

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS**

**“Análisis Comparativo *in vitro* del grado de sellado marginal cervical en restauraciones de Resina Compuesta Clase II con dos técnicas restauradoras diferentes”**

**Constanza del Carmen Briceño Soto**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Marcelo Bader M.**

**TUTORES ASOCIADOS  
Dr. David Aizencop C.**

**Santiago - Chile**

**2012**



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA  
ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS**

**“Análisis Comparativo *in vitro* del grado de sellado marginal cervical en restauraciones de Resina Compuesta Clase II con dos técnicas restauradoras diferentes”**

**Constanza del Carmen Briceño Soto**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**

**Prof. Dr. Marcelo Bader M.**

**TUTORES ASOCIADOS**

**Dr. David Aizencop C.**

**Santiago - Chile**

**2012**

*mi* *hermana* *A mi querida Mamá,*  
*y mi Papá, que sé, me mira con orgullo dónde esté...* *Bárbara,*

Agradezco a todos aquellos que fueron parte de este proceso de formación.

A mi segunda mamá, Paulina Soto Ponce.

Mi familia más querida: Juan Pablo Radrigán de la Barra, Javier Soto Ponce, Marcia Suazo Ponce, Claudia Paredes Suazo y Natalia Soto Saldias por haber sido siempre un ejemplo, mi apoyo incondicional y creer en mí.

Mis grandes amigos: Pamela Bornscheuer Willkendorf, Rosario Álvarez Cárdenas, Carolina Reyes Rey, María Belén La Rivera Llombart, Dominique Tetzner Iovich, Constanza Ahumada Sanhueza, Patricia Steffens Vidal, Magdalena Espejo Herrera, Pia Santander Lizama, María Paz Ureta Ipinza, Gianfranco Arce Salvi, Sung Hyuk Kim, Juan Pablo Cabezas Galleguillos, Luis Pérez Lagos y Javiera Zuñiga Silva; por haber hecho de éstos, los mejores años de mi vida.

Finalmente quiero agradecerte a ti, Matías Soto Parra, sin ti, nada de esto sería posible.

## ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO	6
HIPÓTESIS	33
OBJETIVO GENERAL	33
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
MATERIAL Y MÉTODO	34
RESULTADOS	42
DISCUSIÓN	49
CONCLUSIONES	54
SUGERENCIAS	55
BIBLIOGRAFÍA	56

## RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo “in vitro” propuesto por la cátedra de Biomateriales Odontológicos, para evaluar la microfiltración marginal en cervical de resinas compuestas clase II utilizando 2 técnicas restauradoras diferentes. La primera técnica utilizada fue la técnica de restauración convencional incremental y la segunda una técnica de restauración propuesta que consiste en que, luego del grabado ácido y acondicionamiento efectuados sin la banda matriz inserta, se sitúa el primer incremento de resina compuesta en el piso cavitario sin tocar las paredes laterales de la preparación cavitaria. Luego se sella las zonas entre dicho incremento y las paredes cavitarias con resina fluida y posteriormente se efectúa el resto de la restauración con la técnica incremental convencional, insertando recién entonces la banda matriz.

Para ello se utilizaron 30 molares humanos recientemente extraídos, sanos, a los que se le efectuaron 2 preparaciones cavitarias clase II. En cada pieza una preparación cavitaria fue obturada con técnica convencional y la otra con técnica propuesta. Hechas las restauraciones fueron sometidas a un proceso de termociclado y luego se midió el grado de microfiltración obtenido de acuerdo al porcentaje de penetración del colorante a través de la interfase diente-restauración en piso cervical.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico descriptivo y análisis inferencial, para verificar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados.

Finalmente se concluye que la diferencia de microfiltración marginal cervical entre ambas técnicas restauradoras es estadísticamente significativa, siendo menor en la técnica restauradora propuesta.

## INTRODUCCIÓN

La Odontología Restauradora tiene como objetivos devolver tanto anatomía como funcionalidad de aquellas piezas dentarias que han sufrido distintas afecciones tales como la caries dental, traumatismos, malformaciones congénitas o hereditarias que dejan como secuela la pérdida de sustancia del diente; el que debe ser restaurado.(1)

Para restaurar las piezas dentarias dañadas se deberá hacer uso de los biomateriales odontológicos, que nos permitirán devolver la función y anatomía a los dientes intentando no interferir con el ecosistema bucal. (2)

Dentro de los materiales restauradores directos cobra gran importancia la resina compuesta, debido fundamentalmente a sus propiedades estéticas las que han mejorado notoriamente desde su aparición hasta hoy (3).

A pesar de la notoria evolución estética, las resinas compuestas aún poseen fallas funcionales siendo las principales: la falta de adhesión específica y la contracción de polimerización. (1).

- La adhesión específica o química es aquella lograda por interacciones atómicas o moleculares (basada en uniones primarias o secundarias), siendo ésta la unión ideal entre el material y el diente a restaurar; sin embargo la posibilidad que ofrecen es la de una adhesión de tipo física micromecánica. Ésta la logramos a través de los procesos de grabado ácido y uso de adhesivos en esmalte y dentina (4).

- La contracción de polimerización se produce al fotocurar la resina compuesta produciéndose un estrés que es traspasado a la unión diente-restauración, cuya magnitud es de 16 a 20 MPa. Para que se produzca una correcta adhesión se deberá superar dicha tensión. (5) El estrés de polimerización es influido por la técnica de restauración, modulo de elasticidad y grado de polimerización de la resina, y el factor de configuración C. (6)

En caso de lograr una correcta adhesión a las estructuras dentarias y un control adecuado de los fenómenos asociados a la contracción, obtendremos un sellado marginal que permitirá larga vida útil a la restauración. Sin embargo, de no ser así, nos enfrentaremos a una interfase debilitada o imperfecta, que se traducirá en una brecha y consiguiente filtración marginal. Esta brecha varía entre 1.67% a 5.68% del volumen total de la restauración. (6).

La microfiltración marginal se define como el pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre paredes cavitarias y el material de restauración utilizado.

Esto provocará una serie de consecuencias tales como la hipersensibilidad dentaria, asimismo esto podría permitir el paso de bacterias a través del margen de la restauración lo que podrá traducirse en caries primaria adyacente a la restauración, irritación pulpar y deterioro del material de restauración utilizado. (7)

Esta problemática ha sido menos frecuente en el sector anterior debido a la mejor visibilidad, menor cantidad de paredes en las cavidades y un acceso más cómodo a esta zona; sin embargo en el sector posterior y especialmente en las restauraciones proximales esto sigue siendo una gran dificultad.

De ahí lo crucial que es la necesidad de aplicar una correcta técnica al efectuar una restauración de resina compuesta. La técnica convencional nos dice que debemos realizar un acondicionamiento adhesivo de los tejidos dentarios y luego aplicar la resina compuesta en pequeños incrementos de forma triangular los que serán dispuestos en la preparación cavitaria abarcando así 2 paredes por vez o por incremento.(8)

Sin embargo, sabemos que para disminuir el efecto de la contracción de polimerización de las resinas compuestas debemos tratar que ésta se adhiera a la menor cantidad posible de paredes cavitarias por vez; basado en el ya conocido "factor de configuración C" el que es proporcional a la superficie libre e inverso a la adherida. Consiguientemente, al ser menor el número de superficies libres, menor será la capacidad de la resina de escurrir y liberar estrés, haciendo desfavorable la unión de la resina compuesta al diente, lo que podría determinar una falla en la interfase diente-restauración, lo que sería favorable para la microfiltración. (9)

Sumado a esto, el uso de bandas matrices para la conformación de cajones proximales conlleva una serie de dificultades al momento de realizar la técnica adhesiva. La poca visibilidad del cajón proximal y el difícil acceso a éste obstaculiza el acondicionamiento ácido y su posterior lavado y secado, la polimerización del adhesivo y la resina compuesta.

Es por esto que en este trabajo se propone una nueva técnica restauradora con resina compuesta para evitar así la microfiltración marginal cervical en las restauraciones

clase

II.

La técnica consistirá en que, luego del grabado ácido y acondicionamiento efectuados sin la banda matriz inserta, se situará el primer incremento de resina compuesta en el piso cavitario sin tocar las paredes laterales de la preparación cavitaria. Luego se sellarán las zonas entre dicho incremento y las paredes cavitarias con resina fluida y posteriormente se efectuará el resto de la restauración con la técnica restauradora convencional, insertando recién entonces la banda matriz.

La técnica propone una gran ventaja al no tener inserta desde un comienzo la banda matriz, lo que permitirá un mejor acondicionamiento ácido e imprimación, se podrá ubicar el primer incremento en cervical con total acceso a él de la luz activándolo desde vestibular, palatino/lingual y oclusal; por ende logrando una mejor adhesión al margen cavo superficial.

Esta técnica restauradora propuesta nos evitará la postura previa de la banda matriz; lo que nos permitirá un mejor acceso y visibilidad a la cavidad tanto al efectuar el grabado ácido y su posterior lavado (evitando que entre el margen cervical de la cavidad y la matriz queden restos de éste), como al situar la capa de adhesivo y polimerizarla. Finalmente nos permitirá la mejor postura y polimerización del primer incremento de resina compuesta en el piso cavitario tanto por vestibular como palatino/lingual. Posterior a dicho incremento se insertará la banda matriz para continuar el procedimiento con la conocida técnica restauradora convencional.

En virtud de ello se determinará en este trabajo el grado de sellado marginal obtenido con ambas técnicas.

## MARCO TEÓRICO

La caries es una enfermedad multifactorial infectocontagiosa que afecta la estructura dentaria a través de un ataque ácido continuo, que causa la desmineralización progresiva del diente en el tiempo produciendo la pérdida de estructura dentaria (10). Esta patología afecta a un alto porcentaje de la población mundial, por lo que se considera un gran problema de salud pública (10, 11).

Los factores primarios que interactúan en el origen de la caries son tres: hospedero susceptible (piezas dentarias), bacterias acidogénicas (destacando en particular el *S. Mutans* por su gran poder acidogénico) (10) y finalmente una dieta rica en azúcares refinados. Estos tres elementos forman la famosa “Triada de Keyes” (11), la que desarrollándose a través del tiempo y asociada a factores secundarios predisponentes (composición, posición y características morfológicas del diente, factor salival, enfermedades sistémicas, edad, condiciones locales, etc) conducen a la progresión de la lesión (12).

A pesar de ser la prevención el método principal para evitar la instalación y progresión, cuando la caries se vuelve irreversible es la remoción del tejido dañado y su posterior rehabilitación la solución (2). Para lograr dicho objetivo se utilizarán biomateriales odontológicos que permitan restaurar su anatomía normal, sustituir en algún grado las propiedades perdidas y devolver aspecto estético a la pieza afectada. (2,15).

Las lesiones cariosas pueden afectar distintas superficies de la pieza dentaria y de acuerdo a esto se realizará la restauración pertinente. De acuerdo a esto Black realizó el siglo pasado una clasificación en cinco grupos según la zona dental afectada (17):

- CLASE I: Lesión en caras oclusales de premolares y molares, en cíngulos de dientes anteriores y superficie vestibulo-oclusal de molares inferiores y palato-oclusal de molares superiores.
- CLASE II: Lesión en caras proximales de molares y premolares.
- CLASE III: Lesión en las caras proximales de dientes anteriores sin llegar hasta el ángulo incisal.
- CLASE IV: Lesión en piezas anteriores en caras proximales, abarcando borde incisal.
- CLASE V: Lesión en tercio gingival de todos los dientes, en caras vestibulares o linguales.

