM e In:Joy presentaron los valores más bajos, versus los demás materiales de restauración directos.
- Se determinó que un material con alta radiopacidad se puede evaluar de mejor manera en la imagen radiográfica, comparado con un material de baja radiopacidad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akerboom HB, Kreulen CM, van Amerongen WE (1993). Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and glass ionomer lining cements. *Journal of Prosthetics Dentistry*; 70: 351-355.
- An, S. Y., Lee, D. H., & Lee, K. B. (2015). Radiopacity for contemporary luting cements using digital radiography under various exposure conditions. *Journal of Prosthodontics*, 24(8), 642-646.
- Atala, M. H., Atala, N., Yeğın, E., & Bayrak, S. (2018). Comparison of radiopacity of current restorative CAD/CAM blocks with digital radiography. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*.
- Baratieri, L. N., & Chain, M. (2001). *Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores*. Sao Paulo: Artes Médicas.
- Borja Gaviria, A. C., Carrillo Cordero, K. S., & Pelaez Echavarria, A. (2015). Amalgamas y resinas en el sector posterior: que recomienda la evidencia.
- Candray Mejía, R. A., Paz Torres, R. A., & Penado Rivera, J. E. (2012). *Causas más frecuentes por las que se indica sustitución de restauraciones de resina compuesta y amalgama de plata en el área de diagnóstico de la facultad de odontología de la universidad de el salvador en el ciclo II/2011* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Carvalho, C. F., Zamboni, S. C., Maciel, S. B., & Junior, L. N. (2008). Adaptación marginal de restauraciones cerámicas inlay de dos sistemas cerámicos después de su cementación. *Revista Estomatológica Herediana*, 18(2), 105-113.
- Conceição, E. N. (2008). *Odontología restauradora*. Ed. Médica Panamericana.

- Corral C, Vildósola P, Bersezio C, Alves Dos Campos E, Fernández E. 2015. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 27(1):177-196.
- Cruz, A. D., Esteves, R. G., Poiate, I. A., Portero, P. P., & Almeida, S. M. (2014). Influence of radiopacity of dental composites on the diagnosis of secondary caries: the correlation between objective and subjective analyses. *Operative dentistry*, 39(1), 90-97.
- De la Macorra, J. C. (1995). Nuevos Materiales a base de Vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. *Revista Europea de Odonto-Estomatología. Volumen VII-Nº5*.
- Dentsply International (2010) Dentsply: IN:JOY. Industrial Vallejo, México. www.dentsply.com.mx
- Dietschi D, Scampa U, Campanile G, Holz J (1995). Marginal adaptation and seal of direct and indirect Class II composite resin restorations: An In vitro evaluation. *Quintessence Int.*;26:127–38.
- Dukic, W., Delija, B., Derossi, D., & Dadic, I. (2012). Radiopacity of composite dental materials using a digital X-ray system. *Dental materials journal*, 31(1), 47-53.
- Espelid, I., Tveit, A. B., Erickson, R. L., Keck, S. C., & Glasspoole, E. A. (1991). Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. *Dental Materials*, 7(2), 114-117.
- Figueras, C. (2013). *Comparación de densidad radiográfica de resinas compuestas* (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).
- Fronza BM, Ayres APA, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias CTS, Giannini M. 2017. Characterization of Inorganic Filler Content, Mechanical Properties, and

Light Transmission of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry* 42 (4): 445-455.

García, A. H., Lozano, M. A. M., Vila, J. C., Escribano, A. B., & Galve, P. F. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. (*Oral Medicine Oral Pathology Bucal Surgery*) 11(2), E215-220.

Garcia, D., Yaman, P., Dennison, J., & Neiva, G. F. (2014). Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Operative dentistry*, 39(4), 441-448

Goldstein, R. E. (2002). Sistemas adhesivos de los composites. *Goldstein RE. Odontología estética*, 1, 289-352.

Gómez Mira, F., & Medina, A. (2009). Contornos y perfil de emergencia: aplicación clínica e importancia en la terapia restauradora. *Avances en Odontoestomatología*, 25(6), 331-338.

Guevara, Q., & Marcela, S. (2017). *Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos a termociclado* (Master's thesis, Quito: UCE).

Gul, P., Çaglayan, F., Akgul, N., & Akgul, H. M. (2017). Comparison of radiopacity of different composite resins. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 20(1), 17.

Hara, A. T., Serra, M. C., Haiter-Neto, F., & Rodrigues, J. A. (2001). Radiopacity of esthetic restorative materials compared with human tooth structure. *American journal of dentistry*, 14(6), 383-386.