La Odontología ha buscado desarrollar diversos tipos de biomateriales que puedan responder tanto a las demandas estéticas de los pacientes como a los requisitos funcionales deseados. Consideramos como características ideales de estos materiales: armonía óptica, durabilidad, resistencia mecánica ante fuerzas masticatorias, adhesión química a las estructuras dentarias, compatibilidad biológica y, por último, fácil manipulación para el odontólogo. (18)

En las últimas décadas han tomado especial importancia los materiales estéticos, siendo ésta siempre la primera preocupación del paciente. Dentro de los biomateriales odontológicos estéticos de restauración directa se han desarrollado 4 tipos a lo largo de la historia:

**A. Cementos de Silicatos:**

- Primer material de obturación translúcido en aparecer (1878), fue ampliamente utilizado para restaurar cavidades en piezas anteriores.
- Se presentaba en dos fases; polvo formado por cristales solubles de sílice en ácido y líquido formado por ácido fosfórico, agua y agentes amortiguadores.
- Ventajas: estos materiales poseían un coeficiente de variación dimensional térmica similar al de los tejidos dentarios, propiedades anticariogénicas (20% de fluoruros en polvo), bajo costo y aspecto similar al diente (19).
- Desventajas: muy solubles, nocivos para la pulpa dentaria (ácidos), no poseen adhesión a piezas dentarias, pierden contorno y cambian de color debido a la pigmentación y deshidratación. (3, 20)

**B. Resinas Acrílicas sin Relleno:**

- Inventadas en 1945
- Bastante utilizado en la década de 1960
- Ventajas: insolubles, no se deshidrataban como los silicatos (14).
- Desventajas: gran contracción de polimerización y cambios dimensionales térmicos (favoreciendo la microfiltración), escasa rigidez y pobre resistencia mecánica al desgaste (15), variación de color debido a pigmentación (debido a estructura química de materiales orgánicos, a la presencia de un monómero de bajo peso molecular, al sistema de activación utilizado y a la gran cantidad de monómero residual) (21)

### **C. Cementos de Ionómero Vítreo:**

- Aparecen en 1972 como derivados de los cementos de silicato mejorando la falta de adhesión a la estructura dentaria y la excesiva acidez.
- Se presentan en dos fases: polvo (alúmina de silicato de calcio, fosfato y sodio; fosfatos y fluoruros) y líquido (varios ácidos, destacando el ácido poliacrílico).
- Ventajas: unión química a estructuras dentarias, liberación de flúor, coeficiente de variación térmica similar al del diente
- Desventajas: presentan alta solubilidad en el medio bucal y su aspecto óptico es inferior al de los silicatos (15, 20).

### **4.- Resinas Compuestas**

- Surgen en la década de 1960 y su empleo se ha ido incrementando hasta convertirse en el material más usado en restauraciones estéticas directas. (22)
- Se originan de las resinas acrílicas; las que consistían en una mezcla de finos granos de polvo (prepolímero), más un líquido (que contenía monómero de metacrilato de metilo, un agente de cadenas cruzadas y activador). (18) a las que posteriormente se les agregó un relleno (éste aumentaba su resistencia y disminuía los cambios dimensionales)

R. L. Bowen, en la década de 1960, sintetizó un nuevo monómero, derivado de la combinación de una molécula epóxica (bisfenol A) con un glicidil dimetacrilato. La molécula resultante fue nombrada BisGMA y poseía un mayor peso molecular que los monómeros de las resinas acrílicas. A esta molécula, se le agregaron partículas de relleno inorgánico, las que fueron tratadas superficialmente con un vinil silano, con el fin de permitir una buena unión entre las partes(23).

De esta forma se lograba atenuar las propiedades no deseables de las resinas acrílicas: disminuir la contracción de polimerización, minimizar el alto coeficiente de expansión térmica y aumentar la baja resistencia mecánica, además de disminuir el posible daño pulpar. (19)

Con la síntesis de esta nueva molécula comienza el auge de las resinas compuestas.

Las resinas compuestas se definen como: “una combinación tridimensional de al menos dos materiales químicamente diferentes con una interfase distinta que une los componentes”. (24). Son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos unidas a través de una cubierta de silano (agente de unión o acoplamiento) dispuesto sobre las partículas de relleno. Otros aditivos se incluyen en la formulación para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica. (15, 25)

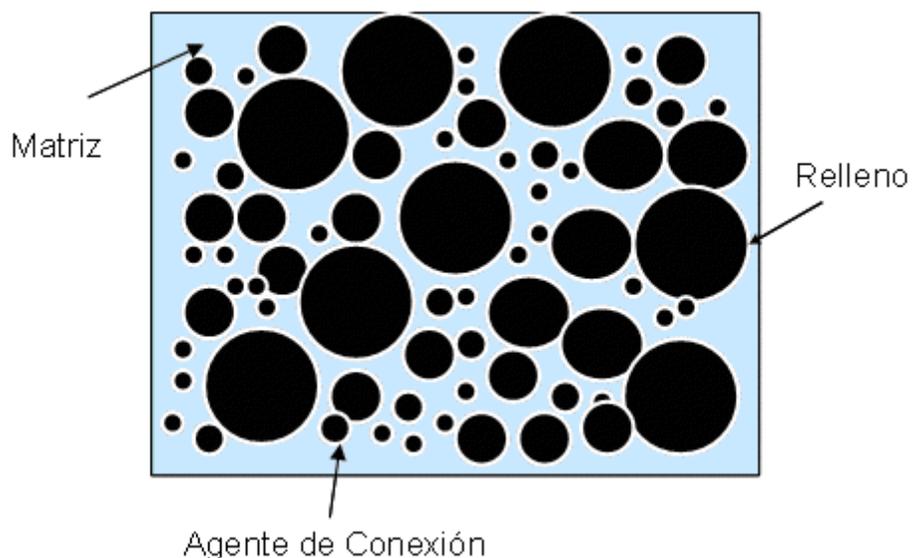


Figura N°1: Estructura de las Resinas Compuestas.

De acuerdo a lo anterior se componen básicamente de tres fases:

- 1) Fase orgánica o Matriz:** Compuesta por monómeros más un sistema iniciador (polimerización por radicales libres) y estabilizadores (maximizan la estabilidad de almacenamiento de la resina no polimerizada y la estabilidad química de la resina polimerizada) (25).

El monómero base más utilizado durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato). Éste comparado con el metilmetacrilato tiene mayor peso molecular presentando ventajas tales como: su contracción de polimerización es menor, posee menor volatilidad y menor difusividad en los tejidos. (26)

Sin embargo, su alto peso molecular lo hace presentar desventajas ya que aumenta su viscosidad, lo hace más pegajoso, menos manipulable y su grado de conversión de polimerización es bajo (27). Es por esto que a las formulaciones actuales se les han añadido monómeros de bajo peso molecular como metacrilato de metilo (MMA), dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGMA) y etilenglicol dimetacrilato (EDMA). Al bajar la viscosidad de la mezcla monomérica se puede incorporar más relleno dentro de ella (25).

Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la adsorción de agua. Un exceso de adsorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica. (28).

Actualmente se ha utilizado un monómero menos viscoso: Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato). Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia produce una reducción de la contracción de polimerización, confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad. (29)

**2) Relleno inorgánico:** Partículas inorgánicas que se agregan en forma dispersa a la matriz resinosa con el objeto de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Esta fase refuerza al material mejorando su resistencia, manipulación, otorgándole radiopacidad, aminorando los cambios dimensionales térmicos y la contracción de polimerización (25, 30, 31).

Los materiales más utilizados para formar estas partículas de relleno son el cuarzo y el vidrio de bario. Se obtienen a través de pulverización, trituración y molido de diferentes tamaños. Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). Se utilizan también partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (macropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal). (32)

Cabe destacar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serán las propiedades de la resina, pues reduce la contracción de polimerización y por consiguiente menor será la filtración marginal, argumento en el que se basa el surgimiento de las resinas condensables. (33)

Sin embargo, esto conlleva desventajas importantes pues aumenta la tensión o estrés de contracción de polimerización, es decir, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes o superficies dentarias a restaurar (Factor C de configuración cavitaria).

Es así como a mayor incorporación de relleno las resinas se contraen menos, pero causando mayor estrés de contracción en las paredes de la cavidad lo que conlleva a mayor filtración. (34)

**3) Agente de acoplamiento:** Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen (35) demostró que las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. Esto se logró al cubrir el sustrato inorgánico con un agente de acoplamiento que actúa como elemento de unión química a la matriz orgánica otorgando cohesión al material (15). Los agentes de acoplamiento más utilizados son los compuestos órgano-silanos, los que tienen grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro siendo así moléculas con doble polaridad (bifuncionales), ya que pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica, uniendo así químicamente el relleno reforzado a la matriz resinosa (25).

El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el  $\gamma$ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS), éste es una molécula bipolar que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno, además posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina/partícula de relleno. (36)

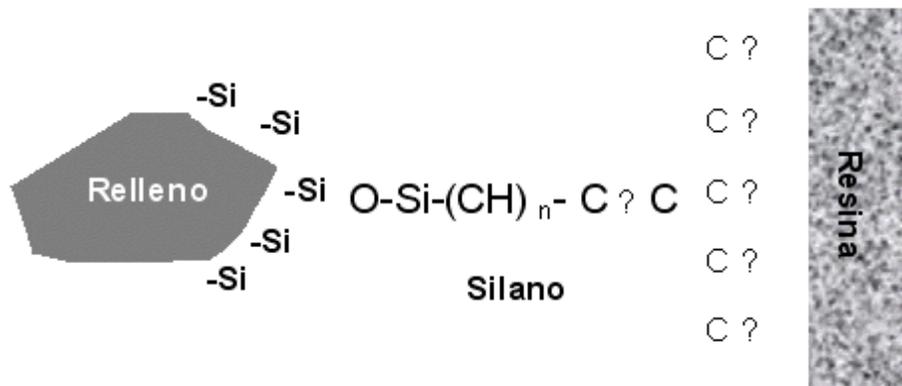


Figura N°2: Unión de Resina a Relleno a través de partículas de Silano

El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta al establecer una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). También previene la penetración de agua en la interfase de ambas partes, pues promueve una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. (37)

Han sido probados otros agentes tales como el 4-META, varios titanatos y zirconatos, sin embargo ninguno de estos agentes demostró ser superior al MPS.  
(38)

Actualmente las resinas compuestas son el material de restauración más ampliamente usado en el mundo y se ha desarrollado una gran variedad de ellas.

Dentro de las principales ventajas de las resinas compuestas podemos mencionar:

- Estabilidad de color
- Destacadas propiedades estéticas
- Gran resistencia a la fractura y desgaste
- Gran fuerza de adhesión a las estructuras dentarias
- Radiopacidad
- Fácil manejo clínico, acabado y pulido (3, 8).

Un factor fundamental es la unión fuerte y duradera que se debe establecer entre el material restaurador y la estructura dentaria, unión que impida la microfiltración marginal y facilite la retención del material en boca.

Adhesión es la unión de una sustancia a otra. La adhesión no es más que la interacción de las fuerzas o energías entre los átomos o moléculas en una interfase que sostiene juntas a dos partes. El tiempo que perdura la unión se denomina durabilidad. El fenómeno adhesivo es crítico en muchos biomateriales de uso odontológico, incluyendo las resinas compuestas.

Existen distintos tipos de adhesión:

**1. Adhesión Física o Mecánica:** (2, 17):

Unión entre dos superficies a través de un trabazón entre las partes o por la generación de tensión entre dichas partes. Existen 2 categorías:

**a. Adhesión Macromecánica:** Es aquella en la que las partes quedan trabadas en función de la morfología macroscópica de ellas. Por ejemplo la retención de una restauración por medio de formas cavitarias específicas (17).

**b. Adhesión Micromecánica:** Aquí las partes quedan trabadas en función de la morfología microscópica de ellas.

Por ende la diferencia entre ambos tipos de adhesión es la magnitud del fenómeno que genera la adhesión (que sea o no visible al ojo humano). (17) La retención micromecánica es el mecanismo de adhesión más importante de las resinas compuestas al esmalte y la dentina. Esta retención ocurre cuando la resina infiltra completamente las porosidades generadas por el grabado ácido en el esmalte y en la superficie dentinaria grabada, creando la llamada capa híbrida. (25, 40)

Cualquiera de los dos tipos de retención mecánica se puede lograr por medio de:

b.1) Efectos geométricos: Determinados por la forma que presentan las superficies como poros, rugosidades, diseño cavitario, etc. Un ejemplo de adhesión mecánica por efecto geométrico es el diseño de una preparación cavitaria a través del cual se retiene una restauración (17).

b.2) Efecto reológico: Ocurren por los cambios volumétricos o dimensionales que experimentan los materiales al endurecer, generando tensiones que ayudan a producir la adhesión (17).

## **2. Adhesión Específica o Química:**

Fuerzas o interacciones submicroscópicas que impiden la separación de las partes. Se originan en los componentes de su estructura, vale decir, átomos o moléculas (17). Se clasifican en:

**a- Uniones químicas primarias o interatómicas:** Se dan a nivel atómico (átomo-átomo), y pueden ser de tipo iónicas, covalentes o metálicas. Para que este tipo de unión ocurra, las partes a unir deben estar a una distancia de Amstrong entre sí. Son uniones de alta energía y son consideradas como el verdadero mecanismo de adhesión (15,17).

**b- Uniones químicas secundarias:** Son uniones entre moléculas, pudiendo ser de tipo dipolos permanentes o fluctuantes. Son uniones relativamente débiles, como por ejemplo las Fuerzas de Van der Waals (17).

En el proceso de adhesión, intervienen diversos factores y principios que se deben conocer:

- **Superficie de contacto:** Tanto los tejidos dentarios como las restauraciones poseen superficies irregulares. Al juntarlas quedarán vacíos entre ambas superficies, por consiguiente al adaptar íntimamente no se generara adhesión específica. Es por este motivo que para lograr una adhesión óptima deben eliminarse estas separaciones generadas por las irregularidades de ambas superficies, generando así que ambas superficies que participan de la unión, se mantengan en posición (2, 31).

- **Adaptación:** Es deseable que las superficies a unir entren en contacto en su totalidad, para que así quede la menor distancia entre ambas partes de tal forma que se favorezca una unión íntima. Cuando esto no es posible de realizar, un elemento fluido facilitará la adaptación (2,31).

- **Energía superficial:** Corresponde a la fuerza de atracción que producen los enlaces no saturados en la superficie de los cuerpos. Estas fuerzas se producen porque los átomos ubicados hacia la superficie no tienen todos sus enlaces saturados en relación a los que están en el espesor de la materia.

La energía superficial refleja la energía de cohesión del material. (2, 3, 31).

Para que exista adhesión las superficies deben atraerse entre sí hacia su interfase. Es decir, mientras más energía superficial tengan las partes a unir, mayor es la capacidad de adhesión de las mismas.

- **Humectación:** La capacidad de un líquido de fluir y adaptarse íntimamente a una superficie se llama humectación o humectancia. Para ello se requiere que el líquido adhesivo a utilizar tome contacto íntimo y fluya fácilmente por la superficie generando una delgada capa continua. Este principio se utiliza para mejorar situaciones en las cuales siempre quedan espacios microscópicos al poner dos superficies en contacto, dificultándose, una total e íntima unión. Así, interponiendo un líquido entre ambas superficies de tal forma que se introduzca por los espacios vacíos, se permite que por medio de él se genere una coaptación total con ausencia de poros o espacios (2, 3, 31).

- **Ángulo de Contacto:** Para que un líquido se adapte bien a la superficie, es decir humecte una superficie sólida, es necesario que la superficie atraiga al líquido y que éste se deje atraer. La manera para evaluar cómo se produce este fenómeno, es midiendo la magnitud del ángulo que se forma entre la gota de líquido y la superficie del sólido. Mientras menor el ángulo que se forma entre la tangente a la periferia de la gota del líquido y la superficie del sólido, es mejor la humectancia y por lo tanto, la capacidad de adhesión. Si las moléculas del adhesivo son atraídas por las moléculas del adherente con igual o mayor intensidad que la atracción entre ellas mismas, el líquido adhesivo difunde completamente sobre la superficie del sólido sin formar ningún ángulo (2, 3, 31).

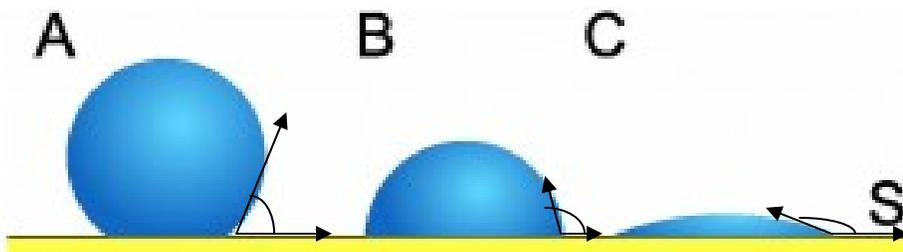


Figura N°3: Esquema representando distintos ángulos de contacto entre 3 líquidos con diferentes humectancias y una superficie.

La estructura dentaria está conformada por diferentes tejidos los que difieren en composición, orden y estructura. Esto determinará formas específicas de adhesión del material restaurador a cada tejido en particular.

### **Esmalte dental**

- Tejido más mineralizado del cuerpo humano (96 % de hidroxapatita, 4 % de agua y 1 % de colágeno) (42).
- Su unidad estructural son los prismas de esmalte, los que asemejan varillas de 4  $\mu\text{m}$  a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro (22).
- Para lograr la adhesión a esmalte se utiliza el grabado ácido.

El grabado ácido pretende cambiar una superficie suave y lisa a una irregular para así duplicar su energía superficial. Es así como una resina fluida de baja viscosidad puede humedecer esta superficie de alta energía y luego ser arrastrada dentro de las microporosidades creadas, por la condición de tracción capilar. Una vez polimerizada in situ, estas extensiones de resina en las microporosidades, conocidos como “tags”, forman una fuerte trabazón micromecánica y reológica con el esmalte (43). Desde los primeros ensayos de Buonocore en el año 1955, el grabado ácido es el método más utilizado para tratar la superficie del esmalte, pues no cambia la energía superficial alta del esmalte, pero remueve la contaminación y también aumenta la porosidad, facilitando la posibilidad de obtener adhesión específica y mecánica. (2, 17)

La sustancia a elección generalmente ha sido el ácido fosfórico en concentraciones que varían entre el 35 % y el 40 % para grabar el esmalte. Al aplicar el ácido fosfórico, se pueden lograr diferentes patrones de grabado del esmalte, los que se clasifican en tres tipos:

- **Tipo I:** remueve preferentemente el centro de los prismas del esmalte, quedando la periferia relativamente intacta.

- **Tipo II:** corresponde al proceso inverso en que se remueve preferentemente la periferia, quedando el centro relativamente intacto.

- **Tipo III:** se obtiene un desgaste regular de la superficie, por lo que no es el más adecuado para lograr adhesión. (3, 43)

Sin embargo, en la mayoría de las situaciones clínicas, la resina compuesta se debe unir a esmalte y dentina. Por lo tanto, como regla general, los sistemas adhesivos existentes se deben aplicar también a la superficie dentinaria humedecida.

### **Dentina**

- Tejido más abundante de la pieza dentaria
- Compuesta por matriz dentinaria calcificada y prolongaciones odontoblásticas
  - Constituido aproximadamente por un 70 % de materia inorgánica, un 18 % de materia orgánica y un 12 % de agua
  - Contiene túbulos dentinarios inmersos en su matriz, éstos poseen un trayecto sinuoso en forma de S itálica. Se encuentran más separados en las capas periféricas de la dentina y más próximos entre sí cerca de la superficie pulpar (41)

La dentina está estructurada según grado de calcificación en dos áreas diferentes:

a) **Dentina Peritubular:** zona anular que rodea el espacio canalicular, de un grosor menor a 1  $\mu\text{m}$ , de alto contenido mineral y escasas fibras colágenas. La dentina peritubular forma la pared de los túbulos dentinarios. (22, 41)

b) **Dentina Intertubular:** zona ubicada por fuera de la dentina peritubular, que constituye la mayor parte de la dentina. Está formada por numerosas fibrillas de colágeno y sustancia intercelular amorfa. (22, 41)

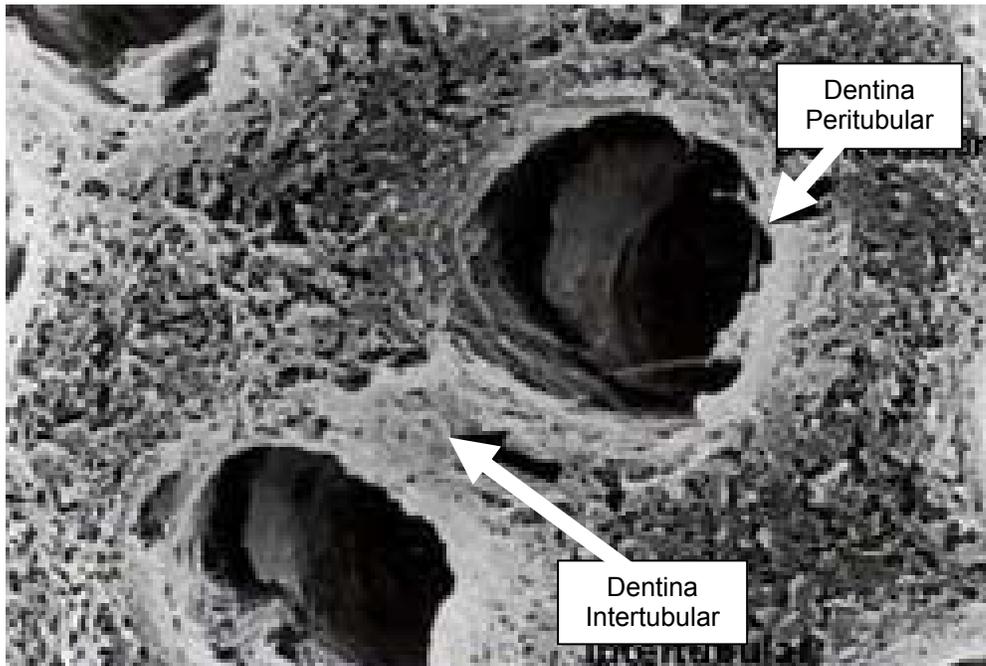


Figura N°4: Estructura de la Dentina.

La excavación mecánica de la dentina dada por la preparación cavitaria con instrumentos de corte, inevitablemente resulta en la formación de una capa de residuos que cubre la superficie de la dentina intertubular y ocluye la entrada de los túbulos, a esta capa de residuos la llamamos barro dentinario.

El barro dentinario se define como una película compuesta por materiales orgánicos e inorgánicos que se forma en la superficie dentinaria a partir de los procedimientos de corte realizados con instrumentos manuales y/o rotatorios, éste mide aproximadamente de 0.5 a 5  $\mu\text{m}$ . Esta película actúa como una barrera de difusión que disminuye la permeabilidad de la dentina y que algunos consideran un impedimento que debe ser removido para poder unir la resina al sustrato dentinario. (44)

Se ha demostrado que las fuerzas de unión a la dentina son menores en presencia de barro dentinario, en contraposición a una superficie dentinaria libre de él. También se ha demostrado que la unión puede ser mejorada si la dentina es grabada previa aplicación de adhesivo.

Fusayama y colaboradores en 1979, con la aplicación de la técnica de grabado ácido total, concluyeron que el grabado ácido aumenta considerablemente la adhesión de la resina compuesta, no sólo al esmalte, sino que también a la dentina. Esta técnica consiste en grabar simultáneamente el esmalte y la dentina con ácido fosfórico. (45)

Para lograr lo anterior debemos:

**a) Acondicionamiento de dentina:** permite eliminar la capa de barro dentinario, abrir los túbulos en una profundidad aproximada de 0.5  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$ , aumentar la permeabilidad dentinaria y desmineraliza la dentina peri e intertubular, exponiendo así, una matriz colágena sin soporte debido a la remoción de los cristales de hidroxiapatita, por lo tanto, esta malla colágena puede colapsar. Debido a lo anterior es que luego del grabado, la dentina no debe ser desecada y debe mantenerse húmeda para evitar que la malla colágena colapse por deshidratación, ya que es el agua la que mantiene sustentadas en posición las fibras colágenas al perderse su base mineral. (42, 46)

**b) Aplicación de un primer:** es un agente imprimante que contiene monómeros hidrofílicos que impregnan a la dentina interdigitándose con la malla de colágeno, dando así el soporte necesario para evitar su colapso y trabándose micromecánicamente con ellas. Estos agentes tienen un grupo hidrofílico que les permite infiltrar al sustrato húmedo dentinario y un grupo hidrofóbico que actúa como agente de enlace con el otro monómero adhesivo. (42, 46)

**c) Aplicación de resina de enlace:** corresponde al monómero hidrofóbico que también compone el sistema adhesivo, y que copolimeriza con el primer o agente imprimante formando una capa entremezclada de colágeno y resina conocida como **capa híbrida**, descrita en 1982 por Nakabayashi y colaboradores. Por otro lado, al introducirse ambos monómeros dentro de los túbulos dentinarios y polimerizarse, se forman los denominados “tags” de resina que también ayudan a la retención micromecánica del material. (22, 44)

Con la técnica de grabado ácido, el uso de primers y adhesivos dentinarios, se ha logrado obtener una adhesión a la estructura dentaria aceptable dada por uniones micromecánicas con valores que oscilan por sobre los 20 Mpa. (17). A pesar de esto, no se ha llegado a establecer una unión química. Por esta razón, algunas restauraciones de resina compuesta presentan problemas de microfiltración marginal.