Hareus Kulzer South America Ltda. (2018). Dentallatina: Sistema Signum. Sao Paulo, Brasil, www.dentallarina.com

- Herrera Huaranca, A. A. (2013). Importancia de la Correlación Clínica, Patológica y Radiográfica. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 38, 1851.
- Hervás García, A., Martínez Lozano, M. A., Cabanes Vila, J., Barjau Escribano, A., & Fos Galve, P. (2006). Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*, 11(2), 215-220.
- Horning, D., Gomes, J., Mongruel, O., Tay, L., & Domiguez, J. (2012). Evaluación del grado de conversión de resinas compuestas después de fotoactivación con lámparas Led. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 3(9), 124-130.
- H. Rauter GmbH & Co. KG. (2017) VITAVM®LC: VITA. Postfach, Alemania, www.vita-zahnfabrik.com
- ISO 4049. (2009). Dentistry–polymer-based restorative materials. *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland 2009*.
- Kapila, R., Matsuda, Y., Araki, K., Okano, T., Nishikawa, K., & Sano, T. (2015). Radiopacity measurement of restorative resins using film and three digital systems for comparison with ISO 4049: International Standard. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 56(4), 207-214.
- Leinfelder K (2005). Indirect posterior composite resins. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*.;26:495–503.
- Manhart, J., Kunzelmann, K. H., Chen, H. Y., & Hickel, R. (2000). Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 53(4), 353-361.

- Martínez, M. E., Martínez, B. A., & Bruno, I. G. (2010). Principios e interpretación radiográfica en la enfermedad periodontal. *Rev Fundac JJ Carraro*, 31, 22-4.
- Meza F (2017). Evaluación de la radiopacidad de materiales de restauración indirecta estéticos. Trabajo de grado, Universidad de Chile.
- Monteiro, G. Q., Pontual, A. A., Pedrosa, R. F., & Pontual, M. L. (2012). The influence of composite resin restorations and lining on radiographic diagnosis and decision-making: an in vitro investigation. *General dentistry*, 60(2), 111-9.
- Nandini S (2010). Indirect resin composites. *Journal of Conservative Dentistry*. Oct-Dec; 13(4): 184–194
- Paredes P (2017). Evaluación de la radiopacidad de resinas compuestas de tipo Bulk-fill. Trabajo de grado, Universidad de Chile.
- Pekkan G, Saridag S, Pekkan K, Helvacioğlu D (2016). Comparative radiopacity of conventional and full-contour Y-TZP ceramics. *Dental Material Journal*.;35(2):257– 63.
- Pereira, N. A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta odontológica venezolana*, 46(3), 381-392.
- Peutzfeldt, A. (2001). Indirect resin and ceramic systems. *Operative dentistry*, 26, 153-176.
- Raitz, R., Moruzzi, P. D., Vieira, G., & Fenyo-Pereira, M. (2016). Radiopacity of 28 Composite Resins for Teeth Restorations. *The journal of contemporary dental practice*, 17(2), 136-142.
- Rawls HR y Esquivel-Upshaw J. Phillip. Ciencia de los materiales dentales. 2004. Undécima edición, capítulo 15.

- Rosero, D. J., & Villarreal, M. (2011) Postgrado de rehabilitación oral Trabajo de Operatoria, Tema: Cerómeros y Resinas compuestas Docente
- Saldarriaga, O., & Peláez, A. (2003). Resinas compuestas: restauraciones adhesivas para el sector posterior. *CES Odontología*, 16(2), 61-82.
- Sánchez, C. C., & Pedraza, A. M. M. (2009). Materiales de resinas compuestas y su polimerización Parte I. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 66(4), 36.
- Saridag, S., Helvacioğlu-Yigit, D., Alniacik, G., & Özcan, M. (2015). Radiopacity measurements of direct and indirect resin composites at different thicknesses using digital image analysis. *Dental materials journal*, 34(1), 13-18.
- Soares, C. J., Rosatto, C. M. P., Carvalho, V. F., Bicalho, A. A., Henriques, J. C. G., & Faria-e-Silva, A. L. (2017). Radiopacity and Porosity of Bulk-fill and Conventional Composite Posterior Restorations—Digital X-ray Analysis. *Operative dentistry*, 42(6), 616-625.
- Tarcin, B., Gumru, B., Peker, S., & Ovecoglu, H. S. (2016). Evaluation of radiopacity of bulk-fill flowable composites using digital radiography. *Operative dentistry*, 41(4), 424-431.
- Thonemann, B., Federlin, M., Schmalz, G., & Grundler, W. (1999). Total bonding vs selective bonding: Marginal adaptation of Class 2 composite restorations. *Operative dentistry*, 24, 261-271.
- Valverde Tejada, T., & Quispe Mendoza, S. (2013). Microfiltración marginal. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 30, 1516.
- Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. 2017. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*. 19(2):95-109.

- Weiner, R. S. (1997). The effect of post-cure heat treatment systems on composite resin restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 128(1), 88.
- Whaites E (2008). *Fundamentos de Radiología Dental*. 4ta ed. Barcelona, España: Elsevier Masson.
- Yasa E, Yasa B, Aglarci OS, Ertas ET. 2015. Evaluation of the Radiopacities of Bulk-fill Restoratives Using Two Digital Radiography Systems. *Oper Dent*. 40(5): E197-205.
- Yildirim, T., Ayar, M. K., Akdag, M. S., & Yesilyurt, C. (2017). Radiopacity of bulk fill flowable resin composite materials. *Nigerian journal of clinical practice*, 20(2), 200-204.
- Zavaglia, D., & Palacio, M. R. (2000). Determinación de las propiedades ópticas de materiales tipo composite utilizados en odontología. *Biomecánica*, 8(1), 44-48.