Estudios sugieren que las 2 principales causas de la microfiltración es la contracción de polimerización y el coeficiente de expansión térmica diferente entre la estructura dentaria y la resina compuesta. Ambas pueden ejercer fuerzas significativas en la interfase entre diente y material restaurador, resultando en fallas adhesivas y formación de espacios, los cuales pueden alterar la adhesión a lo largo de las paredes de la preparación (46).

Los coeficientes de variación dimensional térmica lineal del diente y la resina son de aproximadamente 1:4, por lo que la restauración estará constantemente expuesta a tensiones que la alejan o acercan al diente. Esto producirá la entrada y salida, de fluidos y microorganismos, fenómeno que se denomina percolación (2).

La Polimerización de las resinas compuestas es el proceso de endurecimiento de ésta. Este proceso se lleva a cabo mediante reacciones químicas que ocurren entre los monómeros que componen la matriz, para formar una gran molécula o polímero. Para que la polimerización se realice, los monómeros deben ser activados a través de un agente iniciador; esta sustancia iniciadora genera radicales libres en los monómeros, es así, como al quedar con un electrón impar se transforma en un compuesto altamente reactivo (25).

El iniciador puede ejercer su función, siempre y cuando sea accionado por un agente activador, el que debe otorgarle al iniciador una cantidad de energía suficiente para que este rompa un doble enlace de carbono de una molécula de monómero y así queden electrones libres capaces de reaccionar con otras moléculas de monómero hasta completar la polimerización (3). El agente iniciador puede activarse a través de medios químicos o físicos.

El proceso anteriormente descrito, en el caso de las resinas compuestas, es un tipo de reacción por adición mediante radicales libres, la que ocurre en tres etapas:

**1) Etapa de Iniciación:** la molécula del agente iniciador (peróxido o dicetona), se energiza y activa, formando radicales libres, que representa energía extra al sistema, la que es transmitida a las moléculas de monómero, permitiendo el desdoblamiento del doble enlace del grupo terminal de los monómeros.

**2) Etapa de Propagación:** corresponde a la reacción en cadena hasta que se agota el monómero.

**3) Etapa de Terminación:** Esta etapa ocurre cuando dos moléculas de polímero se transfieren la energía (acoplamiento directo), inactivándose mutuamente. (47) Los fenómenos que siempre son consecuencia de esta reacción de polimerización son la exotermia, que se produce debido a que el material pasa de un estado de mayor a otro de menor energía, liberándose de forma calórica. Y el segundo fenómeno asociado a la polimerización es la contracción, que es el resultado del acortamiento de la distancia entre las moléculas del producto, disminuyendo así el volumen total de la masa.

En el estado inicial de las resinas compuestas, las unidades de monómero están separadas entre sí por distancias correspondientes a fuerzas de Van der Waals, en cambio en el polímero final las unidades de monómero (que ya están unidas formando el polímero) están a distancias de enlace covalente, menores. Esto hace que la matriz final tenga un volumen menor del que tenían sus componentes al principio, fenómeno al que se le denomina contracción de polimerización (48).

Toda resina fotoactivada se contrae de forma centrípeta (hacia el centro de su masa), cuando esto ocurre en condiciones libres sin superficies a las que adherirse de por medio, se llama contracción libre. La contracción libre sucede cuando se trabaja sin adhesivos dejando una gran brecha y consecuente microfiltración. (49)

Su contraparte, la contracción restringida se logra al utilizar adhesivos y existir superficies a las que adherirse. Entonces la contracción de polimerización es menor pero hay tensión, generándose también estrés que si excede el límite elástico, produce en dicho material una deformación plástica permanente. (49)

Cuando la tensión supera a la adhesión se generará la separación o ruptura de la resina de la pared cavitaria. El material aprovecha la superficie libre de la restauración para fluir contraerse y liberar parte de las contracciones de la polimerización. (49)

Cuando el material es adherido a una única superficie, la contracción se verá afectada por las condiciones de esa unión, de manera tal que el material no se podrá contraer hacia su centro. Por lo tanto la contracción de polimerización estará movida por una contracción hacia la superficie adherida, esto dará como resultado la generación de tensiones o estrés de contracción. (48)

Davidson and Gee determinaron que durante el proceso de polimerización, la resina compuesta atraviesa tres etapas:

- Fase pre-gel: se produce al inicio de la polimerización, las moléculas pueden deslizarse (adquirir nuevas posiciones) y así compensar el estrés de la contracción de polimerización. En esta fase, el estrés de contracción generado no es transferido a la interface diente/restauración, debido a la capacidad de escurrimiento de las molécula. En este momento el material todavía es una masa plástica o visco plástico.(50)
  
- Punto gel: se manifiesta al formarse más macromoléculas de polimerización que logran transformar el material en un sólido, transformándose la resina del estado fluido a el estado sólido.  
Este punto es muy importante, porque a partir de él, la resina adquiere un alto modulo de elasticidad, pierde la capacidad de escurrir y comienza a transferir el estrés generado en la contracción de polimerización a la interface diente/restauración. (50)

- Fase post gel: el material alcanza un grado de rigidez elevado, la capacidad de escurrimiento de la resina queda restringida, debido al aumento de cadenas cruzadas ya establecidas en la matriz. Toda fuerza de estrés de contracción generada a partir de ese punto será transferido para la interface de unión diente/restauración (50)

Sin embargo en la fase pre gel, la contracción de polimerización puede compensarse por la posibilidad que tienen los monómeros de fluir desde las superficies libres hacia las superficies adheridas. En el punto gel esta compensación de la contracción no es posible, por lo que el estrés comienza a producirse en la interfaz. En la fase post gel sigue polimerizando y contrayéndose si la tensión supera la resistencia adhesiva composite/diente, aparecería una solución de continuidad en la interfaz. Esto producirá una relajación de la tensión de contracción. (49)

Otro factor importante en la contracción de polimerización es el factor de configuración C . Éste se define como el resultado de la división de la cantidad de paredes donde habrá adhesión (superficie adherida) por la cantidad de paredes libres de adhesión (superficie no adherida).(51)

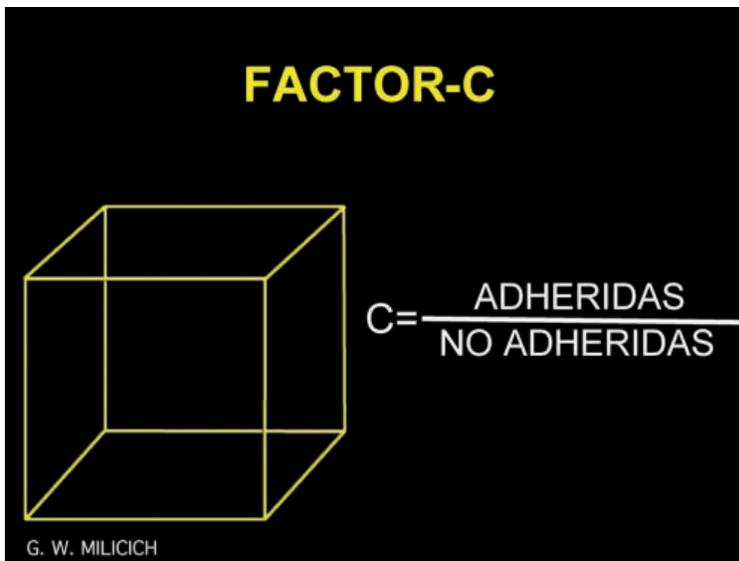


Figura N°5: Esquema representativo de factor de configuración cavitaria C

Se puede observar que cuanto mayor es el número de paredes en una preparación cavitaria, mayor será el factor C, consecuentemente tendrá menor posibilidad de alivio de las tensiones provenientes de la contracción.

Lanata et al.(2003) definió que está relacionado con la forma de la preparación dentaria y determina la posibilidad que el material restaurador pueda contraerse libremente o no. Verificaron que, cuanto mayor sea la cantidad de superficies libres no adheridas en una preparación, mayor será la capacidad de fluir del material en su fase pre gel. Esto favorecería la disminución del estrés durante la contracción y por consiguiente en la fase post gel. (52)

En relación a todo lo anterior y tratando de disminuir la contracción de polimerización es que se han ideado distintas técnicas de obturación, siendo la más utilizada la técnica incremental y sus variantes. A continuación se describen:

#### 1. Técnica Incremental

- Basada en la técnica de restauración mediante incrementos de resina compuesta de hasta 2mm
- Pretende lograr un buen sellado marginal y asegurar la polimerización total de la resina compuesta
- Previene daños distorcionales en las paredes cavitarias
- Se han descrito variantes de esta técnica, las que serán descritas a continuación

a) Técnica Horizontal: Se realiza ubicando incrementos de resina compuesta en sentido gingivoclusal, se utiliza en pequeñas restauraciones y aumenta el factor C aumentando así la contracción de polimerización. (7, 53, 54)

b) Técnica de 3 Paredes: Utiliza una cuña reflectante y una matriz transparente, pretende a través de éstas guiar la polimerización de los incrementos de resina compuesta al margen cervical. (55, 56)

c) Técnica Oblicua: Se realiza ubicando incrementos de resina compuesta de forma triangular en la cavidad, los que son polimerizados indirectamente a través de las paredes cavitarias y directamente desde oclusal. Esta técnica disminuye el factor C y previene la distorsión de las paredes cavitarias. (57, 58)

d) Técnica de Construcción de Cúspides: Se aplica el material de a una pared por vez, formando de esta manera las cúspides siguiendo el contorno de sus paredes. Esta técnica también disminuye el factor C. (59, 60)

## 2. Técnica Directa

- Utiliza resina compuesta de autocurado
- Se ubica el primer incremento solo en piso cavitario para así guiar vector de polimerización hacia éste.
- Posteriormente se rellena la cavidad con otros incrementos hasta oclusal (61)

## 3. Técnica del Volumen

- Recomendada por fabricantes de resina compuesta (62)
- No es una técnica validada por estudios recientes (62)
- Se rellena cavidad con un solo incremento de resina compuesta dejando descubierto margen cavo superficial
- Se llena dicho espacio (zona del margen cavo superficial) con pequeños incrementos de resina compuesta
- Disminuye estrés generado por contracción de polimerización en margen cavo superficial
- Rueggeberg y cols. Demostraron que no se puede polimerizar incrementos de más de 2 mm. De grosor lo que refutaría esta técnica en cavidades muy profundas en que el primer incremento sería mayor a dicho grosor. (63)

Un área de la investigación actual está enfocada al estudio de la microfiltración para así poder mejorar el sellado marginal, siendo este último un factor crítico para el éxito de una restauración. Este fenómeno puede traer distintas consecuencias tales como sensibilidad e irritación pulpar, permitir el paso de bacterias a través del margen de la restauración que pueden producir caries recurrentes y contribuir a la corrosión, disolución o decoloración de ciertos materiales dentales. (64, 65)

En virtud de lo anterior, es que el presente trabajo busca evaluar la eficacia de una nueva técnica de restauración de resinas compuestas Clase II, la que será evaluada desde el punto de vista de sellado marginal de las restauraciones a confeccionar.

## **HIPÓTESIS**

**H0:** No existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal cervical de restauraciones de resina compuesta Clase II realizadas con dos técnicas operatorias distintas

**H1:** Existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal cervical de restauraciones de resina compuesta Clase II realizadas con dos técnicas operatorias distintas

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal cervical de restauraciones de resina compuesta Clase II realizadas con dos técnicas operatorias distintas

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar sellado marginal cervical en restauraciones de resina compuesta Clase II realizadas con técnica restauradora incremental convencional
- Determinar sellado marginal cervical en restauraciones de resina compuesta Clase II realizadas con una nueva técnica restauradora propuesta
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos de los grupos de estudio

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El proceso de experimentación de esta investigación se realizó en el laboratorio de investigación del Área de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Al igual que en estudios anteriores sobre la misma materia, se utilizaron 30 molares humanos sanos extraídas recientemente. Estas piezas fueron almacenadas en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en recipientes cerrados, manteniendo su hidratación y condiciones similares a las bucales, hasta que fueron utilizados en la etapa experimental.

Previo a su uso las piezas dentarias fueron limpiadas con curetas Gracey 9-10, 11-12 Hu-Friedy para retirar restos de ligamento periodontal y posteriormente fueron acondicionadas con una pasta de piedra pómez fina con agua mediante una escobilla de copa blanda.

En cada pieza dentaria se realizaron dos preparaciones cavitarias proximales (Clase II) una por mesial y otra por distal de la pieza; estandarizadas en 5 mm de ancho, 4 mm de alto y 3 mm de profundidad, medidas con sonda periodontal. Todas las preparaciones cavitarias fueron efectuadas por el mismo operador a alta velocidad y se mantuvieron en suero fisiológico hasta su utilización.

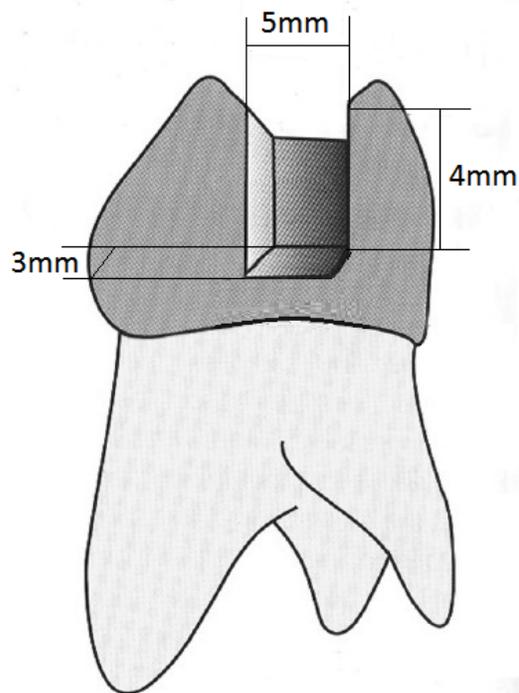


Figura 6: Esquema de vista proximal de preparaciones cavitarias de molares y sus medidas

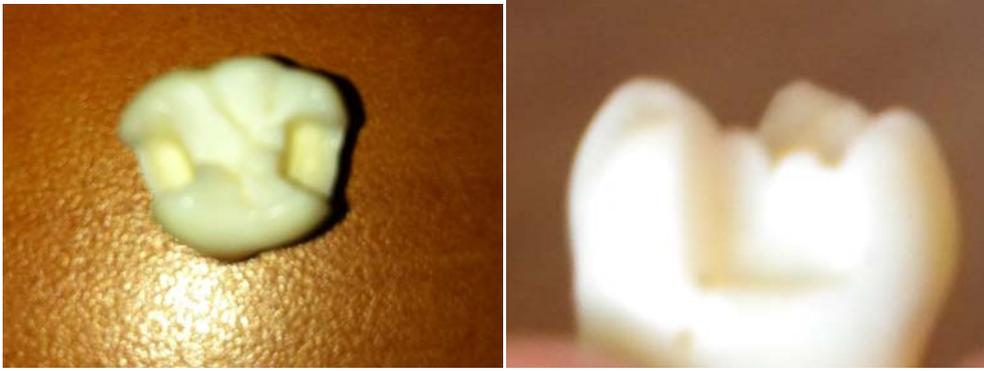


Figura 7 y 8: Vista oclusal y proximal de preparaciones cavitarias de molares.

Luego se realizaron dos restauraciones de resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE) con su sistema adhesivo Single Bond (3M ESPE) según protocolo indicado por el fabricante. Las dos restauraciones de cada pieza dentaria fueron efectuadas con dos técnicas diferentes: la primera con el método convencional incremental y la segunda con la nueva técnica restauradora propuesta en la que, luego del grabado ácido y acondicionado de la preparación cavitaria, se ubicó el primer incremento de resina compuesta sólo en el piso cavitario sin contactar dicho incremento con ninguna otra pared cavitaria y se polimerizó según el tiempo indicado por el fabricante. Luego el espacio que quedó entre el primer incremento de resina (del piso cavitario) y las paredes laterales de la preparación cavitaria fue rellenado con resina compuesta fluida Filtek Z350 (3M ESPE) ubicado en dicha posición con ayuda de una sonda de caries convencional y se polimerizó con lámpara Visilux II (3M ESPE).

Luego se continuó la restauración de esta preparación cavitaria mediante la técnica restauradora incremental convencional.

## 1. Técnica Restauradora Convencional

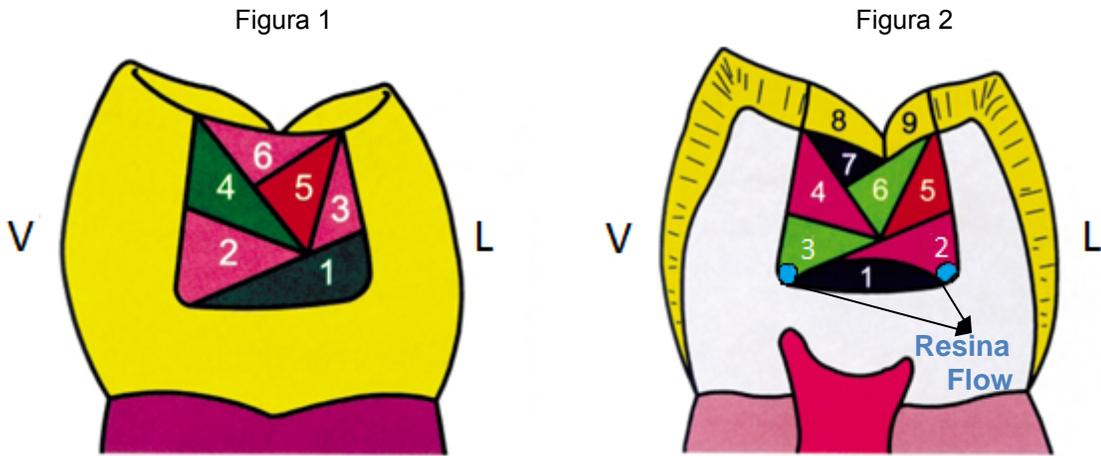
Una vez realizada la preparación cavitaria se realizaron los siguientes pasos operatorios:

- a) Ubicación de banda matriz
- b) Grabado ácido por 10 segundos en esmalte y luego 10 más en dentina y esmalte con ácido ortofosfórico al 37%
- c) Lavado del grabado ácido con spray por 40 segundos
- d) Secado de la cavidad con papel absorbente
- e) Aplicar 1era capa de sistema adhesivo a la preparación cavitaria frotando por 20 segundos
- f) Secado con aire de jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia
- g) Aplicar 2da capa de sistema adhesivo a la preparación cavitaria frotando por 20 segundos
- h) Secado con aire de jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia
- i) Polimerización de sistema adhesivo por oclusal por 20 segundos
- j) Aplicación de la 1era capa de Resina Compuesta vestibular
- k) Polimerizar 40 segundos por oclusal
- l) Aplicación de la 2da capa de Resina Compuesta palatino/lingual
- m) Polimerizar 40 segundos por oclusal
- n) Aplicación de la última capa de Resina Compuesta rellenando hasta oclusal
- ñ) Polimerizar 60 segundos por oclusal

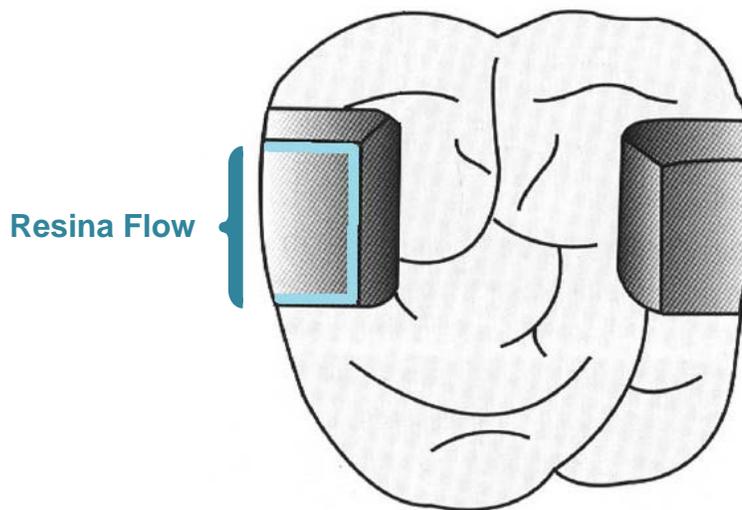
## 2. Técnica Restauradora Propuesta

Una vez realizada la preparación cavitaria se realizarán los siguientes pasos operatorios:

- a) Grabado ácido por 10 segundos en esmalte y luego 10 más en dentina y esmalte con ácido ortofosfórico al 37%
- b) Lavado del grabado ácido con spray por 40 segundos
- c) Secado de la preparación cavitaria con papel absorbente
- d) Aplicación de la 1era capa de adhesivo a cavidad frotando por 20 segundos
- e) Secado con aire de jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia
- f) Aplicación de la 2da capa de adhesivo a cavidad frotando por 20 segundos
- g) Secado con aire de jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia
- h) Polimerización de adhesivo por oclusal por 20 segundos
- i) Aplicación de la 1era capa de Resina Compuesta solo en piso cavitario sin tocar paredes laterales
- j) Polimerizar 20 segundos por oclusal, 20 segundos por vestibular y 20 segundos por palatino/lingual
- k) Rellenar mediante una sonda de caries con resina compuesta fluida el espacio entre resina compuesta y paredes laterales
- l) Polimerizar 20 segundos por oclusal, 20 segundos por vestibular y 20 segundos por palatino/lingual
- m) Ubicar la banda matriz
- n) Aplicación de la Resina Compuesta por vestibular
- ñ) Polimerizar 40 segundos por oclusal
- o) Aplicación de la Resina Compuesta por palatino/lingual
- p) Polimerizar 40 segundos por oclusal
- q) Aplicación de la última capa de Resina Compuesta rellenando hasta oclusal
- r) Polimerizar 60 segundos por oclusal



Figuras N° 9 y 10: Vista proximal de cavidad Clase II obturada con técnica incremental convencional y vista proximal de cavidad Clase II obturada con técnica propuesta respectivamente



Figuras N° 11: Vista oclusal de cavidad Clase II con resina flow en ángulos de cajón cervical

Una vez que se realizaron las restauraciones, las raíces de las piezas dentarias fueron cubiertas con una primera capa de cianocrilato, una segunda de esmalte de uñas y finalmente una tercera capa de acrílico rosado para así asegurar la impermeabilidad de las raíces de las piezas dentarias. Fueron dejadas al descubierto las restauraciones realizadas con un margen de 1 mm aproximadamente.

El proceso de termociclado consistió en 100 ciclos entre 3°C y 60°C, manteniéndose las piezas dentarias 30 segundos en cada una de dichas temperaturas y atemperándose a 23°C durante 15 segundos entre un baño y otro. Cada baño térmico dónde fueron sumergidas las piezas dentarias fue compuesto por 200 ml de solución acuosa de azul de metileno al 1%. Dicho compuesto sirvió como marcador de la microfiltración en la interfase diente-restauración.

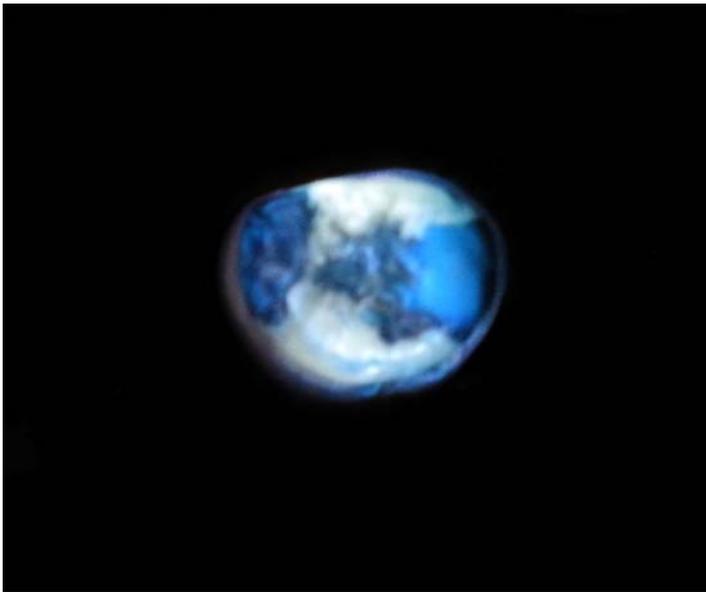


Figura N°12: Molar luego del proceso de termociclado

Luego del proceso de termociclado las piezas fueron cortadas paralelas a su eje mayor a pasando por ambas restauraciones exponiendo así la interfase diente-restauración. Este corte fue efectuado con discos de carburundum sin refrigeración a baja velocidad y fue utilizado un disco nuevo para cada pieza dentaria



Figura N°13: Molar cortado longitudinalmente para observar la filtración del colorante

Finalmente fue medida la microfiliación mediante la observación de los cortes a microscopio óptico con aumento de lupa (10x). El proceso consistió en observar la penetración del colorante entre la pieza dentaria y la restauración midiendo la distancia que recorrió de la interfase y obteniendo un porcentaje de infiltración en relación a la longitud total de la cavidad hasta la pared axial.

Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente se estimaron estadígrafos descriptivos y finalmente los tratamientos fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS

Los valores de microfiltración obtenidos fueron tabulados y graficados para facilitar su comprensión y posterior análisis

N° Pieza	PORCENTAJE DE INFILTRACIÓN	
	Técnica Convencional	Técnica Propuesta
1	34,5	18
2	50	21,2
3	37,5	37,8
4	30	26
5	33	33,5
6	34,5	19,5
7	50	26
8	38,5	28
9	36,5	23,4
10	33	15,5
11	39,1	36,5
12	34	21,7
13	33	21,9
14	25,9	28
15	51,9	24
16	55	26,1
17	33	17,5
18	30,5	22
19	38	22
20	33	24,3
21	24,3	14,8
22	31,3	20,5
23	44,4	22
24	36	25,4
25	34	25,4
26	33	19,5
27	33	40,5
28	30,4	22
29	40	20
30	30,8	22
<b>Media</b>	<b>36,27</b>	<b>24,16</b>

Tabla N°1: Valores de porcentaje de infiltración con ambas técnicas y medias.

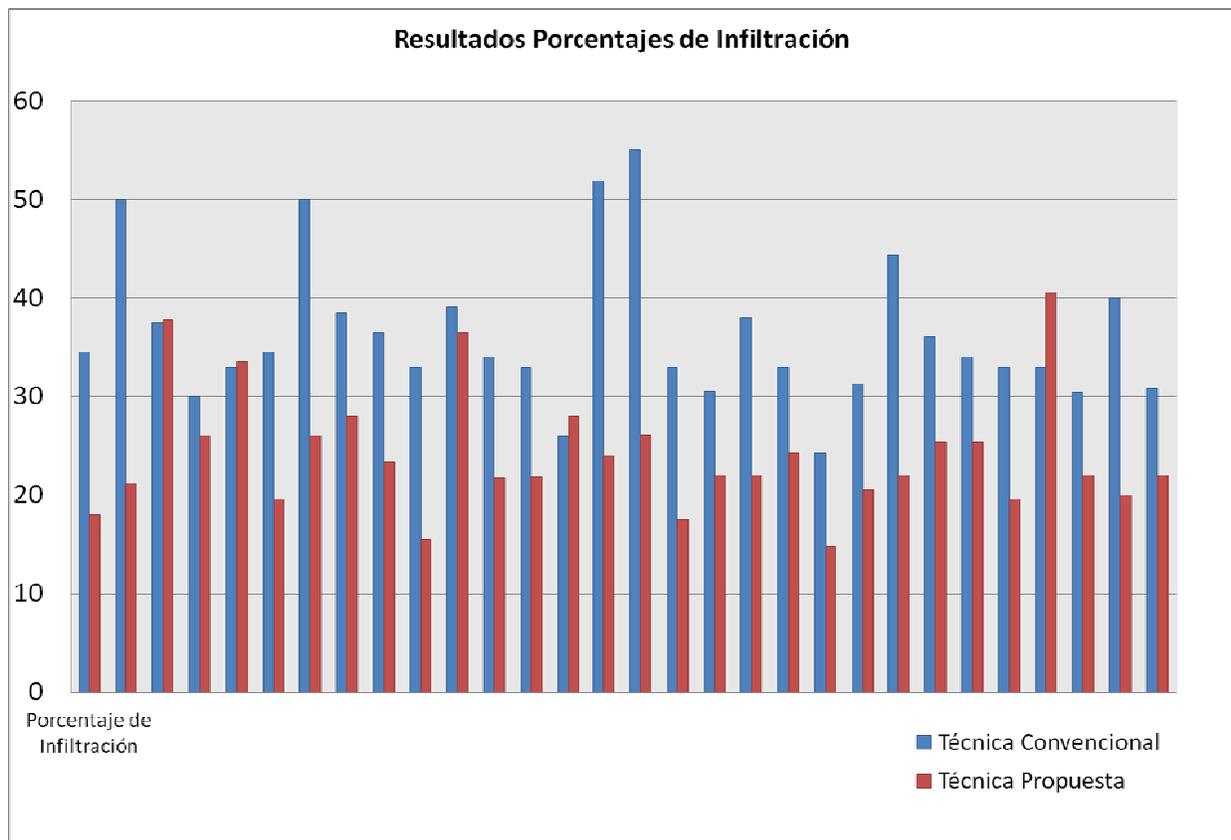


Grafico N°1: Resultados de porcentaje de infiltración con ambas técnicas por pieza dentaria.

### Análisis de Resultados

Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk (1965). Posteriormente se estimaron estadígrafos descriptivos que permitieran tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados.

Los tratamientos fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, en concordancia con Hair et al (2001) y Díaz (2009). El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

La distribución de los datos fueron graficados mediante histogramas.

Resultados de la estimación de la normalidad en los datos de ambos tratamientos estimados

Pruebas de normalidad				
Técnica Adhesiva		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.
Porcentaje de Infiltración	técnica convencional	,879	30	,003
	técnica propuesta	,896	30	,007

Tabla N°2: Análisis estadístico mediante test Shapiro-Wilk

En la Tabla. se muestran los resultados de la estimación de distribución normal de los datos en los tratamientos estudiados. Se encontró que la prueba fue altamente significativa ( $p < 0,005$ ), lo cual indica que ambos grupos de datos no tienen distribución normal.

Histograma de los datos de porcentaje de filtración en el primer tratamiento estudiado

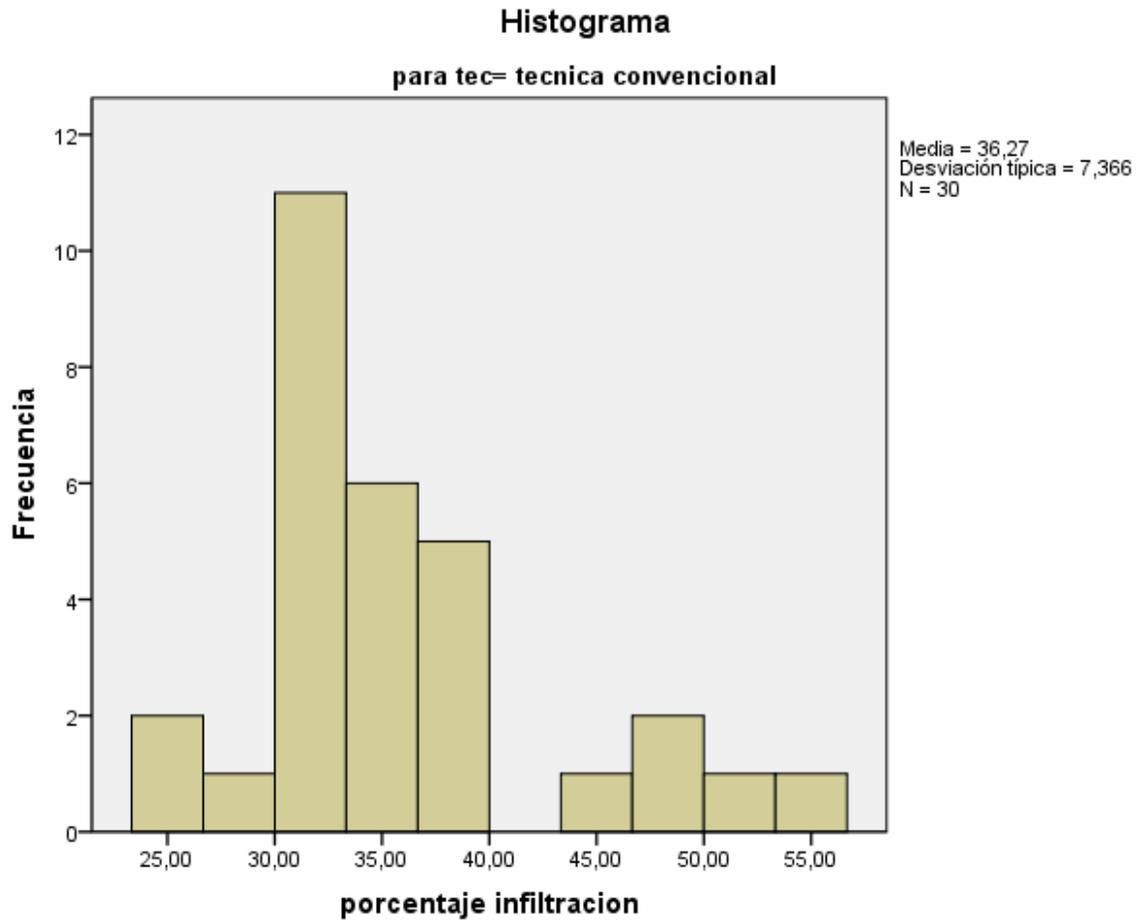


Grafico N°2: Resultados de porcentaje de infiltración con técnica convencional

Histograma de los datos de porcentaje de filtración en el tratamiento propuesto

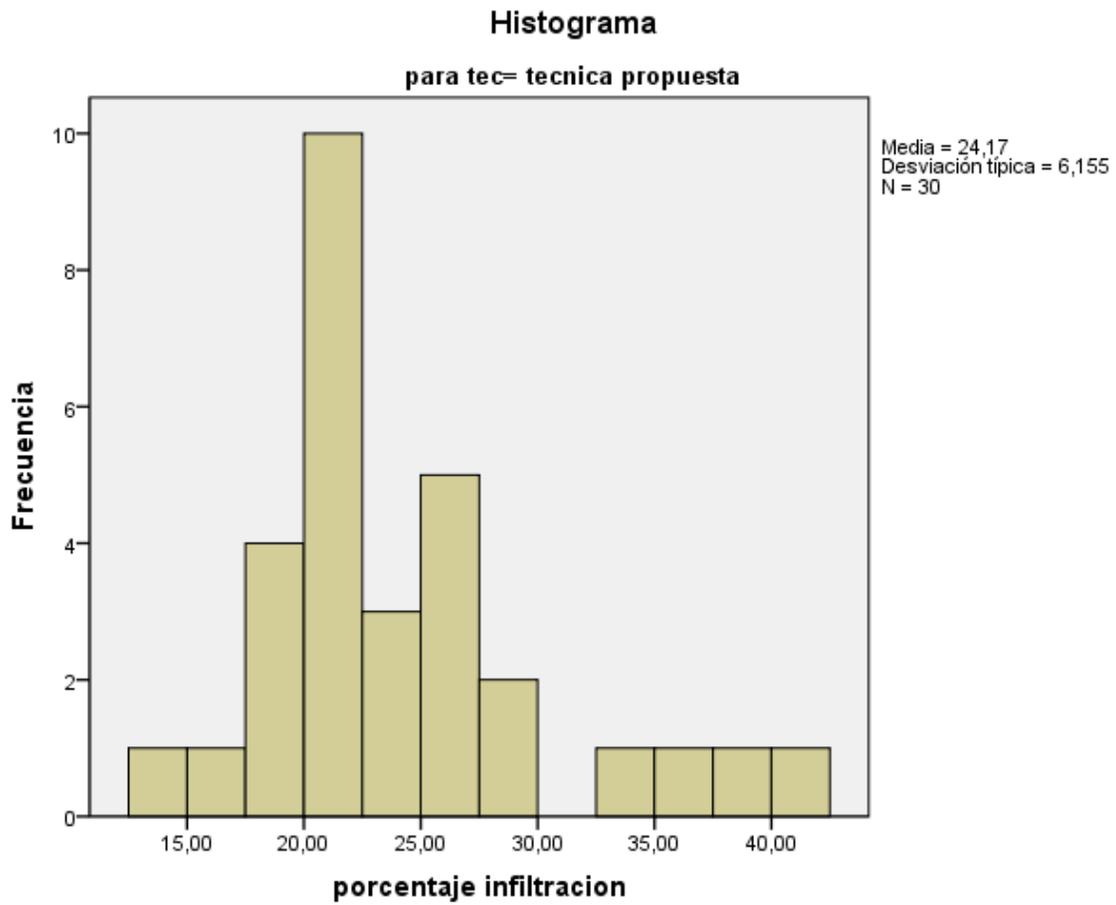


Gráfico N°3: Resultados de porcentaje de infiltración con técnica propuesta

## Descriptivos

Técnica Adhesiva		Estadístico	
Porcentaje de Infiltración	técnica convencional	Media	36,2700
		Mediana	34,0000
		Varianza	54,265
		Desv. típ.	7,36647
		Rango	30,70
	técnica propuesta	Media	24,1667
		Mediana	22,0000
		Varianza	37,882
		Desv. típ.	6,15480
		Rango	25,70

Tabla N°3: Análisis valores estadísticos descriptivos

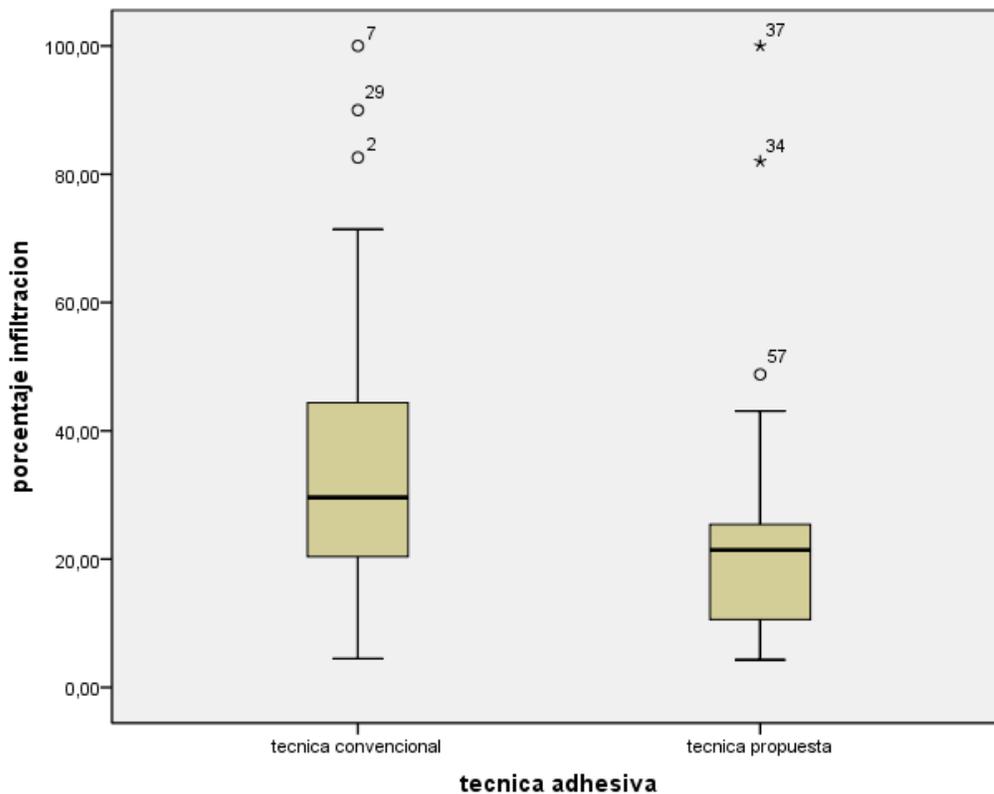


Gráfico N°4: Representación de valores estadísticos descriptivos

Resultados de la comparación entre los dos tratamientos estudiados

**Estadísticos de Contraste<sup>a</sup>**

<b>Porcentaje de Infiltración</b>	<b>de</b>
U de Mann-Whitney	92,000
W de Wilcoxon	557,000
Z	-5,299
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: técnica adhesiva

Tabla N°4: Análisis inferencial Test no paramétrico de U Mann-Withney

## DISCUSIÓN

A pesar de los grandes avances que se han obtenido en materia de resinas compuestas en las últimas décadas, la microfiltración marginal y las consecuencias que ésta conlleva siguen siendo la gran debilidad de la odontología restauradora. Es por este motivo que posee gran relevancia clínica, que exista investigación al respecto, que nos permita avanzar en la utilización de nuevas técnicas que logren reducir la microfiltración marginal, aumentando la vida útil de las restauraciones de resina compuesta.

Investigaciones previas reportan que la técnica más utilizada para medir la microfiltración marginal en estudios "in vitro" es el termociclado (66, 67, 68, 69). Éste propone una gran ventaja al ser un método simple, económico y confiable. Sin embargo, presenta una gran dificultad, conservar las diferentes temperaturas de los recipientes, los que deben ser constantemente medidos, incorporando así, otro factor que podría arrojar errores; el operador humano, situación que ocurre en esta investigación.

En la literatura revisada, encontramos variaciones en la técnica de termociclado, utilizada por diferentes investigadores. Al comparar nuestro estudio con los ya realizados, encontramos diferencias, por ejemplo, en el número de ciclos empleados.

Radhika M y cols. (66) utilizaron 1000 ciclos de 20 segundos cada uno, en cambio Kishore Kumar Majety and Madhu Pujar (67) realizaron 1500 ciclos de 20 segundos cada uno, en contraste con el presente estudio dónde se realizaron 100 ciclos de 90 segundos cada uno; esta diferencia se da por que en nuestra investigación el cambio de los recipientes los realiza un operador humano.

Por otra parte, encontramos variación de la técnica en el tipo de colorante utilizado como marcador y la forma de utilizar éste. Kishore K Kumar Majety y Madhu Pujar (67), Korkmaz Y y cols (68) y Fabianelli A y cols (69) utilizaron como colorante, marcador azul de metileno, utilizándolo como el líquido a distintas temperaturas dónde se sumergen las piezas dentarias en cada ciclo, al igual que en el presente trabajo.

A diferencia de lo anterior Radhika M y cols. (66) utilizaron como colorante Nitrato de Plata al 50%, el que fue utilizado posterior a los 1000 ciclos, dejándose las piezas dentarias en esta solución por 2 horas posterior al proceso de termociclado. Como última diferencia cabe destacar que en los estudios revisados no utilizaron un recipiente con líquido a temperatura ambiente entre el ciclo frío y el caliente, el que sí fue utilizado en el presente trabajo, lo que hace que los ciclos sean mas largos que los otros estudios.

El modelo utilizado en este trabajo tiene una limitación en cuanto a sensibilidad pues al ser un estudio observacional, los resultados de microfiltración son registrados por el operador a través de lo observado en microscopio óptico. La precisión tiene un rango de error dado por el observador. Otro punto que dificultó este estudio fue la selección de piezas dentarias homogéneas.

Los resultados del presente trabajo fueron sometidos a análisis estadísticos los que arrojaron que las técnicas utilizadas presentan diferencias estadísticamente significativas en sus valores de infiltración. Dichos valores expresados en porcentaje de infiltración fueron de 24,16% para técnica propuesta y 36,27% para técnica convencional, existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre ambas.

Entre los posibles motivos que podrían explicar la diferencia entre las variables de este estudio, destaca la mejora en el acceso que existió en la técnica propuesta la que permite una mejor técnica adhesiva, mayor visibilidad de la cavidad y la posibilidad de polimerización por las distintas superficies de ésta; facilitados por la ausencia de banda matriz durante el acondicionamiento de los tejidos y en la etapa inicial de la obturación.

La implementación en la técnica propuesta de una primera capa de resina compuesta ubicada solamente en piso cavitario sin tocar las paredes laterales de la cavidad, lo que mejora así el factor de configuración cavitario (Factor C). Finalmente el uso de resina fluida, en el ángulo entre la primera capa de resina compuesta en el piso cavitario y las paredes laterales, ayuda a rellenar los espacios y a disminuir el estrés de polimerización.

Estos resultados obtenidos se pueden confirmar con los trabajos realizados por Radhika M y cols. (66), quienes evaluaron la microfiltración marginal cervical en clases II de resina compuesta. En concordancia con lo obtenido en el presente trabajo, los investigadores igualmente consiguieron valores de microfiltración marginal bajos, en aquellos grupos que utilizaron resina fluida en piso cavitario, combinado con la técnica convencional.

Aunque estos autores utilizaron un tamaño muestral mayor ( $n=60$ ) y una técnica diferente de obturación (al utilizar resina fluida en todo el piso cavitario y no sólo en los ángulos de éste como se utilizó en el presente trabajo), los resultados fueron similares al encontrarse en ambos trabajos una diferencia estadísticamente significativa en el grado de microfiltración marginal en cervical de las clases II de resina compuesta siendo menor al utilizarse resina fluida en piso cavitario.

Otro estudio de Kishore Kumar Majety and Madhu Pujar (67), evaluaron la microfiltración marginal en cervical de resinas compuestas clases II en una muestra de 100 molares, utilizando resina compuesta fluida o vidrio ionómero modificado con resina en el piso cavitario. A pesar que en sus resultados entre ambas técnica , no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, de igual forma se obtuvo el mejor resultado en el grupo que utilizó resina compuesta fluida en piso cervical + resina compuesta empaquetable con un 75% de sus muestras con mínima microfiltración marginal; apoyando así las mejoras en el sellado marginal atribuidas a la técnica propuesta.

Se analizaron también los resultados obtenidos por Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, (68) quienes evaluaron la microfiltración marginal en cervical de resinas compuestas clase II. Obturaron molares con resina compuesta + resina compuesta fluida, y otros sólo con resina compuesta. Obtuvieron resultados concluyentes: los 4 grupos que utilizaron resina compuesta fluida en piso cavitario obtuvieron menor microfiltración y menor presencia de “vacíos” dentro de la obturación. Aún cuando la técnica de resina fluida + resina compuesta empaquetable de dicho trabajo es diferente a la utilizada en éste (pues se utilizó en todo el piso cavitario, no sólo en el ángulo del mismo), sus resultados logran reafirmar la ventaja que presenta esta técnica propuesta ante la técnica convencional de obturación.

Finalmente Fabianelli A, Sgarra A, Goracci C, Cantoro A, Pollington S, Ferrari M (69) evaluaron la microfiltración marginal cervical en clases II de resina compuesta utilizando 2 técnicas diferentes de obturación. Ambas utilizaban resina compuesta fluida en piso cavitario, la primera utilizaba en todo el piso cavitario restaurando posteriormente la pared interproximal y luego obturando mediante técnica incremental oblicua.

La segunda restauraba en primer lugar la pared interproximal y luego rellenaba el piso cavitario con una capa de resina compuesta fluida para posteriormente obturar con técnica incremental oblicua. Los resultados arrojaron que la técnica que utiliza en primera instancia una capa de resina compuesta fluida en todo el piso cavitario y luego restaura la pared interproximal, tiene una mucho menor microfiltración marginal en cervical que la otra técnica. Aunque dicho trabajo no posee la misma metodología que el presente, comparte ciertas aristas; siendo destacable que de recurrir a la técnica propuesta, la resina fluida debería ser utilizada incluso antes de reconstruir la pared proximal de la cavidad.

A su vez, es de relevancia mencionar que este trabajo también obtuvo bajos niveles de microfiltración en las muestras que poseían resina fluida en todo el piso cavitario; avalando así el uso de resina fluida en la técnica restaurativa. En último lugar destacamos que de utilizarse en futuros trabajos de investigación la técnica que utiliza resina compuesta fluida en piso cavitario, esto debiera efectuarse incluso antes de la reconstrucción de la pared interproximal.

Es por esto que la evidencia avala el uso de resina fluida en piso cavitario previo a la obturación con resina compuesta. La técnica propuesta sería entonces recomendable.

Los resultados obtenidos de manera experimental, sugieren la necesidad de continuar esta línea de investigación. Es necesario someter a pruebas “in vivo” la técnica propuesta, para así establecer si ésta es una variante efectiva en la reducción de la microfiltración marginal comparada con la técnica convencional.

Es necesaria una escala de medición estandarizada de los valores de microfiltración marginal para este tipo de estudio, permitiría plantear los resultados de manera simple, reproducible y comparable con los resultados publicados por los distintos autores para este tema.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, podemos concluir:

1. Los valores promedio de porcentaje de infiltración de la técnica propuesta fueron menores que los valores promedio de porcentaje de infiltración de la técnica restauradora convencional
2. Ninguna de las dos técnicas restauradoras elimina la microfiltración marginal en cervical de las resinas compuestas clase II
3. En conclusión se valida la hipótesis planteada al inicio de este trabajo de investigación pues existen diferencias estadísticamente significativas en la microfiltración marginal en cervical de clases II de resina compuesta efectuadas con la técnica restauradora convencional y técnica restauradora propuesta.

## SUGERENCIAS

Se sugiere complementar el presente estudio con:

1. Se requieren nuevos estudios, siguiendo esta línea de investigación, para corroborar los resultados obtenidos y tener evidencia suficiente para aceptar las ventajas de esta nueva técnica de restauración.
2. Visualizar bajo microscopio electrónico la interfase diente-restauración para obtener resultados más exactos de la penetración del colorante.
3. Realizar el estudio comparativo *in vivo* de las mismas técnicas de restauración para posteriormente evaluar la correlación *in vivo* – *in vitro*.
4. Observar la penetración del colorante en la interfase diente-restauración diferenciando esmalte de dentina para obtener resultados más precisos.
5. Analizar los valores de adhesión obtenidos con ambos sistemas.
6. Utilizar escalas de microfiltración para clasificar en distintos grupos según el nivel de éste; lo que fue observado en los estudios analizados
7. Utilizar resina compuesta fluida en todo el piso cavitario y no solo en el ángulo paredes-piso cavitario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torres D. "Análisis comparativo *in vitro* de la microfiltración de restauraciones realizadas con resina de enlace Single Bond con y sin fotopolimerizar el adhesivo". Trabajo de investigación para optar el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2003.
2. Astorga C., Bader M., Baeza R., Ehrmantraut M. et al. "Texto de biomateriales Odontológicos". Primera Edición. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 1996. Tomos I y II.
3. Anusavice K. Phillips. "Ciencia de los Materiales Dentales". Undécima edición. Elsevier, Madrid, (2004).
4. Beñaldo C. "Estudio comparativo *in vitro* de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno". Tesis de pregrado Facultad de Odontología Universidad de Chile, 2005.
5. Steenbecker O. "Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética y adhesiva". Facultad de Odontología. Universidad de Valparaíso. 2006.
6. Barrios U. "Estudio comparativo *in vitro* de la microfiltración de restauraciones en resina compuesta realizadas con técnica adhesiva con grabado ácido total v/s un sistema adhesivo autograbante" Trabajo de investigación para optar el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2004.
7. Lutz. "Quality and durability of marginal adaptation in border composite restorations" Dental materials 7: 107-113. (1991)
8. Deliperi S., Bardwell D. "An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations", JADA, Vol.133, 2002
9. Yacizi A. et al. "The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations". Quintessence Int. 33(10): 763-769. 2002.
10. Folleto informativo Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal, 3M-ESPE Dental. [http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UuZjcFSLXTtnXMtNXMXEVuQEcuZgVs6EVs6E666666--&fn=z350xt\\_PostSingle\\_tg.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UuZjcFSLXTtnXMtNXMXEVuQEcuZgVs6EVs6E666666--&fn=z350xt_PostSingle_tg.pdf)

11. Carvalho RM, Pereyra JC, Yoshiyama M y Pashley DH. "A review of polymerization contraction: the influence of estrés development versus estrés relief". Oper Dent, 1996.
12. Mariné A., Stanke F., Urzúa I. "Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa". Primera Edición. Editor Dr. Felipe Stanke. Chile, 1997. 54p. Págs. 9-26. Cap. 1,2,3,4 y 5.
13. Urzúa I., Stanke F., Mariné A. "Tratamiento de la caries como enfermedad infectocontagiosa: Estudio preliminar". Rev. Dent. Chile. 87 (3): 25-29, Noviembre 1996.
14. Mariné A., Stanke F., Urzúa I. "Nuevas estrategias en cariológia". Primera Edición. Editores Dr. F. Stanke y Dr. I. Urzúa. Chile, 1999. 125p. Págs. 5-48. Cap. 1,2,3 y 4.
15. Craig R. "Materiales Dentales Restauradores". 7º Edición. Editorial Mundi S.A.I.C. y F. Argentina, 1988. 570p. Págs. 237-266. Cap. 10.
16. Rueggeberg, F.A., " From vulcanite to vinyl,a history of resin in restorative dentistry". J.Prosth Dent 87(4):364-79.apr 2002.
17. Barrancos J. "Operatoria Dental". 4ta Edición. Editorial Panamericana. 2006
18. Ramírez L. "Análisis comparativo in vitro de la adaptación marginal de restauraciones de resina compuesta con distinto módulo de elasticidad". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2000.
19. Acuña P.A. "Cementación de inlays de resina compuesta ¿Cementación de RC o VI?". Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 1992.
20. Roberson, T., Heymann, H., Sturdevant, J.; "Arte y Ciencia, Operatoria Dental" 1996, 3era Edición.
21. Ehrmantraut M., Bader M. "Polimerización de resinas compuestas a través de estructuras dentarias". Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 22-27. 1994.
22. Swift E., Perdigao J., Heymann H. "Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995". Quintessence International 26 (2): 95-110. 1995.

23. Leinfelder K. "New developments in resin restorative systems". JADA. 128: 573-581. 1997.
24. Lopes G. et al. "Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives". Quintessence Int. 33: 213-224. 2002.
25. Peutzfeldt A. "Resin composite in dentistry: the monomer systems". Eur J Oral Sci 105: 97-116. 1997.
26. Anseth, K. Goodnerl, M. Reill, M. Kannurpattil, A. Newman S, and Bowmanl, C. The Influence of Comonomer Composition on Dimethacrylate Resin Properties for Dental Composites. J Dent Res August, (1996); 75(8): 1607-1612.
27. Bayne, S. Heymann, H and Swift, E. Update on dental composite restorations. J Am Dent Assoc. (1994); 125(6): 687-701
28. Sarrett, D. Clinical Challenges and the relevance of materials testing for posterior composites restorations. Dental Materials. (2005). 21: 9-20.
29. Chain M. Camargo C. Andriani O. Estética: Dominando os desejos e controlando as expectativas. En: Estética. Capítulo cuatro. Alves, R. Nogueira, E. Volumen tres. Editorial Arte y Ciencia Médica Latinoamericana. São Paulo. Brasil. (2002)
30. Jaque V. Trabajo de Investigación para optar al título de Cirujano Dentista. "Análisis comparativo in-vitro de la resistencia al cizallamiento de restauraciones de resina compuesta realizadas con la resina de enlace Single Bond polimerizando y no polimerizando primera capa de aplicación". U. de Chile, 2001
31. Castro P.: Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. "Análisis comparativo in Vitro de la resistencia adhesiva de cuatro resinas compuestas con sus respectivos adhesivos". U. de Chile. Santiago de Chile.2002.
32. Albers, H. Odontología Estética. Selección y colocación de Materiales. Primera edición. Labor. Barcelona. (1988); p. 21-25
33. Williems G., Celis J. Lambrechts P. Braem M. Vanherle G. Nano-indentation hardness and Young's modulus of filler particles of dental restorative materials compared with human enamel. J. Biomed Mater Res. (1992), 27:747-755.
34. Davidson C., Feilzer A. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage estrés in polymer-based restoratives. J Dent. (1997) Nov; 25(6):435-40.

35. Bowen R. Properties of silica reinforced polymer for dental restoration. J. Am Dent Assoc. (1963) 66:57-64.
36. Schmiidsedeir J. Atlas de Odontología Estética. Edición Española. Ed. Masson. Barcelona, (1999)
37. Mohsen, N., Craig, R. Effect of silanation of fillers on their dispersability by monomer systems. J. Oral Rehabil. (1995a). 22: 183-189.
38. Mohsen N., Craig R. Hydrolytic stability of silanated zirconium silica-urethane dimethacrylate composites. J. Oral Rehabil. (1995b) 22: 213-220.
39. Craig R., O'Brien W., Powers J. "Materiales Dentales. Propiedades y Manipulación: Materiales para Restauraciones Estéticas Directas". 6º Edición. Times Mirror Internacional Publisher División Iberoamericana. Madrid, 1996. Págs. 55-75. Cap. IV.
40. Bouillaguet S., Gysi P., Wataha J. C., et.al. "Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems" Journal of Dentistry 29: 55-61. 2001.
41. Montenegro M.A., Mery C., Aguirre A. "Histología y embriología del sistema estomatognático". Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 1986. cap. 5 y 6
42. Van Meerbeek B., Perdigao J., et. al. "The Clinical performance of adhesives". J.Dent. 26 (1): 1-20. 1998.
43. O'Brien W. "Dental materials and their selection". Segunda Edición. Editorial Quintessence Int. 1997. p. 39-48. cap. IV.
44. Swift E. Jr., et al. "Denton/Enamel adhesives: Review of the literature". Pediatric Dentistry. 24(5): 451-456. 2002.
45. Fusuyama T. et al. "Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin". Journal of Dental Research. 58(4): 1364-1370.1979.
46. Al-Ehaideb A., Mohammed H. "Microleakage of one bottle Dentín Adhesives". Op. Dent. 26: 172-175. Marzo 2001.
47. Lopes G. et al. "Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives". Quintessence Int. 33: 213-224. 2002.
48. de la Macorra JC. "Polymerization contraction of composite resin restorative materials". Marzo 1999

49. Bausch; de Lange; Davidson et al; Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. J. prosth. Dent. 1988
50. Davidson C.L& Dee v A.J 1984 & Yankton W ; 2001 The competition between the composite –dentin bond strength and the polymerization contraction estrés. Dent Res.
51. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting estrés in composite resin in relation to configuration of the restoration. J Dent. Res. 1987; 66 (11):1636
52. Lanata E.J O y Colaboradores; Operatoria dental Estética y adhesión; 2003.
53. Spreafico RC, Gagliani M. Composite resin restorations on posterior teeth. In: Roulet JF, Degrange M. Adhesion: The silent revolution in dentistry. Chicago: Quintessence; 2000:253-76
54. Tjan AH, Bergh BH, Lidner C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. J Prosthet Dent 1992;67(1):62-6.
55. Lutz F, Krejci I, Luescher B, Oldenburg TR. Improved proximal margin adaptation of Class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. Quintessence Int 1986;17:659-64.
56. Lutz F, Krejci I, Barbakow F. The importance of proximal curing in posterior composite resin restorations. Quintessence Int 1992;23: 605-7
57. Spreafico RC, Gagliani M. Composite resin restorations on posterior teeth. In: Roulet JF, Degrange M. Adhesion: The silent revolution in dentistry. Chicago: Quintessence; 2000:253-76.
58. Weaver WS, Blank LW, Pelleu GB. A visible-light-activated resin cured through tooth structure. Gen Dent 1988;36:236-7.
59. Liebenberg WH. Successive cusp build-up: an improved placement technique for posterior direct resin restorations. J Can Dent Assoc 1996;62:501-7.
60. Klaff D. Blending incremental and stratified layering techniques to produce an esthetic posterior composite resin restoration with a predictable prognosis. J Esthet Restor Dent 2001;13(2):101-13

61. Garberoglio R, Coli P, Brannstrom M. Contraction gaps in Class II restorations with self-cured and light-cured resin composites. *Am J Dent* 1995;8: 303-7.
62. Manhart J, Chen HY, Draegert U, Kunzelmann KH, Hickel R Vickers hardness and depth of cure of light cured packable composite resins (abstract 1807). *J Dent Res* 2000;79:369
63. Rueggeberg FA, Ergle JW, Mettenburg DJ. Polymerization depths of contemporary light curing units using microhardness. *J Esthet Dent* 2000;12:340-9.
64. Toledano M. et al. "Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin". *Am. Journal of Dentistry*. 14(4):205-210. 2001.
65. Pradelle-Plasse N. et al. "Effect of dentin adhesive on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage". *Am. J. Dent.* 14: 344-349. 2001.
66. Radhika M, Girija S Sajjan, Kumaraswamy B N, and Neetu Mitta. Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent*. 2010 Jan-Mar; 13(1): 9–15.
67. Kishore Kumar Majety and Madhu Pujar. *In vitro* evaluation of microleakage of class II packable composite resin restorations using flowable composite and resin modified glass ionomers as intermediate layers. *J Conserv Dent*. 2011 Oct-Dec; 14(4): 414–417.
68. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. *J Adhes Dent*. 2007 Apr;9(2):189-94
69. Fabianelli A, Sgarra A, Goracci C, Cantoro A, Pollington S, Ferrari M. Oper Dent. Microleakage in class II restorations: open vs closed centripetal build-up technique. 2010 May-Jun;35(3):308-13.